

MANUAL

Módulos iBDAM

© 2024 Ibercomp S.A.



INDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	4
2 MONTAJE Y CONEXIONADO.....	6
3 FRONTAL DEL EQUIPO.....	9
4 SWITCHES DE CONFIGURACIÓN.....	11
5 REGISTROS DE CABECERA.....	12
6 DESENSAMBLADO DEL MÓDULO.....	15
7 DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES.....	18
8 MÓDULO I4E4SD – ENTRADAS DIGITALES Y SALIDAS A RELÉ.....	22
8.1 Características técnicas.....	22
8.2 Conexionado de la tarjeta.....	23
8.3 Ejemplos de conexionado.....	24
8.4 Significado de los LEDs.....	25
8.5 Jumpers de configuración.....	25
8.6 Mapa de registros.....	25
9 MÓDULO I4E4SA – ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS.....	28
9.1 Características técnicas.....	28
9.2 Conexionado de la tarjeta.....	29
9.3 Ejemplos de conexionado.....	30
9.4 Significado de los LEDs.....	32
9.5 Jumpers de configuración.....	32
9.6 Mapa de registros.....	33
10 MÓDULO I8EDa – ENTRADAS DIGITALES AUTOALIMENTADAS.....	36
10.1 Características técnicas.....	36
10.2 Conexionado del módulo.....	37
10.3 Ejemplos de conexionado.....	37
10.4 Significado de los LEDs.....	38
10.5 Jumpers de configuración.....	39
10.6 Mapa de Registros.....	39
11 MÓDULO I8EDo – ENTRADAS DIGITALES OPTOACOPLADAS.....	41
11.1 Características técnicas.....	41
11.2 Conexionado del módulo.....	42
11.3 Ejemplos de conexionado.....	43
11.4 Significado de los LEDs.....	43
11.5 Jumpers de configuración.....	43
11.6 Mapa de Registros.....	43
12 MÓDULO I8SD – SALIDAS DIGITALES A RELÉ SPTD 10A.....	46
12.1 Características técnicas.....	46
12.2 Conexionado de la tarjeta.....	47
12.3 Ejemplos de conexionado.....	47
12.4 Significado de los LEDs.....	49
12.5 Jumpers de configuración.....	49
12.6 Mapa de registros.....	50
13 MÓDULO I8EA – ENTRADAS ANALÓGICAS 16 bits.....	53

13.1 Características técnicas.....	53
13.2 Conexionado de la tarjeta.....	53
11.3 Ejemplos de conexionado.....	54
13.4 Significado de los LEDs.....	56
13.5 Jumpers de configuración.....	56
13.6 Mapa de registros.....	57
14 MÓDULO I8SA – SALIDAS ANALÓGICAS 12 bits.....	60
14.1 Características técnicas.....	60
14.2 Conexionado de la tarjeta.....	60
14.3 Ejemplos de conexionado.....	62
14.4 Significado de los LEDs.....	62
14.5 Jumpers de configuración.....	63
14.6 Mapa de registros.....	63
15 CONSUMOS APROXIMADOS DE LOS EQUIPOS.....	66
16 CONSEJOS SOBRE INSTALACIÓN RS485.....	67
16.1 Control de flujo mediante RTS.....	67
16.2 Terminación de las líneas.....	68
16.3 Polarización de las líneas.....	69
15.4 Utilización adecuada del cable.....	69
16.5 Instalación adecuada del cable.....	70
16.6 Protección contra sobre-tensiones.....	70
17 CONDICIONES DE GARANTÍA.....	72
18 CÁLCULO CRC.....	73
C/C++.....	73
JAVA.....	74
VB .net.....	78

1 INTRODUCCIÓN

Agradecemos sinceramente su elección de nuestros productos y la confianza depositada en nosotros. Esperamos que encuentre en ellos la satisfacción y utilidad que busca.

Este manual detalla la innovadora familia de módulos iBDAM (Ibercomp Data Acquisition Module), que representa una mejora significativa con respecto a la generación anterior de módulos compactos Modbus.

La nueva serie está compuesta por siete miembros que comparten un formato común. Estos dispositivos cuentan con entradas y salidas que pueden ser controladas de forma remota a través de Modbus RTU sobre RS485.

La nueva serie está compuesta por cinco miembros que comparten un formato común. Estos dispositivos cuentan con entradas y salidas que pueden ser controladas de forma remota a través de Modbus RTU sobre RS485.

El RS485, un bus de comunicación económico y de trazado simple, permite la transmisión de datos a velocidades relativamente altas con distancias garantizadas de hasta 1300 metros sin necesidad de repetidores, mostrando una gran inmunidad a interferencias.

El protocolo Modbus RTU, utilizado en esta familia de dispositivos, es abierto, estándar y universal, respaldado por numerosos entornos de desarrollo, autómatas, microcontroladores y SCADAs. Se ajusta a los estándares publicados por Modbus.org.

Los cinco módulos se encuentran integrados en cajas de plástico autoextinguible, diseñadas para montarse en carriles DIN Omega, adaptándose a cualquier cuadro eléctrico del mercado, ya sea industrial o doméstico.

En este diseño, hemos buscado simplificar el cableado en instalaciones complejas y recomendamos dividir las instalaciones en cuadros pequeños siempre que sea posible.

A diferencia de nuestros competidores asiáticos, nuestros equipos se destacan por su robustez, con buses de comunicación debidamente protegidos contra sobretensiones, sobre corrientes y estáticas mediante dispositivos como TBU, TVS y GDT, ofreciendo una protección de nivel 4.

	Test	Normas
ESD	15 kV	IEC 61000-4-2 electrostatic discharge
EFT	2 kV	IEC 61000-4-4 electrical fast transients
Surge	6 kV	IEC 61000-4-5 surge immunity

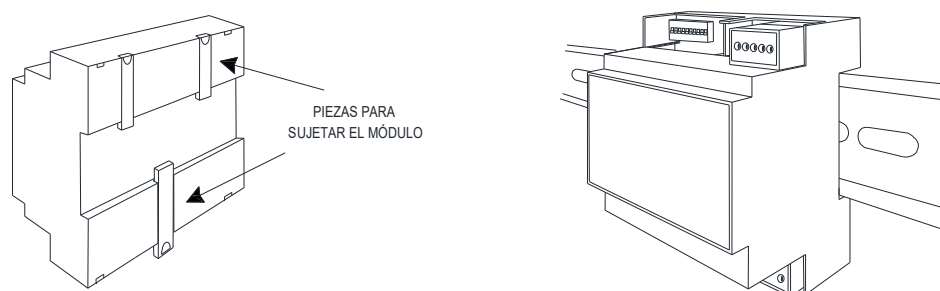
La tensión de alimentación estándar de los equipos es de 24V, aunque todos los módulos a excepción de los que llevan relés funcionarán correctamente también a 12V.

Si tiene otros requisitos bajo pedido se pueden fabricar.

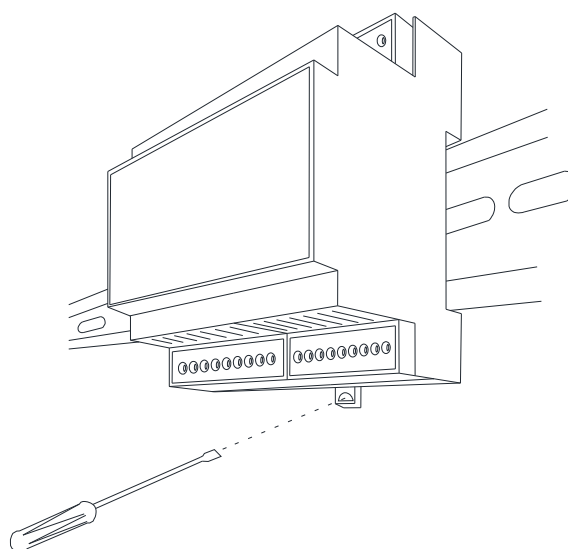
2 MONTAJE Y CONEXIONADO

Estos equipos están integrados dentro de una caja que puede montarse sobre un carril DIN OMEGA. Para ello disponen en su parte posterior de dos enganches en la parte superior y una pieza móvil en la parte inferior.

Para anclar la caja deberá primero apoyar la parte superior y posteriormente bajar la parte inferior hasta oír un clic.



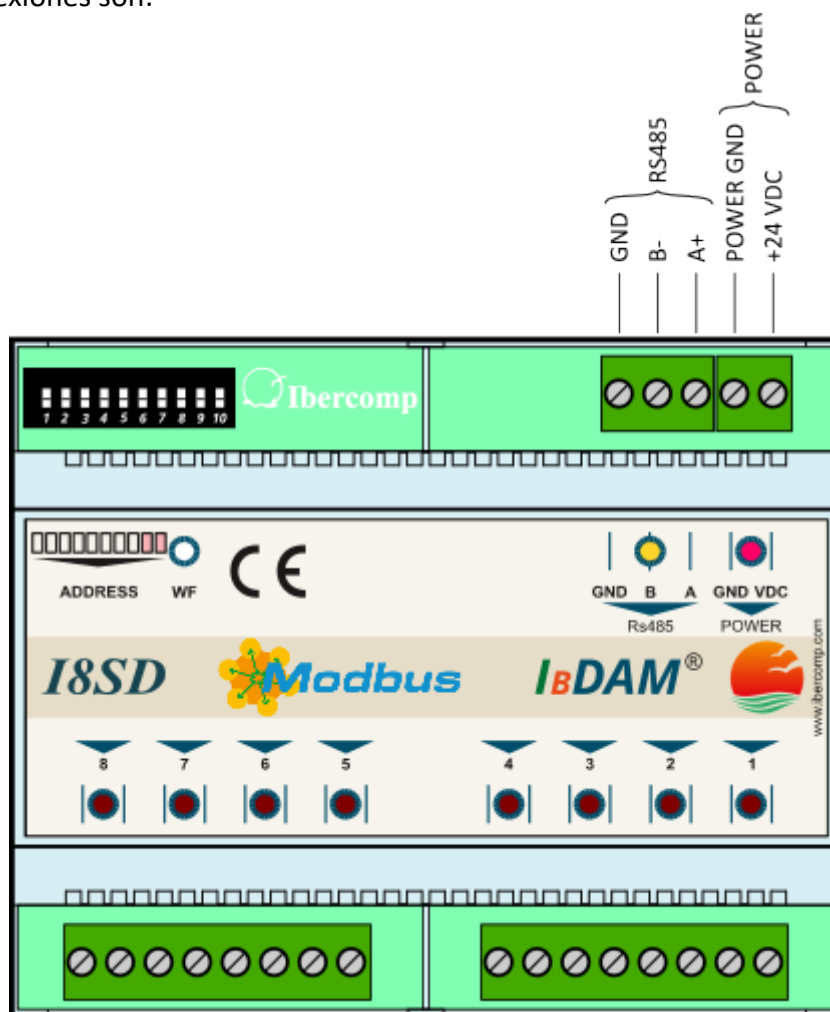
Para extraer la caja del carril DIN deberá insertar un destornillador en el arquito de plástico visible de la parte inferior y hacer un poco de palanca mientras estira con suavidad hacia abajo.



Todos los módulos iBDAM disponen sus conexiones de modo similar, esto es, las bornas de alimentación y del puerto RS485 están en la parte superior, mientras que las bornas de entrada y/o salida están en la inferior,

Aun así deberá tener especial cuidado a la hora de montar los equipos, pues al ser todos ellos iguales pueden confundirse y cablearlos incorrectamente. (por ejemplo conectar una fase 230VAC a una entrada analógica).

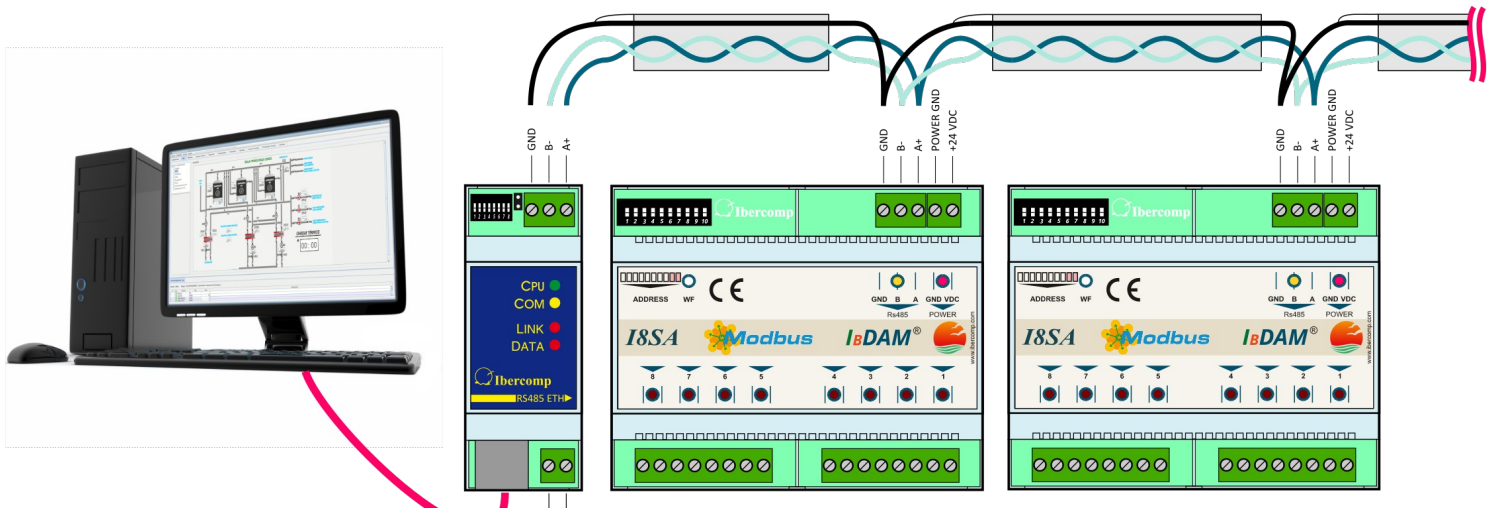
Las conexiones son:



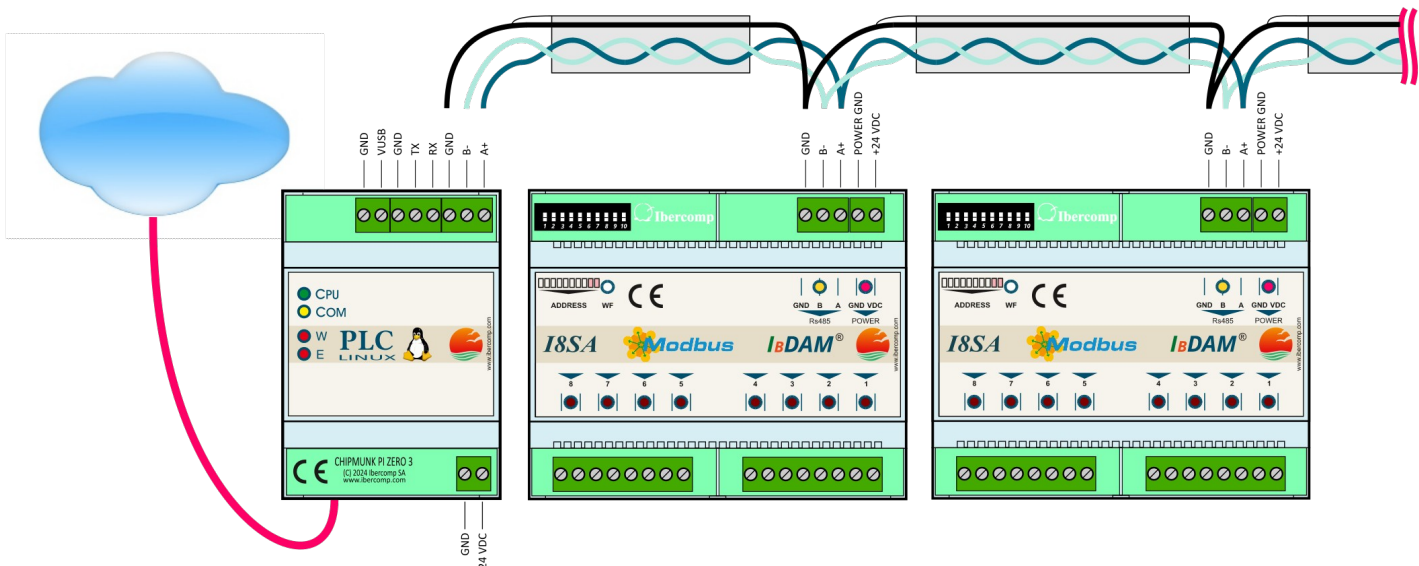
Nuestros equipos pueden ser gobernados desde un ordenador PC o bien desde un micro controlador o autómatas programables. En ambos casos las líneas RS485 se conectan bajo las siguientes reglas:

- Todas las señales A deben ir conectadas entre sí, del mismo modo deben ir las señales B. Es necesario unir adecuadamente todas las tierras (para más información lea el capítulo "Consejos sobre instalación RS485").

- b) Las líneas RS485 deben tener una longitud máxima de 1300 metros entre el primer equipo y el último (aproximadamente 4000 pies).
- c) Las líneas RS485 idealmente no deben tener bifurcaciones.



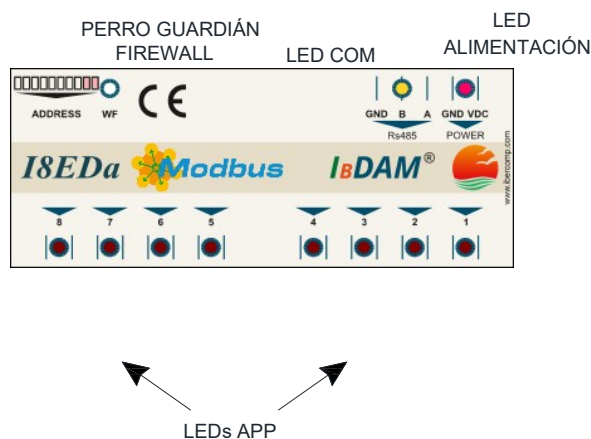
Instalación basada en PC



Instalación basada en autómeta, PLC o microcotrolador

3 FRONTAL DEL EQUIPO

Los equipos de esta familia disponen de un frontal que se compone de una carátula de vinilo rígido. En los equipos anteriores a Junio de 2024 los equipos externamente no se distinguen.



En los equipos posteriores a Junio de 2024, en el frontal está inscrita la referencia del mismo. Las posibles referencias se muestran en la siguiente tabla:

REF	Descripción
I4E4SD	4 entradas digitales autoalimentadas y 4 salidas a relé.
I4E4SA	4 entradas analógicas de 16 bits y 4 salidas analógicas de 12 bits.
I8EDa	8 entradas digitales autoalimentadas.
I8EDo	8 entradas digitales optoacopladas.
I8SD	8 salidas a relé.
I8EA	8 entradas analógicas de 16 bits.
I8SA	8 salidas analógicas de 12 bits.

El frontal dispone de diez indicadores LED perfectamente visibles en un cuadro eléctrico. Estos LEDs se pueden clasificar según su función.

LED CPU Este LED de color verde cuando el equipo está alimentado debe estar siempre parpadeando. Un parpadeo lento indica que el equipo está alimentado, mientras que un parpadeo rápido indica que el equipo detecta datos en la línea de comunicaciones.

Los datos que detecta pueden estar dirigidos a cualquier equipo de la red.

LED COM Es de color amarillo, y se activa un instante cada vez que el equipo recibe un paquete modbus dirigido a él. No quiere decir que el paquete esté completo, ni que haya sido aceptado, simplemente se indica que se ha direccionado la tarjeta.

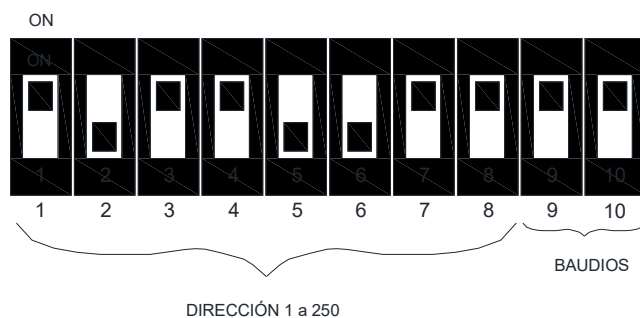
LED WDT Es de color blanco. Cuando el equipo arranca se enciende permanentemente. Si recibe paquetes de comunicación se apaga. Si deja de recibir paquetes durante un tiempo predefinido (por defecto 30 segundos) se pone a parpadear.

Si los equipos de una instalación tienen los LEDs blancos encendidos estará indicando que nunca han recibido paquete alguno desde que se han puesto en marcha. Este LED ayudará a la puesta en marcha y diagnóstico de línea.

LEDS APP Dispone de 8 LEDs rojos, cada uno de los cuales está asociado a una entrada o salida de la tarjeta, mostrando el estado de la misma. El significado exacto de cada uno de ellos variará de un módulo a otro, por lo que deberá consultar el apartado particular. .

4 SWITCHES DE CONFIGURACIÓN

Cada una de las tarjetas periféricas RS485 iBDAM dispone en la parte superior unos switches de configuración cuyo significado es mostrado en la tabla siguiente:



Switches	Descripción
1 a 8	<p>Selecciona en binario la dirección de la tarjeta dentro de la red, siendo válidas las tarjetas 1 a 250,</p> <p>Si se selecciona la tarjeta 255, al darle corriente adquirirá los valores de fábrica. Una vez reiniciados deberá poner la dirección deseada, quitar corriente y volverle a dar.</p>
9 a 10	<p>10/9 Velocidad baudios</p> <p>00 9600 baudios 01 19200 baudios 10 28800 baudios 11 Velocidad definida por registro.</p>

En esta tabla un estado 1 es sinónimo de un estado ON y un estado 0 es sinónimo de un estado OFF.

5 REGISTROS DE CABECERA

Los módulos disponen de unos registros tipo “holding register” que permiten conocer algunas características del módulo. Algunos de estos registros de configuración son preservados en una memoria E2PROM

Los primeros dieciséis registros son los “holding registers” comunes a todas las placas. Permiten conocer de qué tipo de módulo se trata, versión de firmware, número de registros, .. .

“Holding registers” comunes

nº	tipo	Descripción																		
0	EE	Número de arranques del módulo. Cada vez que el módulo arranca o es reiniciado se incrementa el valor de este registro en una unidad. Con ello se puede conocer si un módulo se está reiniciando de forma anómala.																		
1	RO	Versión del equipo. La versión viene codificada como versión*10 + subversión. La versión 1.0 se representa como 10																		
2	RO	Código del módulo, los códigos iBDAM definidos son: 6001 I4E/4SD 6003 I8ED 6004 I8SD 6005 I8EA 6006 I8SA																		
3	EE	Identificador de usuario. Es un registro de lectura y escritura persistente que puede ser utilizado para almacenar un número que identifica un módulo en la instalación. De este modo es factible conocer si alguien cambia un módulo de cuadro.																		
4	EE	Tiempo en segundos en los que si el equipo está sin comunicación el LED WDT comienza a parpadear. Por defecto está configurado a 30 segundos.																		
5	EE	Este registro define la velocidad de comunicación del equipo si los switches 9 y 10 están a ON. Las posibles velocidades definidas son: <table style="margin-left: 40px;"> <tr><td>0</td><td>600 baudios</td></tr> <tr><td>1</td><td>1200 baudios</td></tr> <tr><td>2</td><td>2400 baudios</td></tr> <tr><td>3</td><td>4800 baudios</td></tr> <tr><td>4</td><td>9600 baudios</td></tr> <tr><td>5</td><td>14400 baudios</td></tr> <tr><td>6</td><td>19200 baudios</td></tr> <tr><td>7</td><td>28800 baudios</td></tr> <tr><td>8</td><td>57600 baudios</td></tr> </table>	0	600 baudios	1	1200 baudios	2	2400 baudios	3	4800 baudios	4	9600 baudios	5	14400 baudios	6	19200 baudios	7	28800 baudios	8	57600 baudios
0	600 baudios																			
1	1200 baudios																			
2	2400 baudios																			
3	4800 baudios																			
4	9600 baudios																			
5	14400 baudios																			
6	19200 baudios																			
7	28800 baudios																			
8	57600 baudios																			

nº	tipo	Descripción
		<p>9 115200 baudios</p> <p>NOTA: Nosotros le recomendamos utilizar las velocidades definibles mediante switches, es decir 9600, 19200 y 28800. La razón de permitir otras velocidades es para que en el caso de haber equipos de terceros con configuraciones limitadas se puedan configurar a la velocidad de éstos.</p>
6	RO	Número de registros tipo "discrete input"
7	RO	Número de registros tipo "coil"
8	RO	Número de registros tipo "input register"
9	RO	Número de "holding registers". Debe tener presente que los 16 primeros siempre serán comunes a todos los módulos, y que los registros propios del módulo comienzan en el registro 16.
10	EE	Registro de recarga del contador WDT software. Indica el número de décimas de segundo que debe estar el equipo sin comunicaciones para que las salidas se pongan a un valor predeterminado. Por ejemplo si el equipo deja de recibir comunicaciones master podemos desear que determinada válvula se cierre o que un variador se ponga a funcionar a una velocidad determinada.
11	EE	Máscara de LED frontal. Cada bit está asociado a un LED, de modo que si este bit está a 1 el estado del LED se invierte. El valor por defecto de este registro es 0x0000
12	RO	<p>Muestra el estado de los switches</p> <p>Como todas las placas responden a la dirección 254, conectando una a la línea se puede comprobar si los switches funcionan correctamente. También se puede utilizar en conjunción del registro 2 y 5 para deducir si el módulo está instalado en el lugar correcto.</p>
13		R E S E R V A D O
14		R E S E R V A D O
15	MM	<p>Escribiendo secuencialmente los valores adecuados se puede reiniciar el módulo remotamente. Es equivalente a todos los efectos a desconectarlo de la corriente y volverlo a conectar.</p> <p>Antes de empezar deberá leer el registro 15 y asegurarse que tiene un valor 0. Si no lo tuviese escriba cualquier valor que no fuese 0x55 o 0xAA (85 o 170). Una vez escrito vuelva a comprobar.</p> <p>Para iniciar la secuencia habrá que escribir el valor 0x55 (85), luego escribir un 0xAA (170) y finalmente un 0xAA (85). Si se lee el registro se obtendrá el valor de reinicio de la máquina. 0, 1 y 2.</p> <p>La tercera escritura no será respondida dando un fallo de</p>

nº	tipo	Descripción
		comunicaciones. Sabrá que el equipo se ha reiniciado cuando se incremente el registro 0 en una unidad.

- EE Indica que son registros persistentes que se almacenan en la memoria E2PROM. Estos registros pueden ser rescritos pero debe tener presente que después de 1.000.000 de escrituras su contenido puede no ser correcto.
- ME Indica que el registro es almacenado en E2PROM, y que puede ser reescrito un máximo de 1.000.000 de escrituras. Después la memoria puede no funcionar correctamente.
- MM Indica que el registro es almacenado en memoria. Si se corta la corriente se pierde. Puede escribir el registro tantas veces como sea necesario.
- RO Indica que se trata de un registro de solo lectura. Las escrituras sobre este registro serán ignoradas.

6 DESENSAMBLADO DEL MÓDULO

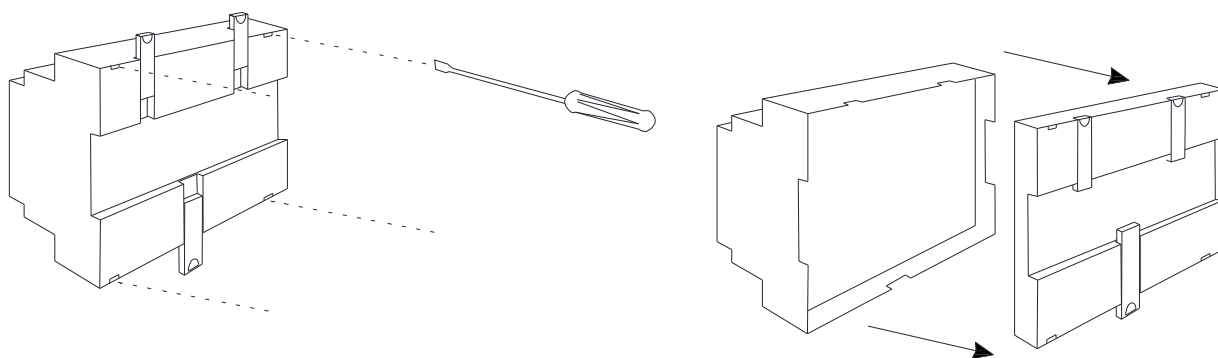
Antes de instalar el equipo es probable que necesite configurar algunos parámetros mediante los “Jumpers” que se encuentran en su interior. Para acceder a ellos será necesario desensamblar el equipo.

El equipo no dispone de ningún tornillo, y todos sus elementos encajan a presión y pueden ser desmontados con un poco de habilidad con la única ayuda de un destornillador plano de 2 o 3 mm.

NOTA: cuando esté desmontando o montando el equipo nunca fuerce ninguna pieza, si lo hace probablemente esté haciendo algo mal.

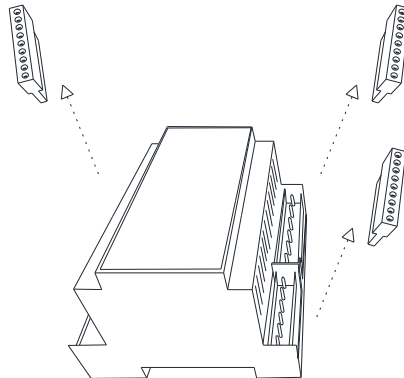
Si desea acceder al interior, ya sea para realizar una reparación o bien para configurar los “Jumpers” internos, deberá abrirlo por la parte posterior. Si lo observa por la parte trasera verá que hay cuatro pestañas.

Introduzca el destornillador en dichas pestañas y realice algo de palanca para que se levante la tapa. Deberá “abrir” cada una de las cuatro “pestañitas”. Más tarde, cuando la vuelva a montar deberá tener en cuenta que la tapa no es simétrica y que por tanto solo encaja en una posición.

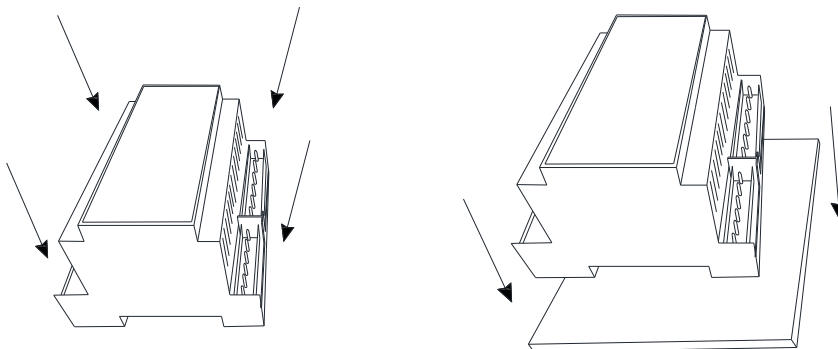


Una vez quitada la tapa podrá ver el circuito impreso de la base.

Si desea seguir desmontando el equipo deberá desenchufar las regletas, dejando los peines vistos.



Al mismo tiempo que coloca ambos dedos pulgares en el borde posterior de la caja, presione con los dedos índice, corazón y anular.



Una vez haya sacado la placa base podrá configurar adecuadamente los “Jumpers” del equipo. Si lo desea, puede extraer la tarjeta CPU, aunque en ella no hay nada que configurar. La tarjeta frontal no puede desmontarse fácilmente sin riesgo de romper la caja, por lo tanto no lo intente. .

Para volver a cerrar la caja después de haber configurado adecuadamente los “Jumpers” deberá posicionar en su lugar el circuito base y empujarlo hacia adentro con mucho cuidado asegurándose de que el conector de la placa CPU entre correctamente.

Para facilitar esta maniobra, las placas disponen de algo de holgura por lo que puede ser conveniente moverlas suavemente hasta que sintamos que entra.

El siguiente paso es colocar la tapa posterior y empujar hasta que oigamos un clic que nos indique que se ha cerrado. La tapa frontal se cierra de igual manera, posicionándola en su lugar y empujando hasta oír un clic.

El significado de los “Jumpers” de configuración dependerá de cada una de las placas, por lo que deberá consultar en este manual el apartado correspondiente.

Los módulos que disponen de “Jumpers” de configuración son I4E4SA y I8EA.

7 DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

Sobre la red física 485 es necesario implementar algunas normas de comunicación, que permitan acceder a unos u otros dispositivos. Estas normas se denominan “protocolo de comunicación”.

Es difícil definir el mejor protocolo, y prueba de ello es la diversidad de protocolos que coexisten en el mercado, siendo los más conocidos MODBUS, PROFIBUS, CHIPBUS, etc... Todos tienen alguna ventaja frente a sus competidores, y la elección de uno u otro dependerá de las exigencias de la aplicación.

Dentro de un protocolo de comunicación, los datos son transmitidos en paquetes de información, siendo lo habitual que dispongan de una cabecera, seguido de unos datos y una cola.

La mayoría de los protocolos son complejos y suelen utilizar paquetes de datos demasiado grandes para transmitir poca información.

Nosotros hemos optado por dotar a esta familia de módulos con el protocolo ModBus RTU, ajustándonos como se mencionó antes a las especificaciones dadas por modbus.org.

Los motivos de la elección de este protocolo son:

- Disponer de un protocolo ampliamente estandarizado que sea utilizado por programas Scada, autómatas,... ya existentes.
- Un protocolo que sea sencillo de implementar y esté abierto, es decir, sin complicaciones ni secretos ni “royalties”.
- Que pueda utilizar una red física RS485.

Los dispositivos ModBus disponen en su interior de registros, que pueden asemejarse a variables. Un registro puede ser físico, por ejemplo el estado de un relé, o lógico, por ejemplo el valor de un temporizador.

Se definen cuatro tipos de registros:

Discrete input

Se trata de registros de 1 bit de solo lectura. Normalmente están asociados a entradas digitales.

Coil

Registros de 1 bit de salida. Pueden leerse y escribirse. Normalmente están asociados a entradas digitales.

Input Register

Registro de 16 bits de lectura. No pueden escribirse y su función es servir de soporte para entradas analógicas.

Holding Register

Son registros de 16 bits de salida, que pueden leerse y escribirse. Normalmente están asociados a entradas analógicas, aunque su significado es definido por el fabricante del módulo.

En nuestro caso, como indicamos antes, los 16 primeros “holding registers” son comunes a todos los equipos y sirven para identificar la tarjeta, así como para definir algunos comportamientos .

En nuestro módulos los cuatro tipos de registros tienen mapas distintos, es decir, el valor del “holding register” 7 no coincide con el del “input register” 7. Son dos registros distintos.

El protocolo ModBus está orientado a mensajes y es maestro-esclavo. Es decir, en la red RS485 sólo hay un único dispositivo que hace de maestro y numerosos equipos que hacen de esclavo.

No puede haber más de un equipo maestro al mismo tiempo, porque el protocolo no sabe nada de resolver colisiones. A nivel lógico utilizando nuestro servicio modbus si se podría implementar un sistema donde varias aplicaciones master tipo SCADA pudiesen acceder al mismo tiempo a un módulo. Eso se escapa de este manual.

El maestro, normalmente un ordenador, autómata o micro controlador, mantiene un diálogo imperativo con los esclavos. Para ello les envía mensajes y ellos los interpretan, obedecen y responden. Cada vez que se pregunta a un esclavo, este responde.

Dentro de ModBus hay dos tipos de mensajes: los mensajes ASCII y los binarios. Estos últimos son también conocidos como RTU y son los que implementan nuestro equipos.

Los mensajes tienen la siguiente forma:

Dirección	Cod. Función	DATOS	CRC
-----------	--------------	-------	-----

El master envía un mensaje y el esclavo devuelve otro mensaje, respetando el mismo formato. El significado de cada una de las partes es el siguiente:

Dirección	<p>Es la dirección del dispositivo esclavo al que ha sido dirigido el mensaje. Cuando el esclavo responde indica su origen en este campo.</p> <p>Debe tener presente que en ModBus son válidas solamente las direcciones 1 a 247. Las direcciones 248 a 255 está reservadas y no deben ser utilizadas. Todos los equipos responden a la dirección 254, pero esta solo debe ser empleada si hay un único equipo en la red, pues todas las respuestas van a colisionar.</p>
Cod. Función	<p>Se trata del código de función, es decir, lo que se espera que haga el módulo esclavo. El código de función, como se describirá más adelante, sirve básicamente para decirle al esclavo que se desea leer o escribir sobre un registro.</p> <p>En la respuesta este código de función puede también contener una indicación de que se ha producido un error.</p>
Datos	<p>Es un número de bytes que contiene datos adicionales al código de la función, por ejemplo, si se desea escribir sobre relés, los datos deberán contener el estado deseado para los relés.</p>
CRC	<p>Es un valor que permite saber si el contenido del mensaje ha sido alterado o no por el camino. Se trata de un a función polinómica de 16 bits que se muestra al final de este manual.</p>

Para poder diferenciar el inicio y el final de un paquete, entre estos se intercala un tiempo en el que ningún equipo transmite nada. Este tiempo debe ser de al menos 3,5 caracteres, es decir, 35 bits.

Si está trabajando a 9600 baudios, este tiempo será de 35/9600 baudios, es decir, unos 3,6ms. Con la finalidad de evitar que los tiempos sean excesivamente cortos cuando aumenta la velocidad se pone como tiempo mínimo 1,7ms.

Para evitar confusiones, entre caracteres de un mismo mensaje no debe haber más de 1,5 caracteres. Para evitar tiempos muy grandes, se pone un tiempo máximo de 759us para velocidades superiores a 19200 baudios.

En la práctica, cumplir este requisito es sencillo. El programador únicamente debe asegurarse de que los caracteres de un mensaje se transmiten seguidos, sin pausas ni interrupciones. Para ello la solución es cargar todo el mensaje en una variable o arreglo y luego enviar el conjunto hacia el puerto RS485.

Por el contrario, si se envía primero el byte de dirección, el código de función, luego los datos y finalmente se calcula el CRC, es garantía de que no funcionará. Posiblemente calcular el CRC requiera un tiempo y posiblemente entre las muchas instrucciones el sistema operativo realice un cambio de contexto (asignar la CPU a otro proceso/programa).

El protocolo ModBus tiene un gran número de códigos de función, no siendo necesarios todos. Nosotros no los hemos implementados todos. Los que están implementados en nuestras tarjetas son los siguientes:

0x01 Read Coils

Permite leer el estado de los “coils”.

0x02 Read Discrete Inputs

Permite leer el estado de los “discrete inputs”.

0x03 Read Holding Registers

Permite leer los registros de 16 bits del equipo.

0x04 Read Input Register

Permite leer los registros de 16 bits del equipo.

0x05 Write Single Coil

Permite definir el estado de un “coil”.

0x06 Write Single Holding Register

Permite definir el estado de un “holding register”.

0x0F Write Multiple Coils

Permite mediante una transacción escribir varios/todos los relés.

0x10 Write Multiple Holding Register

Permite mediante una transacción escribir varios/todos los registros

8 MÓDULO I4E4SD – ENTRADAS DIGITALES Y SALIDAS A RELÉ

(entradas auto alimentadas)

8.1 Características técnicas.

Entradas

El equipo dispone de 4 entradas autoalimentadas. Las entradas autoalimentadas se pueden conectar a cualquier dispositivo que pueda cerrar el circuito. Típicamente estos dispositivos son interruptores, finales de carrera o sensores con salida NPN.

Desde programa se pueden leer:

- a) Entradas directas donde el estado leído es el estado que hay en ese momento.
- b) Entradas latcheadas. Se lee un estado alto cuando ha habido un estado alto desde la última lectura, independientemente del tiempo transcurrido o del estado de la entrada en el momento de lectura.
- c) Entradas como contador. Cada una de las entradas tiene asociado un contador de 32 bits que se va incrementando automáticamente cada vez que pasa de estado bajo a estado alto (flancos ascendentes).

La frecuencia máxima de conteo es de 25 Hz. El conteo es siempre en sentido ascendente.

- d) Entradas como frecuencímetro. Cada una de las entradas dispone de un frecuencímetro capaz de medir frecuencias de 0 a 25 Hz con una precisión de 1 Hz.

También es posible configurar desde el software a qué corresponde un estado alto o bajo, esto es, si el estado alto es cuando está cerrado el circuito o si por el contrario cuando está abierto.

Salidas

Dispone de 4 salidas a relé capaces de gobernar cargas **resistivas** de hasta 10 A a 250 VAC. Entre los relés y la electrónica se ha incluido un filtro que impide que los ruidos inducidos en las bobinas puedan afectar a la electrónica.

Los relés utilizados son del tipo NAIS ALQ324 o equivalentes.

Cada uno de los relés dispone de un varistor de 380V que evita que en los contactos de los relés se genere un arco voltaico excesivamente intenso.

Alimentación

El equipo debe alimentarse a 24V corriente continua, pero acepta cualquier alimentación entre 18VDC y 30VDC.

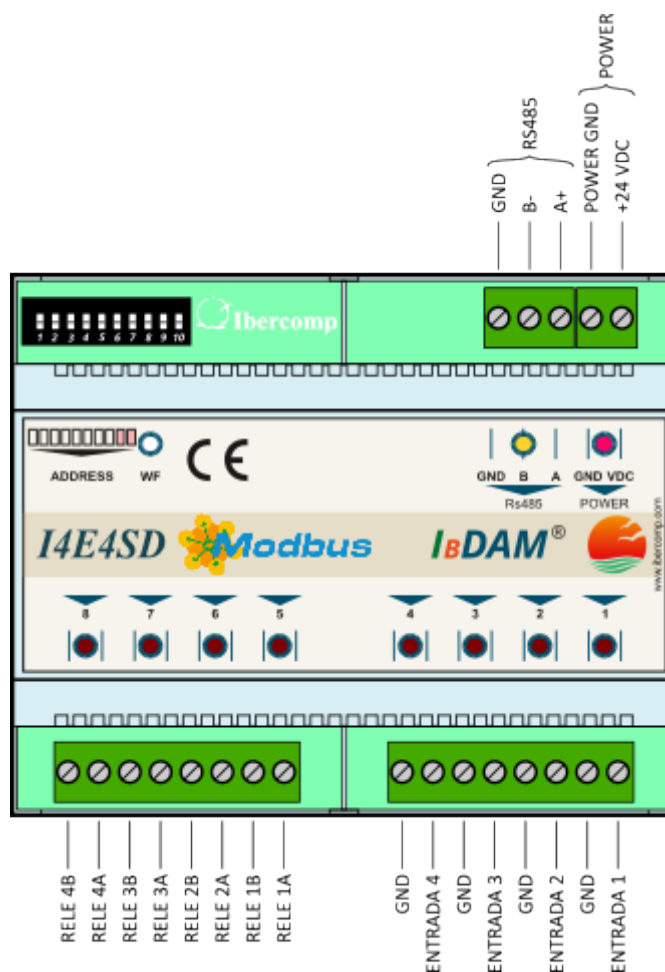
Consumo

El consumo del equipo funcionando a 24V, con todas las entradas y salidas activas, es inferior a 1.6W.

8.2 Conexión de la tarjeta.

El equipo dispone de 4 entradas digitales autoalimentadas que están disponibles en las regletas de conexión. Para activar una entrada es necesario cerrar las dos bornas (Común y Entrada n).

Todas las señales GND están conectadas a GND de la alimentación a través de una resistencia.



Dispone además de 4 salidas a relé independientes, capaces de gobernar una carga resistiva de 10A a 250VAC.

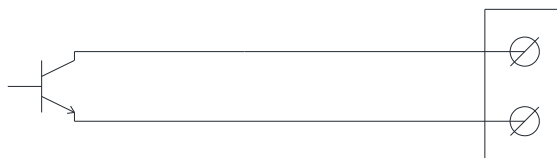
NOTA: Debe tener presente que no debe conmutar directamente fuentes de alimentación o lámparas de LED si estas tienen corrientes elevadas de arranque. Hay fuentes pequeñas de 35W que pueden tener picos de arranque de 70A. Si quiere evitar problemas deberá añadir una resistencia limitadora, pudiendo ser esta fija o tipo NTC.

8.3 Ejemplos de conexionado.

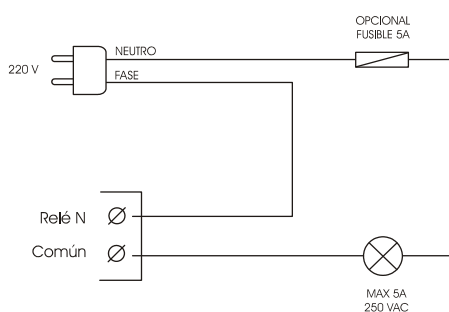
Pulsador



Sensor salida NPN



A continuación se indica cómo conectar una lámpara incandescente que equivale a una carga resistiva.



8.4 Significado de los LEDs.

LED AP Cada un de los LEDs indica el estado de una entrada o una salida, normalmente el LED lucirá para indicar que la entrada/salida tiene tensión.

Este comportamiento puede invertirse individualmente para cada LED invirtiendo el estado de la entrada o salida asociada mediante el registro 16 del bloque de parámetros de la tarjeta. En caso de estar invertido este LED lucirá cuando no haya tensión en su entrada o el relé esté apagado.

Los primeros 4 LEDs corresponden a las entradas autoalimentadas, mientras que los restantes corresponden a las salidas a relé.

8.5 Jumpers de configuración.

Este equipo no dispone de "Jumpers" de configuración.

8.6 Mapa de registros

TABLA DISCRETE INPUTS

nº	tipo	descripción
0	RO	Entrada directa 1.
1	RO	Entrada directa 2.
2	RO	Entrada directa 3.
3	RO	Entrada directa 4.
4	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 1.
5	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 2.
6	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 3.
7	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 4.

TABLA COILS

nº	tipo	descripción
0		Estado relé 1.
1		Estado relé 2.
2		Estado relé 3.
3		Estado relé 4.
4		Estado relé temporizado 1.
5		Estado relé temporizado 2.
6		Estado relé temporizado 3.
7		Estado relé temporizado 4.
8	EE	A partir de la versión 1.1 se ha añadido este registro. Si se activa cuando una entrada sea activada se activará el relé temporizado. Esta función se

nº	tipo	descripción
		añadió para que el equipo pueda controlar luces en zonas comunes mediante sensores de presencia.

El estado del relé puede ser 1, que quiere decir activo y 0 que quiere decir inactivo. Si se activa un relé temporizado, durante un tiempo se activará el relé, una vez transcurrido este tiempo el relé volverá a su estado.

Para esta funcionalidad lo normal es poner el estado del relé a 0 y activar el relé temporizado. El relé físico se activará durante un tiempo indicado en su registro temporizador. Durante este tiempo una lectura al relé dará 1. Del mismo modo una escritura sobre el relé apagará el relé temporizado.

Como se indica más adelante, el relé temporizado puede activarse escribiendo directamente en su temporizador. Registros 40 a 43.

TABLA REGISTER INPUTS

--	--	--

Este equipo carece de "register inputs".

TABLA HOLDING REGISTERS

nº	tipo	descripción
1 a 15		Bloque cabecera común a todos los módulos
16	EE	Máscara de las entradas. Cada bit indica si su entrada asociada debe ser invertida. Un valor 1 indica que la entrada debe mantenerse, mientras que un valor 0 indica que la entrada no debe mantenerse, es decir debe ser invertida. Se utilizan únicamente los cuatro bits inferiores que corresponden a las entradas 1, 2, 3 y 4 Por defecto 0x0000
17	EE	Estado de los relés cuando se detecta ausencia de comunicación. Cuando el equipo no tiene comunicación con el maestro durante cierto tiempo, los relés adquieren el estado indicado en este registro. Solo tienen significado los bits 4 a 7, que corresponden a las salidas 5, 6, 7 y 8 Por defecto 0x0000
18	EE	Estado de los relés al inicializar el equipo. Cada bit corresponde a un relé. Solo son válidos los bits 4 a 7.

nº	tipo	descripción
		Por defecto 0x0000
19	EE	Máscara de relés. Cada bit de esta máscara indica el estado del relé cuando este es puesto a 1. Si el bit asociado es 1 el relé activo será encendido, mientras que si es 0 el relé activo será apagado. Solo son válidos los bits 4 a 7 Por defecto 0xFFFF
20	EE	Parte alta del contador de la entrada 1.
21	EE	Parte baja del contador de la entrada 1.
22	EE	Parte alta del contador de la entrada 2.
23	EE	Parte baja del contador de la entrada 2.
24	EE	Parte alta del contador de la entrada 3.
25	EE	Parte baja del contador de la entrada 3.
26	EE	Parte alta del contador de la entrada 4.
27	EE	Parte baja del contador de la entrada 4.
28	RO	Frecuencia entrada 1.
29	RO	Frecuencia entrada 2.
30	RO	Frecuencia entrada 3.
31	RO	Frecuencia entrada 4.
32	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 5. Es el valor que se temporiza cuando arranca el equipo en frío. En frío quiere decir que se corta la corriente y se vuelve a dar. En un arranque en caliente se intenta conservar la última configuración.
33	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 6
34	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 7
35	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 8
36	MM	Valor recarga temporizador relé 5. El valor de este registro, décimas de segundo, es el tiempo que se activará el relé temporizado cuando sobre este se escriba un 1.
37	MM	Valor recarga temporizador relé 6.
38	MM	Valor recarga temporizador relé 7.
39	MM	Valor recarga temporizador relé 8.
40	MM	Tiempo pendiente para que el relé 5 vuelva a su valor
41	MM	Tiempo pendiente para que el relé 6 vuelva a su valor
42	MM	Tiempo pendiente para que el relé 7 vuelva a su valor
43	MM	Tiempo pendiente para que el relé 8 vuelva a su valor

9 MÓDULO I4E4SA – ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS

9.1 Características técnicas.

Este equipo dispone de 4 salidas analógicas de 12 bits y 4 entradas analógicas de 16 bits.

Salidas

La resolución de las salidas es de 4096 puntos (12 bits) y con capacidad de suministrar cada una hasta 100 mA y 500 mA en conjunto. Cada una de las entradas dispone de un fusible de protección rearmable tipo PTC de 100mA.

El rango de las salidas es de 0 a 10,15V

Entradas

Este módulo dispone de 4 entradas analógicas con una resolución de 65536 puntos (16 bits). Estas entradas pueden ser configuradas mediante “jumpers” internos para que midan:

- a) Entrada 0..20,08 mA con una impedancia de 102 Ohmios, y una caída de tensión máxima de 2.048 Voltios.
- b) Entrada 0..2,048V con alta impedancia.
- c) Entrada 0..10,27 V con impedancia de 11,08 Kohmios.
- d) Entrada medición resistencia con la fórmula $R = \text{adc} * 10000 / (65536 - \text{adc})$ Apto para medir resistencias KTY de 2K o NTC de 10K

Internamente el módulo implementa un filtro “pasabajo” que elimina ruidos de frecuencias altas..

Alimentación

Este módulo debe ser alimentado a 24VDC, aunque acepta tensiones comprendidas entre 18V y 30V. Si aumenta más la tensión puede dañar irreversiblemente componentes internos.

Consumo

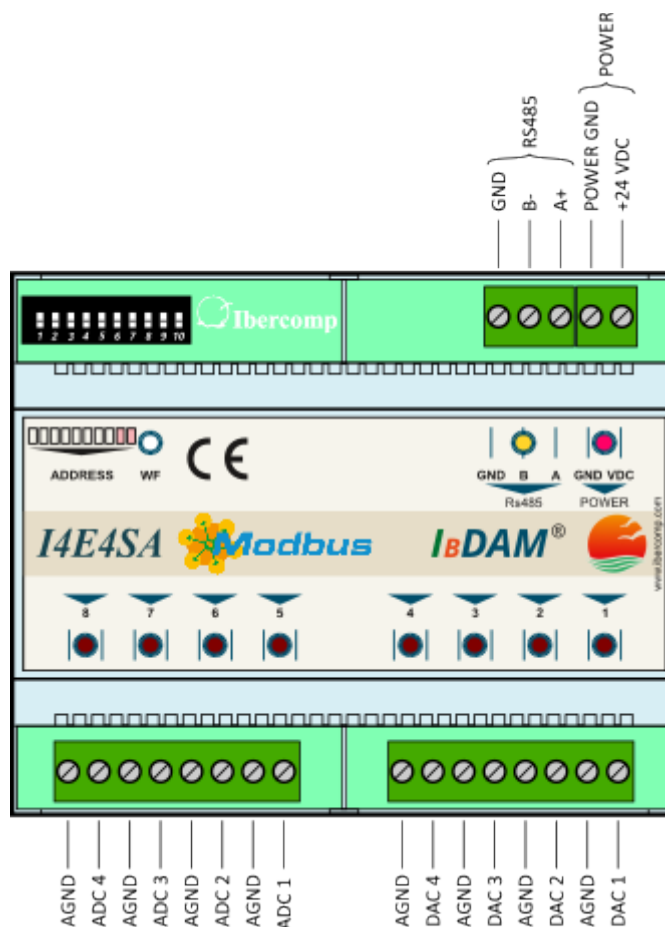
El consumo del equipo es inferior a 0,72W cuando se alimenta a 24VDC.

9.2 Conexión de la tarjeta.

Las cuatro salidas analógicas son capaces de suministrar una tensión de referencia variable entre 0 y 10.15 voltios y una corriente máxima de 100 mA.

Este módulo dispone además de 4 entradas.

Cada una de estas entradas y salidas están disponibles en las regletas de conexión enchufables. Ha de tener presente que todas están referenciadas a la misma tierra, por lo que las tierras de cada una de las entradas están conectadas entre sí dentro del mismo circuito.



La tensión de salida es siempre positiva respecto a las tierras analógicas, siendo estas comunes a todas las salidas.

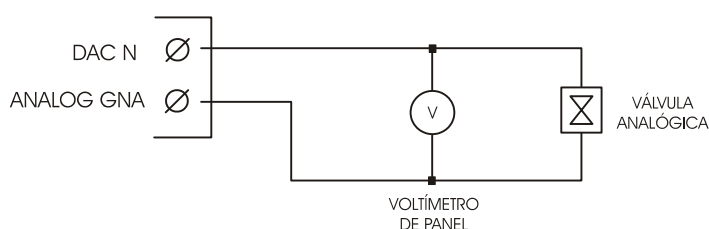
Debe tener presente que en este equipo la tierra asociada a las entradas analógicas debe ser "parecida" a la tierra proporcionada en la alimentación. Ambas internamente están separadas únicamente por un filtro RLC.

El modo de conectar los diferentes elementos sensores al equipo dependerá de la configuración de los “jumpers” internos.

Debe tener presente que en este equipo la tierra asociada a las entradas analógicas debe ser “parecida” a la tierra proporcionada en la alimentación. Ambas internamente están separadas únicamente por un filtro RLC.

9.3 Ejemplos de conexionado.

Generalmente las salidas analógicas se utilizarán como referencia de tensión para algún tipo de dispositivo, como pueda ser el circuito de control de una válvula analógica o un variador de frecuencia.



La conexión no presenta dificultades significativas; simplemente siga las instrucciones proporcionadas por el fabricante del dispositivo de control. Opcionalmente, puede incorporar un voltímetro de panel a la instalación para supervisar el estado de la salida.

En caso de utilizar salidas analógicas, estas son capaces de gestionar cargas ligeras, como una pequeña lámpara incandescente. Es importante tener en cuenta la presencia de un fusible rearmable (resistencia PTC) integrado en la salida, diseñado para protegerla contra consumos excesivos. Sin embargo, este fusible puede generar una ligera caída de tensión en la salida, resultando en una tensión de salida inferior a la que se obtendría sin la presencia de dicho dispositivo de protección.



La parte de las entradas analógicas es bastante flexible y con un poco de ingenio se le pueden conectar multitud de sondas. No es nuestra intención describir una a una las sondas sino simplemente dar algunos ejemplos.

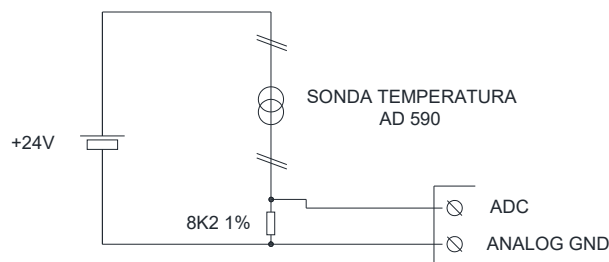
Como ya hemos indicado anteriormente las entradas pueden ser configuradas para medir tensiones de 0 a 2,048V o de 0 a 10V. También es posible intercalar una resistencia de 103 Ohmios para medir corrientes de 0 a 20,8 mA.

En un primer ejemplo mostraremos cómo conectar una sonda de 4..20 mA. Este tipo de sondas es muy común, y su ventaja frente a cualquier otra estriba en:

- Utiliza los mismos hilos para alimentar y medir el sensor. Cualquier sensor requiere una alimentación constante de 4 mA y una tensión entre 12 y 35 Voltios dependiendo del fabricante.
- Este tipo de sensores regula la intensidad, consumiendo 4mA para un valor mínimo y 20mA para un valor grande. Esta intensidad no se ve afectada por la resistividad del cable, por lo que se pueden realizar grandes tiradas de hilo sin afectar la medida.

El inconveniente de este tipo de sensores es que son relativamente caros. Si lo que desea es medir temperatura, existen unos elementos de sensores de intensidad denominados AD590. Estos sensores dejan circular por ellos 1uA por cada °K que estén midiendo. (°K es equivalente a °C + 273.2)

Para conectar este sensor deberemos añadir una resistencia externa calculada de tal manera que la temperatura máxima que deseamos leer nos cree una tensión de 2.048V. Obviamente no tendremos el rango entero de la entrada pero si una precisión adecuada a la sonda.



En otro tipo de aplicaciones puede ser necesario dotar a la instalación de algún potenciómetro que permita ajustar algún parámetro de la misma o un sensor resistivo (ej: Veleta basada en potenciómetro sin fin).



Pueden ser sensores puramente resistivos las resistencias PTC, NTC, LDR, Estos sensores son por lo general muy económicos pero tienen el inconveniente por un lado que sus mediciones no son lineales y por otro sus mediciones se ven afectadas por la resistividad del cable.

Internamente el conversor conecta la entrada a una referencia de 2.048V mediante una resistencia fija de 10K, con lo que nos queda la siguiente fórmula:

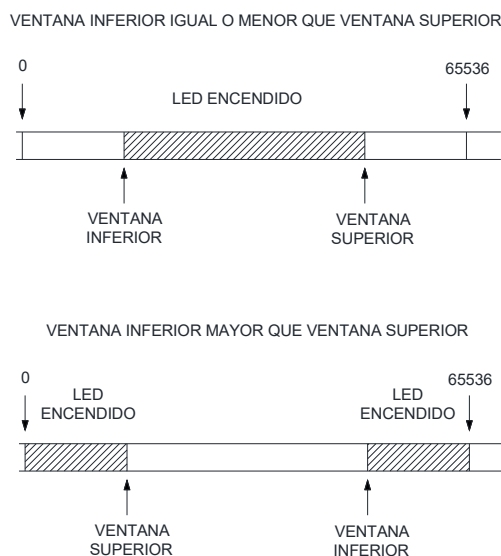
$$R_{NTC} = (R_{FIJA} * adc)/(65536-adc)$$

9.4 Significado de los LEDs.

LED AP Cada uno de los LEDs de aplicación estará asociado a una salida o entrada analógica. El funcionamiento individual de cada LED dependerá de la configuración de la tablas de registros almacenadas en las posiciones 28 y 43.

Si la ventana inferior es menor que la superior el LED se encenderá si la entrada analógica tiene un valor entre ventana inferior y superior.

En el caso de que la superior sea menor que la inferior el LED se encenderá si el valor de la entrada analógica es mayor que la inferior o menor que la superior.



Los primeros 4 LEDs corresponden a las salidas analógicas, mientras que los restantes corresponden a las entradas analógicas.

9.5 Jumpers de configuración.

Las salidas no disponen de jumpers de configuración, mientras que las entradas pueden configurarse los rangos de cada una de las entradas. Estos rangos de entrada son:

- a) Tensión de 0 a 2.048 voltios.
- b) Corriente de 0 a 20,08 mA.
- c) Tensión de 0 a 10,27 voltios.
- d) Resistencia

La opción a) es una conexión directa al convertor analógico/digital que se encuentra dentro del equipo, dispone por tanto de una impedancia de entrada muy alta. Las configuración b) están ideadas para conectar sondas del tipo 0..20mA o 4..20mA, y tienen una impedancia de entrada muy baja (del orden de 102 Ohmios).

Si el equipo está configurado en este modo y le suministra una tensión mayor que 2.5 voltios probablemente quemará una resistencia SMD interna.



9.6 Mapa de registros

TABLA DISCRETE INPUTS

nº	tipo	descripción
0		Ventana entrada salida analógica 1. Esta entrada está a 1 si la salida analógica asociada está dentro de la ventana definida por los márgenes inferior y superior. Es también el valor que se enviará a los LEDs frontales.
1		Ventana entrada analógica 2.
2		Ventana entrada analógica 3.
3		Ventana entrada analógica 4.
4		Ventana entrada analógica 5.
5		Ventana entrada analógica 6.
6		Ventana entrada analógica 7.
7		Ventana entrada analógica 8.

TABLA COILS

--	--	--

Este equipo carece de “coils”.

TABLA REGISTER INPUTS

nº	tipo	descripción
0	RO	Entrada analógica canal 1.
1	RO	Entrada analógica canal 2.
2	RO	Entrada analógica canal 3.
3	RO	Entrada analógica canal 4.

Este equipo carece de “register inputs”.

TABLA HOLDING REGISTERS

nº	tipo	descripción
1 a 15		Bloque cabecera común a todos los módulos
16	MM	Valor salida analógica 1. Debe ser un valor entre 0 y 65535, que corresponderá a 0V y tensión máxima. Esta tensión máxima depende de la configuración.
17	MM	Valor salida analógica 2.
18	MM	Valor salida analógica 3.
19	MM	Valor salida analógica 4.
20	EE	Valor de la salida analógica 1 cuando no hay comunicación. Cuando el equipo no tiene comunicación con el maestro durante cierto tiempo la salida 0 adquiere el valor indicado en este registro.
21	EE	Valor de la salida analógica 2 cuando no hay comunicación.
22	EE	Valor de la salida analógica 3 cuando no hay comunicación.
23	EE	Valor de la salida analógica 4 cuando no hay comunicación.
24	EE	Estado de la salida 1 al inicializar el equipo.
25	EE	Estado de la salida 2 al inicializar el equipo.
26	EE	Estado de la salida 3 al inicializar el equipo.
27	EE	Estado de la salida 4 al inicializar el equipo.
28	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 1. Se utiliza para definir el estado del LED asociado.
29	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 2.
30	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 3.
31	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 4.
32	EE	Valor superior ventana salida analógica 1. Se utiliza para definir el estado del LED asociado.
33	EE	Valor superior ventana salida analógica 2.
34	EE	Valor superior ventana salida analógica 3.
35	EE	Valor superior ventana salida analógica 4.

nº	tipo	descripción
36	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 1.
37	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 2.
38	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 3.
39	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 4.
40	EE	Valor superior ventana entrada analógica 1.
41	EE	Valor superior ventana entrada analógica 2.
42	EE	Valor superior ventana entrada analógica 3.
43	EE	Valor superior ventana entrada analógica 4.
44	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 1.
45	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 2.
46	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 3.
47	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 4.
48	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 1.
49	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 2.
50	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 3.
51	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 4.

10 MÓDULO I8EDa – ENTRADAS DIGITALES AUTOALIMENTADAS

10.1 Características técnicas.

Entradas

El equipo dispone de 8 entradas autoalimentadas, que pueden ser leídas desde los registros ModBus de las siguientes maneras:

- a) Entradas directas donde el estado leído es el estado que hay en ese momento.
- b) Entradas latcheadas, se lee un estado alto cuando ha habido un estado alto desde la última lectura, independientemente del tiempo transcurrido o del estado de la entrada en el momento de la lectura.
- c) Entradas como contador. Cada una de las entradas tiene asociado un contador de 32 bits que va incrementándose automáticamente cada vez que la entrada pasa de estado bajo a estado alto (flancos ascendentes).

La máxima frecuencia de conteo es de 25Hz. El conteo es siempre en sentido ascendente.

- d) Entradas como frecuencímetro. Cada una de las entradas dispone de un frecuencímetro capaz de medir frecuencias de 0 a 25Hz con una precisión de 1Hz.

También es posible configurar desde el software a qué corresponde un estado alto o bajo, esto es, si el estado alto es cuando el contacto está cerrado o abierto..

NOTA: Estas entradas no están aisladas, por lo que los contactos o circuitos conectados a ellas deben estar aislados o conectados al GND del propio módulo.

Alimentación

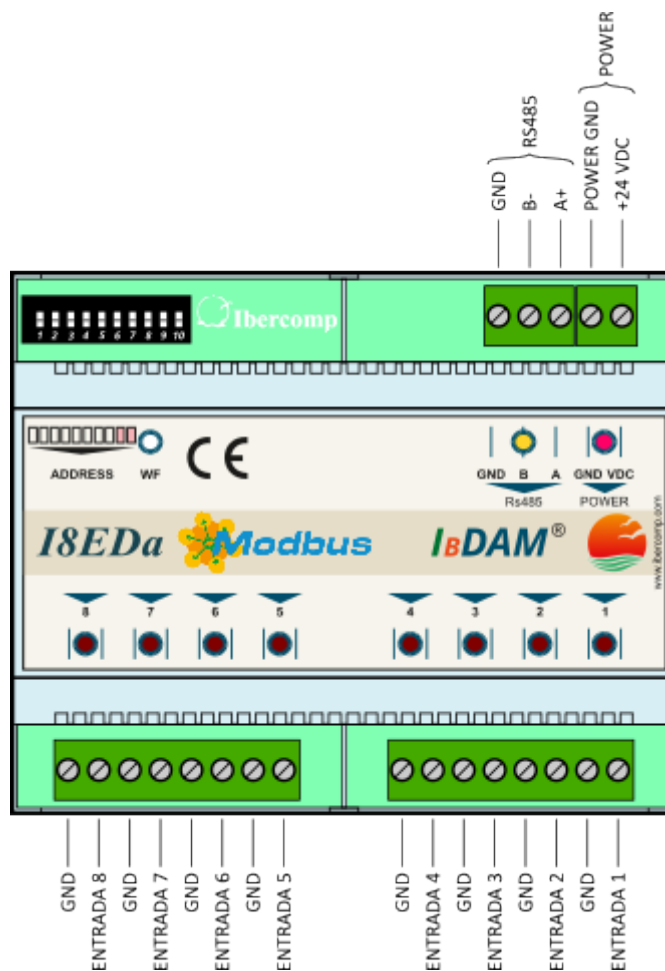
La tensión de alimentación recomendada de este equipo es de 24V, pero funciona correctamente con tensiones entre 9VDC y 30VDC.

Consumo

El consumo del equipo funcionando a 24V es inferior a 1,2W

10.2 Conexión del módulo.

El equipo dispone de 8 entradas digitales autoalimentadas independientes, que están disponibles en las regletas de conexión. Para activar una entrada es necesario cerrar el circuito entre las dos bornas (GND y entrada n).



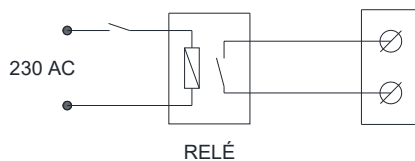
En la entrada puede meter tensión positiva, por ejemplo 24V, pero se activará cuando sea 0V. Cualquier tensión superior a 2.6V será interpretada como si el circuito estuviese abierto.

Tensiones negativas pueden destruir el equipo.

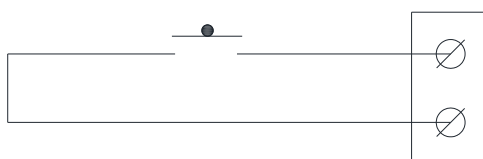
10.3 Ejemplos de conexionado

Utilizar estas entradas es relativamente sencillo, basta con cerrar el circuito.

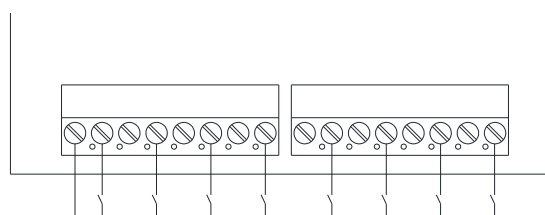
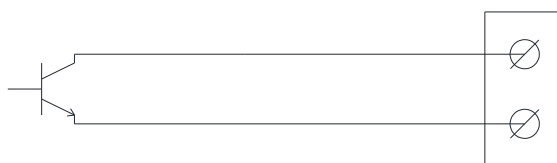
Si desea poder monitorizar si en un punto hay una tensión o no lo más sencillo y limpio es añadir un relé de acoplamiento. Es decir un relé con bobinado de 230VAC y salida SPST (un contacto simple normalmente abierto).



En la mayoría de los casos se conectará directamente el final de carrera, contador, ... directamente a las dos bornas.



Algunos elementos sensores, como nuestro sensor PIR, disponen de una salida NPN. Aquí deberá alimentar el sensor con una alimentación que comparta el mismo GND del módulo, y conectar el GND del sensor al GND de la entrada. Luego la salida a transistor deberá conectarla directamente a la entrada.



10.4 Significado de los LEDs

LED APP Cada uno de los LEDs indica el estado de una entrada. Normalmente el LED lucirá para indicar que la entrada tiene tensión.

Este comportamiento puede invertirse individualmente para cada LED invirtiendo el estado de la entrada asociada mediante el registro 16.

10.5 Jumpers de configuración

Este equipo dispone no dispone de “Jumpers” de configuración.

10.6 Mapa de Registros

TABLA DISCRETE INPUTS

nº	tipo	descripción
0	RO	Entrada directa 1
1	RO	Entrada directa 2
2	RO	Entrada directa 3
3	RO	Entrada directa 4
4	RO	Entrada directa 5
5	RO	Entrada directa 6
6	RO	Entrada directa 7
7	RO	Entrada directa 8
8	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 1.
9	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 2.
10	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 3.
11	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 4.
12	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 5.
13	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 6.
14	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 7.
15	RO	Entrada latcheada asociada a la entrada 8.

TABLA COILS

--	--	--

Este equipo carece de salidas digitales.

TABLA REGISTER INPUTS

--	--	--

Este equipo carece de “register inputs”.

TABLA HOLDING REGISTERS

nº	tipo	descripción
0 a 15		Bloque cabecera común a todos los módulos

nº	tipo	descripción
16	EE	Máscara de las entradas. Cada bit indica si su entrada asociada debe ser invertida. Un valor 1 indica que la entrada debe mantenerse, mientras que un valor 0 indica que la entrada no debe mantenerse, es decir debe ser invertida.
17	EE	R E S E R V A D O
18	EE	R E S E R V A D O
19	EE	R E S E R V A D O
20	EE	Parte alta del contador de la entrada 1
21	EE	Parte baja del contador de la entrada 1
22	EE	Parte alta del contador de la entrada 2
23	EE	Parte baja del contador de la entrada 2
24	EE	Parte alta del contador de la entrada 3
25	EE	Parte baja del contador de la entrada 3
26	EE	Parte alta del contador de la entrada 4
27	EE	Parte baja del contador de la entrada 4
28	EE	Parte alta del contador de la entrada 5
29	EE	Parte baja del contador de la entrada 5
30	EE	Parte alta del contador de la entrada 6
31	EE	Parte baja del contador de la entrada 6
32	EE	Parte alta del contador de la entrada 7
33	EE	Parte baja del contador de la entrada 7
34	EE	Parte alta del contador de la entrada 8
35	EE	Parte baja del contador de la entrada 8
36	RO	Frecuencia entrada 1
37	RO	Frecuencia entrada 2
38	RO	Frecuencia entrada 3
39	RO	Frecuencia entrada 4
40	RO	Frecuencia entrada 5
41	RO	Frecuencia entrada 6
42	RO	Frecuencia entrada 7
43	RO	Frecuencia entrada 8

11 MÓDULO I8EDo – ENTRADAS DIGITALES OPTOACOPLADAS

11.1 Características técnicas.

Entradas

El equipo dispone de 8 entradas optoacopladas. Estas pueden ser gobernadas desde el software de varias maneras:

- a) Entradas directas donde el estado leído es el estado que hay en ese momento.
- b) Entradas latched, se lee un estado alto cuando ha habido un estado alto desde la última lectura, independientemente del tiempo transcurrido o del estado de la entrada en el momento de lectura.
- c) Entradas como contador. Cada una de las entradas tiene asociado un contador de 32 bits que se va incrementando automáticamente cada vez que pasa de estado bajo a estado alto (flancos ascendentes). La frecuencia máxima de conteo es de 1 KHz. El conteo es siempre en sentido ascendente.
- d) Entradas como frecuencímetro. Cada una de las entradas dispone de un frecuencímetro capaz de medir frecuencias de 0 a 255 Hz con una precisión de 1 Hz.

También es posible configurar desde el software a que corresponde un estado alto o bajo, esto es, si el estado alto es cuando hay tensión o ausencia de esta.

El optoacoplador utilizado en las entradas es el SHARP PC354N al cual se le pone en serie con los diodos de entrada una resistencia de 2K2. El aislamiento que indica el fabricante es de 3750 Voltios.

Alimentación

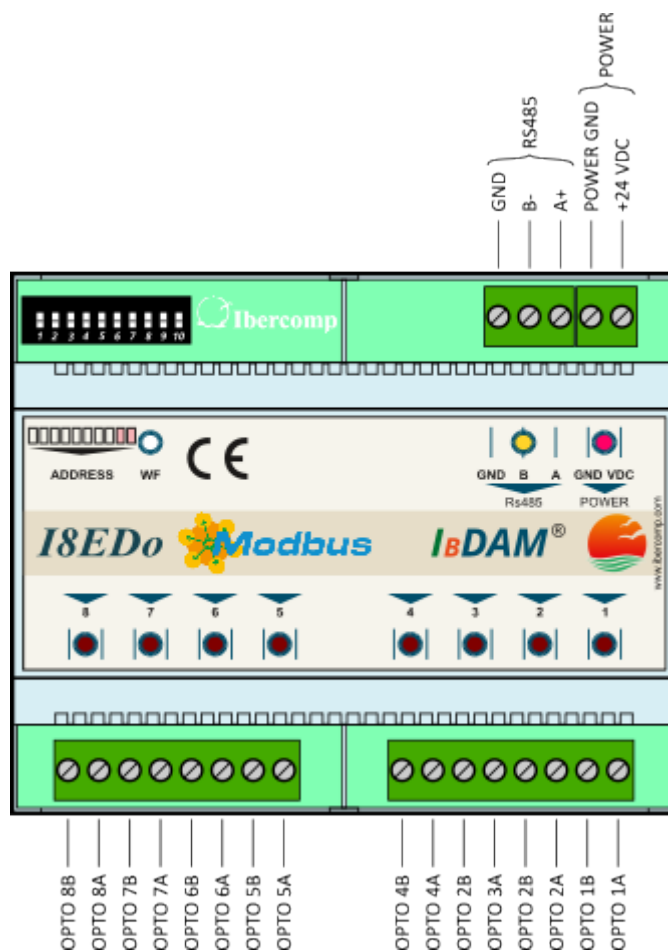
La tensión de alimentación recomendada de este equipo es de 24V, pero funciona correctamente con tensiones entre 9VDC y 30VDC.

Consumo

El consumo del equipo funcionando a 24V es inferior a 1,2W

11.2 Conexión del módulo.

El equipo dispone de 8 entradas digitales optoacopladas independientes, que están disponibles en las regletas de conexión. Para activar una entrada es necesario dar tensión a sus dos bornas (A y B).



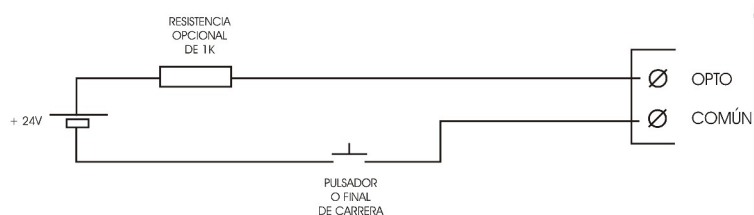
La tensión necesaria para excitar una entrada dependerá de la configuración de los switches internos del equipo. Por defecto los equipos vienen configurados para aceptar 24 voltios corriente alterna.

Si configura las entradas para tensión continua, deberá aplicar positivo a las bornas A y negativo a las bornas B.

En este equipo no es necesario que las tensiones de entrada estén referenciadas a la tierra de la alimentación.

11.3 Ejemplos de conexionado

Este tipo de entradas se utilizan para leer un pulsador, un final de carrera, Se caracterizan por no llevar tensión hasta el elemento sensor, de modo que si cortocircuitamos cualquiera de las dos líneas que llegan a este con negativo o positivo no ocurre ninguna desgracia.



Para convertir la entrada en libre de tensión será suficiente intercalar una resistencia en serie con la fuente de alimentación que alimentará la entrada. Esta resistencia debe estar situada muy cerca de fuente.

11.4 Significado de los LEDs

LED APP Cada uno de los LEDs indica el estado de una entrada. Normalmente el LED lucirá para indicar que la entrada tiene tensión.

Este comportamiento puede invertirse individualmente para cada LED invirtiendo el estado de la entrada asociada mediante el registro 16.

11.5 Jumpers de configuración

Este equipo no dispone.

11.6 Mapa de Registros

TABLA DISCRETE INPUTS

nº	tipo	descripción
0		Entrada directa 1
1		Entrada directa 2
2		Entrada directa 3
3		Entrada directa 4
4		Entrada directa 5
5		Entrada directa 6
6		Entrada directa 7
7		Entrada directa 8
8		Entrada latched asociada a la entrada 1.
9		Entrada latched asociada a la entrada 2.
10		Entrada latched asociada a la entrada 3.
11		Entrada latched asociada a la entrada 4.
12		Entrada latched asociada a la entrada 5.
13		Entrada latched asociada a la entrada 6.
14		Entrada latched asociada a la entrada 7.
15		Entrada latched asociada a la entrada 8.

TABLA COILS

--	--	--

Este equipo carece de salidas digitales.

TABLA REGISTER INPUTS

--	--	--

Este equipo carece de "register inputs".

TABLA HOLDING REGISTERS

nº	tipo	descripción
0 a 15		Bloque cabecera común a todos los módulos
16	EE	Máscara de las entradas. Cada bit indica si su entrada asociada debe ser invertida. Un valor 1 indica que la entrada debe mantenerse, mientras que un valor 0 indica que la entrada no debe mantenerse, es decir debe ser invertida.
17	EE	R E S E R V A D O
18	EE	R E S E R V A D O
19	EE	R E S E R V A D O
20	EE	Parte alta del contador de la entrada 1
21	EE	Parte baja del contador de la entrada 1
22	EE	Parte alta del contador de la entrada 2
23	EE	Parte baja del contador de la entrada 2
24	EE	Parte alta del contador de la entrada 3
25	EE	Parte baja del contador de la entrada 3
26	EE	Parte alta del contador de la entrada 4
27	EE	Parte baja del contador de la entrada 4
28	EE	Parte alta del contador de la entrada 5
29	EE	Parte baja del contador de la entrada 5
30	EE	Parte alta del contador de la entrada 6
31	EE	Parte baja del contador de la entrada 6
32	EE	Parte alta del contador de la entrada 7
33	EE	Parte baja del contador de la entrada 7
34	EE	Parte alta del contador de la entrada 8
35	EE	Parte baja del contador de la entrada 8
36	RO	Frecuencia entrada 1

nº	tipo	descripción
37	RO	Frecuencia entrada 2
38	RO	Frecuencia entrada 3
39	RO	Frecuencia entrada 4
40	RO	Frecuencia entrada 5
41	RO	Frecuencia entrada 6
42	RO	Frecuencia entrada 7
43	RO	Frecuencia entrada 8

12 MÓDULO I8SD – SALIDAS DIGITALES A RELÉ SPTD 10A

12.1 Características técnicas.

Salidas

Dispone de 8 salidas a relé capaces de gobernar cargas **resistivas** de hasta 10 A a 250 VAC. Entre los relés y la electrónica se ha incluido un filtro que impide que los ruidos inducidos en las bobinas puedan afectar a la electrónica.

Todos los relés utilizados son del tipo NAIS ALQ324 o equivalentes.

Cada uno de los relés dispone de un varistor de 380V que evita que en los contactos de los relés se genere un arco voltaico excesivamente intenso.

Alimentación

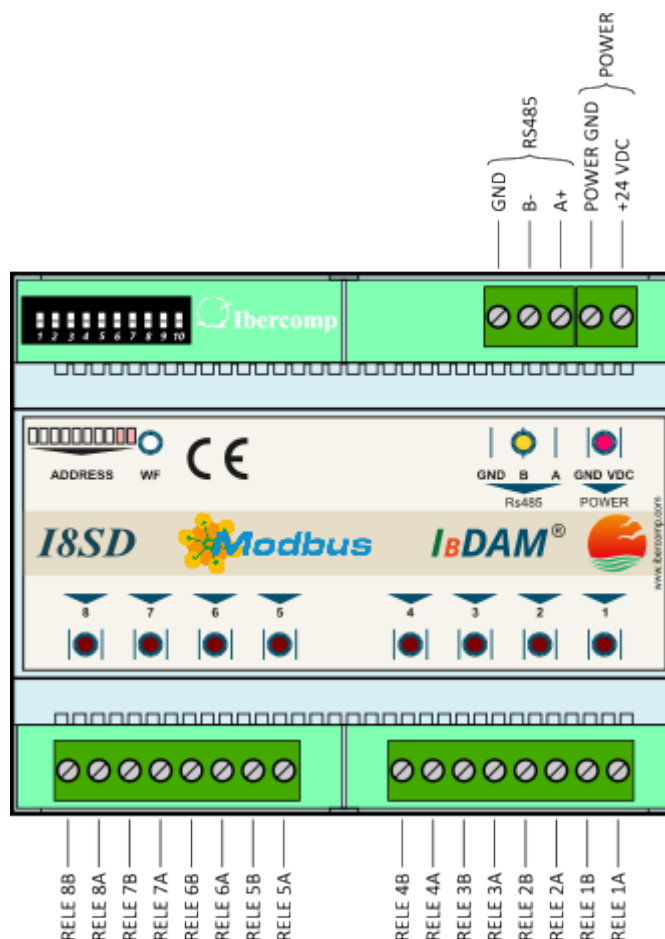
La tensión ideal de alimentación del módulo es de 24V corriente continua. En este módulo el rango de alimentación viene dado por las características del relé, que acepta unas tensiones de funcionamiento, según el fabricante, de entre 18 y 28 V.

Consumo

Este módulo funcionando a 24 VDC tiene un consumo máximo de 2W estando todos los LEDs y relés activados. Cuando los relés están apagados el consumo máximo es inferior a 0,5 W.

12.2 Conexión de la tarjeta

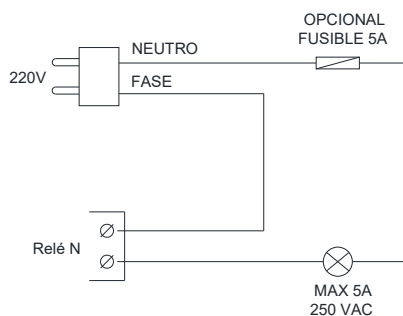
Esta tarjeta dispone de 8 salidas a relé independientes de un contacto normalmente abierto. Cada salida dispone de dos bornas que corresponden al contacto del relé.



La disposición de las salidas a relé es la ilustrada en el dibujo anterior.

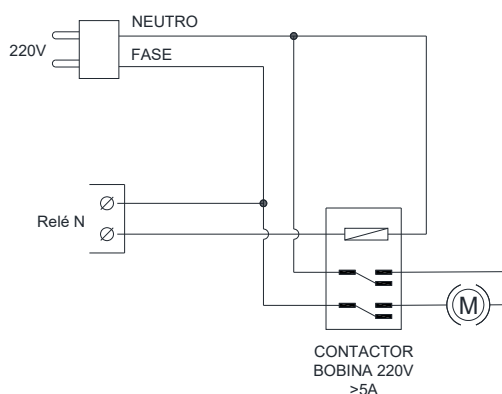
12.3 Ejemplos de conexión

Los relés de salida pueden gobernar directamente cargas de hasta 10 A. Si lo desea puede proteger opcionalmente el relé interno del autómata con un fusible rápido. (por ejemplo: podría conectar una electroválvula de riego que normalmente consume 0,5 A, pero cuando se estropea y le entra agua puede dispararse el consumo).



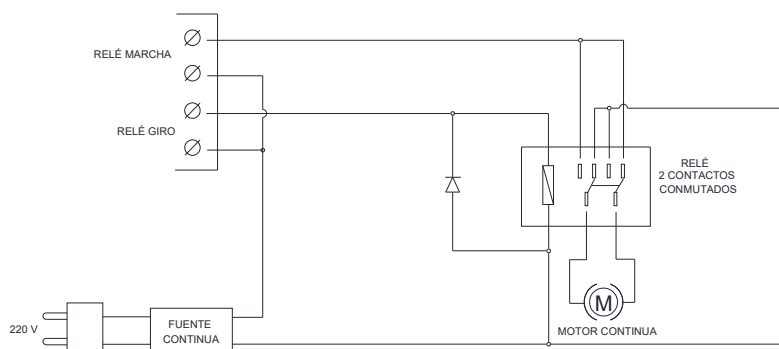
Si desea conectar una carga de más de 10 A o bien que tenga una componente inductiva importante, deberá añadir al sistema un relé externo o contactor que sea capaz de gobernar dicha potencia.

La bobina del relé externo que mostramos en el ejemplo es de 230VAC.



Si lo desea puede utilizar un relé auxiliar con bobina de 24V y compartiendo la alimentación de los módulos RS485. Observe que el relé corta los dos hilos de alimentación (fase y neutro), lo cual es siempre recomendable para cargas grandes.

Si dispusiera de un motor de corriente continua y deseara controlar el giro del mismo podría instalar externamente un relé de dos contactos conmutados. Si deseara gobernar un motor con consumo mayor a 10A debería añadir un relé externo de un contacto.



NOTA: Debe tener presente que los relés que montamos en nuestro equipos están garantizados por el fabricante para conmutar cargas resistivas de hasta 10A. Muchos dispositivos, tales como motores, bobinas,..., no son cargas resistivas y con toda seguridad en el arranque el consumo sea muy superior al indicado.

De este modo es posible que con cargas “supuestamente” pequeñas los relés acaben deteriorándose por los chispazos entre sus contacto y quedándose los contactos permanentemente pegados.

Puede disminuir notablemente el chispazo en los relés conectando en paralelo con él un condensador de poliéster del valor adecuado. Deberá tener en cuenta que con el relé abierto el condensador siempre será atravesado por cierta intensidad.

NOTA: Debe tener especial cuidado con la iluminación de LEDs, en muchos casos incluyen fuentes de alimentación con unas corrientes de arranque muy grandes, del orden de los 70A para luego corrientes de trabajo de 120mA.

Puede eliminar el problema añadiendo resistencias limitadoras NTC o un contactor. No es viable en fuentes de alimentación de iluminación LED la solución del condensador de poliéster.

12.4 Significado de los LEDs.

LEDS AP Cada uno de los LEDs indica el estado de una salida a relé, de modo que si este está encendido, el relé está activo.

12.5 Jumpers de configuración

Este equipo dispone no dispone de “Jumpers” de configuración.

12.6 Mapa de registros

TABLA DISCRETE INPUTS

--	--	--

Este equipo carece de “discrete inputs”.

COIL'S TABLE

nº	tipo	descripción
0		Estado relé 1.
1		Estado relé 2.
2		Estado relé 3.
3		Estado relé 4.
4		Estado relé 5.
5		Estado relé 6.
6		Estado relé 7.
7		Estado relé 8.
8		Estado relé temporizado 1.
9		Estado relé temporizado 2.
10		Estado relé temporizado 3.
11		Estado relé temporizado 4.
12		Estado relé temporizado 5.
13		Estado relé temporizado 6.
14		Estado relé temporizado 7.
15		Estado relé temporizado 8.

El estado del relé puede ser 1, que quiere decir activo y 0 que quiere decir inactivo. Si se activa un relé temporizado, durante un tiempo se activará el relé, una vez transcurrido el tiempo estipulado el relé volverá a su estado inicial.

Para esta funcionalidad lo normal es poner el estado del relé a 0 y activar el relé temporizado. El relé físico se activará durante el tiempo indicado en su registro temporizador. Durante este tiempo, una lectura al relé dará 1. Del mismo modo una escritura sobre el relé apagará el relé temporizado.

TABLA REGISTERS INPUTS

--	--	--

Este equipo carece de “register inputs”.

TABLA HOLDING REGISTERS

nº	tipo	descripción
1 to 15		Bloque cabecera común a todos los módulos
16	EE	Estado de los relés cuando se detecta ausencia de comunicación. Cuando el equipo no tiene comunicación con el maestro durante cierto tiempo, los relés adquieren el estado indicado en este registro. Solo tienen significado los bits 0 a 7. Por defecto 0x0000
17	EE	Estado de los relés al iniciar el equipo. Cada bit corresponde a un relé. Sólo son válidos los bits 0 a 7. Por defecto 0x0000
18	EE	Máscara de relés. Cada bit de esta máscara indica el estado del relé cuando este es puesto a 1. Si el bit asociado es 1 el relé activo será encendido, mientras que si es 0 el relé activo será apagado. Sólo son válidos los bit 0 a 7. Por defecto 0xFFFF
19		R E S E R V A D O
20		R E S E R V A D O
21		R E S E R V A D O
22		R E S E R V A D O
23		R E S E R V A D O
24	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 1. Es el valor que se temporiza cuando arranca el equipo en frío. En frío quiere decir que se corta la corriente y se vuelve a dar. En un arranque en caliente se intenta conservar la última configuración.
25	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 2
26	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 3
27	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 4
28	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 5
29	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 6
30	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 7
31	EE	Valor inicial temporizador relé temporizado 8
32	MM	Valor recarga temporizador relé 1. El valor de este registro, décimas de segundo, es el tiempo que se activará el relé temporizado cuando sobre este se escriba un 1.
33	MM	Valor recarga temporizador relé 2
34	MM	Valor recarga temporizador relé 3
35	MM	Valor recarga temporizador relé 4
36	MM	Valor recarga temporizador relé 5

37	MM	Valor recarga temporizador relé 6
38	MM	Valor recarga temporizador relé 7
39	MM	Valor recarga temporizador relé 8
40	MM	Tiempo pendiente para que el relé 1 vuelva a su valor
41	MM	Tiempo pendiente para que el relé 2 vuelva a su valor
42	MM	Tiempo pendiente para que el relé 3 vuelva a su valor
43	MM	Tiempo pendiente para que el relé 4 vuelva a su valor
44	MM	Tiempo pendiente para que el relé 5 vuelva a su valor
45	MM	Tiempo pendiente para que el relé 6 vuelva a su valor
46	MM	Tiempo pendiente para que el relé 7 vuelva a su valor
47	MM	Tiempo pendiente para que el relé 8 vuelva a su valor

13 MÓDULO I8EA – ENTRADAS ANALÓGICAS 16 bits

13.1 Características técnicas.

Entradas

Este módulo dispone de 8 entradas analógicas con una resolución de 65536 puntos (16 bits). Estas entradas pueden ser configuradas mediante “jumpers” internos para que midan:

- e) Entrada 0..20,08 mA con una impedancia de 102 Ohmios, y una caída de tensión máxima de 2.048 Voltios.
- f) Entrada 0..2,048V con alta impedancia.
- g) Entrada 0..10,27 V con impedancia de 11,08 Kohmios.
- h) Entrada medición resistencia con la fórmula $R = \text{adc} * 10000 / (65536 - \text{adc})$ Apto para medir resistencias KTY de 2K o NTC de 10K

Internamente el módulo implementa un filtro “pasabajo” que elimina ruidos de frecuencias altas..

Alimentación

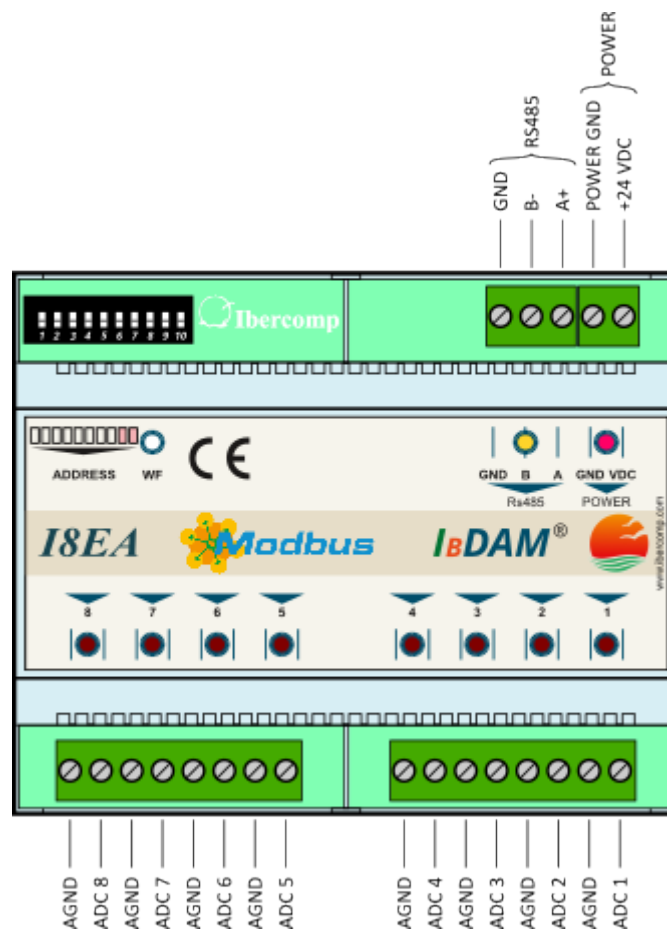
Este módulo debe ser alimentado a 24VDC, aunque acepta tensiones comprendidas entre 9V y 30V.

Consumo

El consumo del equipo es inferior a 0,75W cuando se alimenta a 24VDC.

13.2 Conexión de la tarjeta.

Este módulo dispone de 8 entradas en dos bornas cada una. Ha de tener presente que todas las entradas están referenciadas a la misma tierra, por lo que las tierras de cada una de las entradas están conectadas entre sí dentro del mismo circuito.



El modo de conectar los diferentes elementos sensores al equipo dependerá de la configuración de los “jumpers” internos.

Debe tener presente que en este equipo la tierra asociada a las entradas analógicas debe ser “parecida” a la tierra proporcionada en la alimentación. Ambas internamente están separadas únicamente por un filtro RLC.

11.3 Ejemplos de conexionado.

El módulo de entradas analógicas es bastante flexible y con un poco de ingenio se le pueden conectar multitud de sondas. No es nuestra intención describir una a una las sondas sino simplemente dar algunos ejemplos.

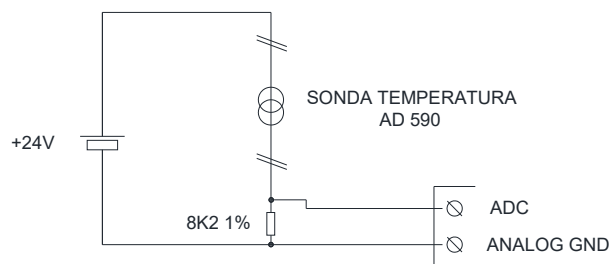
Como ya hemos indicado anteriormente las entradas pueden ser configuradas para medir tensiones de 0 a 2,048V o de 0 a 10V. También es posible intercalar una resistencia de 103 Ohmios para medir corrientes de 0 a 20,8 mA.

En un primer ejemplo mostraremos cómo conectar una sonda de 4..20 mA. Este tipo de sondas es muy común, y su ventaja frente a cualquier otra estriba en:

- c) Utiliza los mismos hilos para alimentar y medir el sensor. Cualquier sensor requiere una alimentación constante de 4 mA y una tensión entre 12 y 35 Voltios dependiendo del fabricante.
- d) Este tipo de sensores regula la intensidad, consumiendo 4mA para un valor mínimo y 20mA para un valor grande. Esta intensidad no se ve afectada por la resistividad del cable, por lo que se pueden realizar grandes tiradas de hilo sin afectar la medida.

El inconveniente de este tipo de sensores es que son relativamente caros. Si lo que desea es medir temperatura, existen unos elementos de sensores de intensidad denominados AD590. Estos sensores dejan circular por ellos 1uA por cada °K que estén midiendo. (°K es equivalente a °C + 273.2)

Para conectar este sensor deberemos añadir una resistencia externa calculada de tal manera que la temperatura máxima que deseamos leer nos cree una tensión de 2.048V. Obviamente no tendremos el rango entero de la entrada pero si una precisión adecuada a la sonda.



En otro tipo de aplicaciones puede ser necesario dotar a la instalación de algún potenciómetro que permita ajustar algún parámetro de la misma o un sensor resistivo (ej: Veleta basada en potenciómetro sin fin).



Pueden ser sensores puramente resistivos las resistencias PTC, NTC, LDR, Estos sensores son por lo general muy económicos pero tienen el inconveniente por un lado que sus mediciones no son lineales y por otro sus mediciones se ven afectadas por la resistividad del cable.

Internamente el conversor conecta la entrada a una referencia de 2.048V mediante una resistencia fija de 10K, con lo que nos queda la siguiente fórmula:

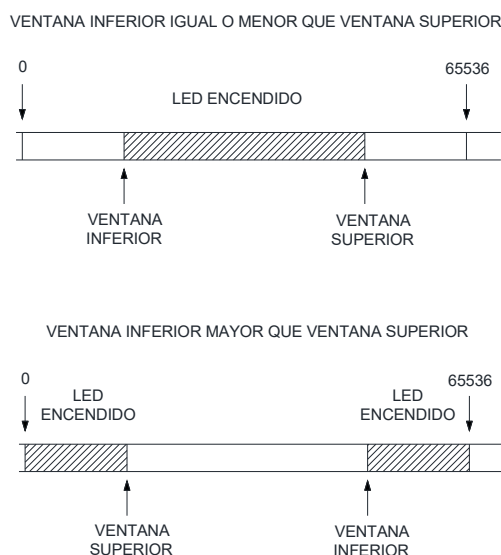
$$R_{NTC} = (R_{FIJA} * adc)/(65536-adc)$$

13.4 Significado de los LEDs.

LED AP Cada uno de los LEDs de aplicación estará asociado a una entrada analógica. El funcionamiento individual de cada LED dependerá de la configuración de las tablas de registros almacenadas en las posiciones 16 y 42.

Si la ventana inferior es menor que la superior el LED se encenderá si la entrada analógica tiene un valor entre ventana inferior y superior.

En el caso de que la superior sea menor que la inferior el LED se encenderá si el valor de la entrada analógica es mayor que la inferior o menor que la superior.



13.5 Jumpers de configuración.

En este equipo, mediante los “jumpers” de configuración es posible definir los rangos de cada una de las entradas analógicas del equipo. Estos rangos de entrada son:

- e) Tensión de 0 a 2.048 voltios.
- f) Corriente de 0 a 20,08 mA.
- g) Tensión de 0 a 10,27 voltios.
- h) Resistencia

La opción a) es una conexión directa al conversor analógico/digital que se encuentra dentro del equipo, dispone por tanto de una impedancia de entrada muy alta. Las configuraciones b) están ideadas para conectar sondas del tipo 0..20mA o 4..20mA, y tienen una impedancia de entrada muy baja (del orden de 102 Ohmios).

Si el equipo está configurado en este modo y le suministra una tensión mayor que 2.5 voltios probablemente quemará una resistencia SMD interna.



13.6 Mapa de registros

TABLA DISCRETE INPUTS

nº	tipo	descripción
0	RO	Ventana entrada analógica 1. Esta entrada está a 1 si la entrada analógica asociada está dentro de la ventana definida por los márgenes inferior y superior. Es también el valor que se enviará a los LEDs frontales.
1	RO	Ventana entrada analógica 2.
2	RO	Ventana entrada analógica 3.
3	RO	Ventana entrada analógica 4.
4	RO	Ventana entrada analógica 5.
5	RO	Ventana entrada analógica 6.
6	RO	Ventana entrada analógica 7.
7	RO	Ventana entrada analógica 8.

TABLA COILS

--	--	--

Este equipo carece de "coils".

TABLA REGISTER INPUTS

nº	tipo	descripción
0	RO	Entrada analógica canal 1.
1	RO	Entrada analógica canal 2.
2	RO	Entrada analógica canal 3.
3	RO	Entrada analógica canal 4.

nº	tipo	descripción
4	RO	Entrada analógica canal 5.
5	RO	Entrada analógica canal 6.
6	RO	Entrada analógica canal 7.
7	RO	Entrada analógica canal 8.

TABLA HOLDING REGISTERS

nº	tipo	descripción
1 a 15		Bloque cabecera común a todos los módulos
16	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 1.
17	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 2.
18	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 3.
19	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 4.
20	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 5.
21	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 6.
22	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 7.
23	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 8.
24	EE	Valor superior ventana entrada analógica 1.
25	EE	Valor superior ventana entrada analógica 2.
26	EE	Valor superior ventana entrada analógica 3.
27	EE	Valor superior ventana entrada analógica 4.
28	EE	Valor superior ventana entrada analógica 5.
29	EE	Valor superior ventana entrada analógica 6.
30	EE	Valor superior ventana entrada analógica 7.
31	EE	Valor superior ventana entrada analógica 8.
32	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 1.
33	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 2.
34	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 3.
35	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 4.
36	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 5.
37	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 6.
38	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 7.
39	MM	Mínimo valor leído en entrada analógica 8.
40	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 1.
41	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 2.
42	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 3.
43	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 4.
44	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 5.
45	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 6.
46	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 7.
47	MM	Máximo valor leído en entrada analógica 8.

14 MÓDULO I8SA – SALIDAS ANALÓGICAS 12 bits

14.1 Características técnicas.

Salidas

El equipo dispone de 8 salidas analógicas con una resolución de 4096 puntos y con capacidad de suministrar cada una hasta 100 mA y 500 mA en conjunto. Cada una de las entradas dispone de un fusible de protección rearmable tipo PTC de 100mA.

El rango de las salidas es de 0 a 10,15V

Alimentación

Este módulo debe ser alimentado a 24VDC, aunque acepta tensiones comprendidas entre 18V y 30V. Si aumenta más la tensión puede dañar irreversiblemente componentes internos.

Consumo

El consumo del equipo es inferior a 0,8W cuando las salidas no están suministrando corriente (se utilizan como referencias de tensión). Dando la máxima corriente en todas las salidas (100 mA) el consumo puede elevarse por encima de 9W.

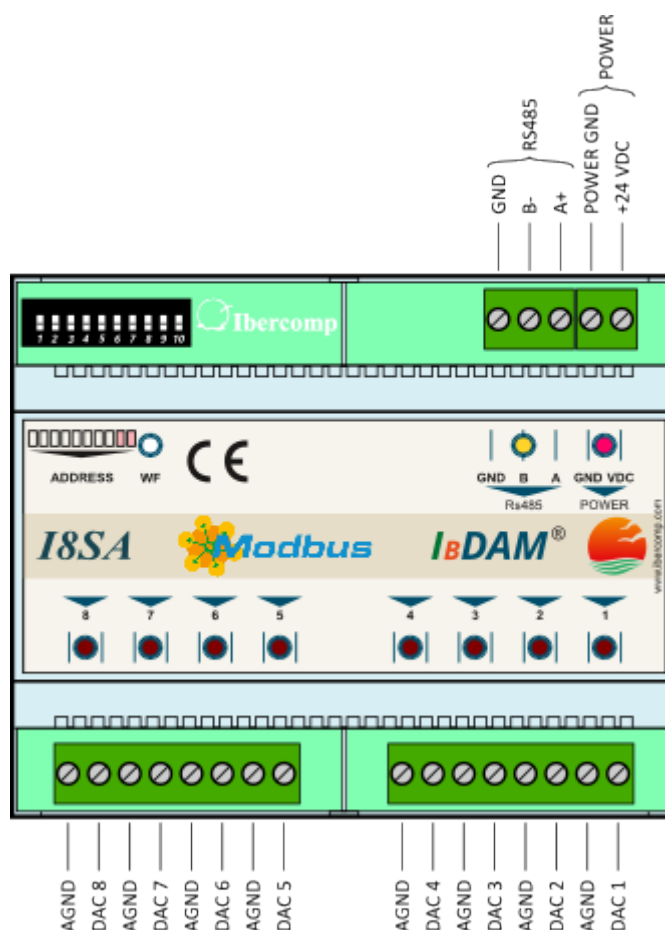
14.2 Conexión de la tarjeta.

Este equipo dispone de 8 salidas analógicas capaces de suministrar una tensión de referencia variable entre 0 y 10.15 voltios y una corriente máxima de 100 mA. Cada una de estas salidas está disponible en las regletas de conexión enchufables.

La tensión de salida de nuestro equipo se mantiene siempre en un nivel positivo con respecto a las tierras analógicas, las cuales son compartidas entre todas las salidas. Este diseño asegura una referencia común para todas las conexiones analógicas, proporcionando estabilidad y coherencia en el rendimiento del equipo.

En el siguiente diagrama se detallan las conexiones físicas del equipo. Es importante observar que la estructura de estas conexiones es consistente con las tarjetas de los equipos anteriores, lo que facilita la comprensión y transición para aquellos familiarizados con nuestras versiones previas.

En el siguiente diagrama se detallan las conexiones físicas del equipo. Es importante observar que la estructura de estas conexiones es consistente con las tarjetas de los equipos anteriores, lo que facilita la comprensión y transición para aquellos familiarizados con nuestras versiones previas.



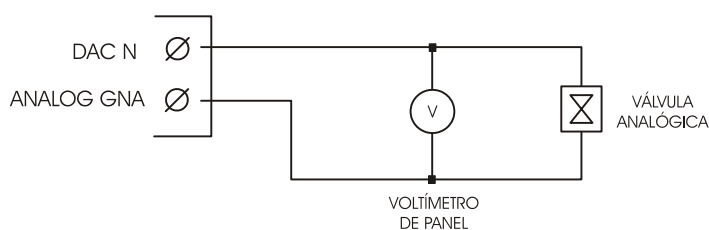
En el siguiente diagrama se detallan las conexiones físicas del equipo. Es importante observar que la estructura de estas conexiones es consistente con las tarjetas de los equipos anteriores, lo que facilita la comprensión y transición para aquellos familiarizados con nuestras versiones previas.

Es fundamental tener en cuenta que, en este equipo, la tierra asociada a las entradas analógicas debe ser "similar" a la tierra proporcionada en la alimentación. Ambas están separadas internamente únicamente por un filtro RLC. Esta disposición busca mantener la integridad de las señales analógicas al tiempo que evita interferencias no deseadas, asegurando un funcionamiento óptimo del sistema en diversas condiciones de uso.

La cuidadosa consideración de estas conexiones contribuye a la calidad y estabilidad del rendimiento del equipo en su conjunto.

14.3 Ejemplos de conexionado.

Generalmente las salidas analógicas se utilizarán como referencia de tensión para algún tipo de dispositivo, como pueda ser el circuito de control de una válvula analógica o un variador de frecuencia.



Su conexión no es complicada, basta seguir las instrucciones del fabricante del elemento de control. Opcionalmente, si usted lo desea puede añadir a la instalación un voltímetro de panel que le indique el estado de la salida.

Si lo desea con las salidas analógicas puede manejar pequeñas cargas como por ejemplo una lamparilla incandescente.

En este caso deberá tener presente que debido a un fusible rearmable (resistencia PTC) que posee internamente la salida, para protegerla contra consumos excesivos, se producirá en ella una pequeña caída de tensión que hará que la tensión de salida sea inferior a la que habría si no existiese dicho fusible.



14.4 Significado de los LEDs.

LED AP Cada uno de los LEDs de aplicación estará asociado a una entrada analógica. El funcionamiento individual de cada LED dependerá de la configuración de la tablas de registros almacenadas en las posiciones 40 y 48,

Si la ventana inferior es menor que la superior el LED se encenderá si la entrada analógica tiene un valor entre ventana inferior y superior.

En el caso de que la superior sea menor que la inferior el LED se encenderá si el valor de la entrada analógica es mayor que la inferior o menor que la superior.

14.5 Jumpers de configuración.

Este módulo no dispone de “jumpers” de configuración.

14.6 Mapa de registros

TABLA DISCRETE INPUTS

nº	tipo	descripción
0		Ventana entrada salida analógica 1. Esta entrada está a 1 si la salida analógica asociada está dentro de la ventana definida por los márgenes inferior y superior. Es también el valor que se enviará a los LEDs frontales.
1		Ventana entrada analógica 2.
2		Ventana entrada analógica 3.
3		Ventana entrada analógica 4.
4		Ventana entrada analógica 5.
5		Ventana entrada analógica 6.
6		Ventana entrada analógica 7.
7		Ventana entrada analógica 8.

TABLA COILS

--	--	--

Este equipo carece de “coils”.

TABLA REGISTER INPUTS

--	--	--

Este equipo carece de “register inputs”.

TABLA HOLDING REGISTERS

nº	tipo	descripción
1 a 15		Bloque cabecera común a todos los módulos
16	MM	Valor salida analógica 1. Debe ser un valor entre 0 y 65535, que

nº	tipo	descripción
		corresponderá a 0V y tensión máxima. Esta tensión máxima depende de la configuración.
17	MM	Valor salida analógica 2.
18	MM	Valor salida analógica 3.
19	MM	Valor salida analógica 4.
20	MM	Valor salida analógica 5.
21	MM	Valor salida analógica 6.
22	MM	Valor salida analógica 7.
23	MM	Valor salida analógica 8.
24	EE	Valor de la salida analógica 1 cuando no hay comunicación. Cuando el equipo no tiene comunicación con el maestro durante cierto tiempo la salida 0 adquiere el valor indicado en este registro.
25	EE	Valor de la salida analógica 2 cuando no hay comunicación.
26	EE	Valor de la salida analógica 3 cuando no hay comunicación.
27	EE	Valor de la salida analógica 4 cuando no hay comunicación.
28	EE	Valor de la salida analógica 5 cuando no hay comunicación.
29	EE	Valor de la salida analógica 6 cuando no hay comunicación.
30	EE	Valor de la salida analógica 7 cuando no hay comunicación.
31	EE	Valor de la salida analógica 8 cuando no hay comunicación.
32	EE	Estado de la salida 1 al inicializar el equipo.
33	EE	Estado de la salida 2 al inicializar el equipo.
34	EE	Estado de la salida 3 al inicializar el equipo.
35	EE	Estado de la salida 4 al inicializar el equipo.
36	EE	Estado de la salida 5 al inicializar el equipo.
37	EE	Estado de la salida 6 al inicializar el equipo.
38	EE	Estado de la salida 7 al inicializar el equipo.
39	EE	Estado de la salida 8 al inicializar el equipo.
40	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 1. Se utiliza para definir el estado del LED asociado.
41	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 2.
42	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 3.
43	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 4.
44	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 5.
45	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 6.
46	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 7.
47	EE	Valor inferior ventana entrada analógica 8.
48	EE	Valor superior ventana salida analógica 1. Se utiliza para definir el estado del LED asociado.
49	EE	Valor superior ventana salida analógica 2.
50	EE	Valor superior ventana salida analógica 3.
51	EE	Valor superior ventana salida analógica 4.
52	EE	Valor superior ventana salida analógica 5.

nº	tipo	descripción
53	EE	Valor superior ventana salida analógica 6.
54	EE	Valor superior ventana salida analógica 7.
55	EE	Valor superior ventana salida analógica 8.

15 CONSUMOS APROXIMADOS DE LOS EQUIPOS

Cuando vaya a montar un cuadro deberá seleccionar una fuente adecuada para poder alimentar todos los módulos con garantía. Nosotros suministramos las siguientes fuentes de alimentación para cuadro con salida a 24V:

	Potencia	Corriente
DR-15-24	15 W	625 mA
DR-30-24	30 W	1250 mA
DR-100-24	100 W	4166 mA

Nuestros módulos ModBus tienen los siguientes consumos a 24V:

	Potencia	Corriente
I4E4SD	1,63 W	67,8 mA
I4E4SA	0,72 W	29,6 mA
I8EDa	1,13 W	47,2 mA
I8EDa	1,13 W	47,2 mA
I8SD	1,98 W	82,4 mA
I8EA	0,64 W	26,6 mA
I8SA	0,79 W	32,7 mA

Estos consumos están medidos con todas las entradas o salidas activas a su máximo valor.

La temperatura ambiente del ensayo es de 25°C.

Si ha de montar un cuadro eléctrico que tenga:

$$\begin{array}{ll}
 4 \times I8ED & \rightarrow 4 \times 1,13 \text{ W} = 4,52 \text{ W} \\
 2 \times I8SD & \rightarrow 2 \times 1,98 \text{ W} = 3,96 \text{ W} \\
 2 \times I8EA & \rightarrow 2 \times 0,64 \text{ W} = 1,28 \text{ W} \\
 1 \times I8SA & \rightarrow 1 \times 0,79 \text{ W} = 0,79 \text{ W}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{-----} \\
 16,39 \text{ W}
 \end{array}$$

A la cantidad que consumen las sondas debe añadir el consumo de las válvulas, sondas, ... mirando el manual de cada uno de los elementos. Por regla general puede asumir que una sonda 4,20mA consume 0,48W

Como mínimo para este cuadro figurado deberá seleccionar una fuente de alimentación de 30W.

16 CONSEJOS SOBRE INSTALACIÓN RS485

Montar una red RS485 no es una tarea delicada ni complicada, y menos cuando se trata de redes a baja velocidad. En la práctica no es nada exigente ni en cuanto a tipología ni en cuanto a tipo de cable.

Ahora bien, todos los transceptores RS485, incluyendo los de los equipos de la competencia, son muy susceptibles a sobretensiones, de modo que si no se tiene cuidado en algunos puntos la instalación además de no funcionar se romperá con casi toda seguridad.

Los transceptores utilizados son MAX485E, que soportan 32 nodos y son robusto frente a descargas estáticas. Este integrado se puede sustituir por el MAX487E, que soporta 128 nodos.

Estos integrados transceptores están siempre en zócalo.

En una instalación mal realizada bastará la caída de un rayo a unos centenares de metros para que quede dañada y fuera de servicio. También es necesario entender el concepto de transmisión "Half Duplex", y que si son necesarios dos hilos no es que uno sea la transmisión y el otro la recepción.

A continuación le describimos algunas ideas o recetas que pueden serle útiles para realizar una buena instalación.

16.1 Control de flujo mediante RTS

El protocolo RS485 es "half duplex", lo cual quiere decir que se utilizan las mismas líneas para la transmisión y recepción de datos. De modo que además de transmitir o recibir datos es necesario realizar un control de flujo.

En sistemas donde no se tiene en cuenta o no se gestiona correctamente es típico que ocurra:

- a) Combinaciones de tarjetas que son incompatibles entre sí, por lo que hay que estar probando cuales pueden mezclarse o no.
- b) El sistema funciona correctamente encima de la mesa del taller o del laboratorio pero en la instalación real da problemas.

Si no gestionamos la línea RTS, es probable que por casualidad todos los equipos están en modo transmisión, transmitiendo una señal 1. Si alguno transmite una señal 0 es posible en

distancias muy cortas, que los demás equipos reciban este 0. En cualquier caso es necesario que se gestione correctamente esta línea.

Generalmente en los ordenadores que disponen de puertos RS485 (PCs industriales) este control de flujo se realiza mediante la línea RTS. Esta debe ser puesta a nivel alto antes de iniciar la transmisión de información y puesta de nuevo a nivel bajo para esperar la recepción de datos.

Esta tarea parece simple, pero no lo es por lo siguiente: cuando envía desde un programa un carácter hacia el puerto serie, en realidad se lo está enviando a un buffer que controla el sistema operativo, de modo que de antemano no conoce ni cuando comienza la transmisión ni cuando termina la transmisión.

Existen varias soluciones a este problema, la primera solución es dotar al sistema operativo de un “driver” que controle la línea RTS a bajo nivel o bien, si el lenguaje lo dispone, habilitar este protocolo de transmisión. No debe confundirse con el control de flujo RTS/CTS, no tiene nada que ver y no sirve para gestionar una RED RS485.

La segunda solución es utilizar un puerto serie RS232c y conectar sobre él un conversor RS232c \leftrightarrow RS485 con control de flujo automático. Aquí puede surgir un segundo problema; existen algunos conversores que añaden un retardo a este control de flujo. Si este retardo es mayor que 3.5 caracteres, tenemos la posibilidad de perder el inicio del paquete de respuesta.

Normalmente ningún conversor tiene retardos tan largos, pero si por el camino se insertan repetidores y distintos convertidores rs485-fibra puede llegar a tenerse dicho problema.

Debe tener presente, que a diferencia de un puerto serie “full duplex” (RS232 ó RS422) en un puerto “half duplex” (RS485) se recibe siempre un Eco de los datos transmitidos. De modo que al preguntar algo a una tarjeta periférica se recibe la pregunta seguida de la respuesta.

Existen en el mercado algunos conversores RS232c \leftrightarrow RS485 que disponen de una opción de cancelación de Eco, pero es mejor que el software utilice este Eco para comprobar que la línea funciona correctamente. Por ejemplo un corto entre las líneas A y B haría que no se produjese ese ECO y en un sistema “MultiMaster” podría servir para detectar la colisión de mensajes (aunque no es una buena idea en ModBus).

16.2 Terminación de las líneas

En algunos casos es necesario añadir en los extremos de las líneas RS485 unas resistencias terminadoras para adaptar la impedancia de la línea a las impedancia de los transeceptores. Cuando las impedancias no coinciden, la señal transmitida no es absorbida adecuadamente por lo que parte de ella se refleja de nuevo en la línea.

Añadiéndolas eliminamos este reflejo pero aumentamos la complejidad de la instalación y aumentamos el consumo de los transeceptores. Cuando utilizamos la línea RS485 a baja velocidad,

caso de nuestras tarjetas, no adquirimos ninguna ventaja al instalar dichas resistencias ya que el reflejo no afecta a las comunicaciones.

Si utiliza un conversor RS232c \leftrightarrow RS485 que se alimenta del propio puerto serie no debe utilizar este tipo de terminaciones. Si va a utilizar resistencias terminadoras debe instalar solo una en cada extremo de la línea, y calcularlas para que la impedancia de esta sea 120 Ohmios.

En el caso particular de realizar una instalación con nuestras tarjetas no recomendamos la instalación de dichas resistencias, aunque por experiencia puede conectarlas y puede servirle para verificar un buen funcionamiento.

Si lo hace y el sistema funciona sin fallos es que todos los equipos funcionan correctamente, en caso contrario algún transceptor o la línea tienen algún problema. Normalmente sin las resistencias las comunicaciones funcionarán.

16.3 Polarización de las líneas

Cuando en la línea RS485 ningún equipo está transmitiendo, está en alta impedancia, esto es, no hay ninguna tensión presente. En este estado es posible que se induzca fácilmente corriente que puede llegar a confundirse con la recepción de un dato.

Si bien en casi ningún caso es necesario, puede añadir unas resistencias que conecten la línea B a +5V y la línea A a GND de forma que entre A y B haya por lo menos 200 mV. El valor de estas resistencias depende del número de equipos instalados y de la instalación. Con ello asegurará en los momentos de silencio un estado definido.

Estas resistencias pueden ser montadas en cualquier punto de la red, o incluso las puede repartir. Si estas resistencias son demasiado grandes (o no están montadas) baja la inmunidad contra el ruido. Por el contrario si las resistencias son demasiado pequeñas a los transceptores les cuesta más transmitir (=menos distancia y menos equipos conectados).

Algunos conversores RS232c \leftrightarrow RS485 no admiten este tipo de resistencias.

15.4 Utilización adecuada del cable

En una instalación RS485 se requiere un mínimo de 3 líneas, 2 para la transmisión/recepción de datos y una para unificar las tierras (GND). Es importante utilizar el cable adecuado, para la transmisión de datos se debe utilizar un cable trenzado preferiblemente apantallado.

No unir las tierra de los diferentes equipos es garantía de que con el tiempo surgirán problemas, incluso en tarjetas o equipos en los que el transceptor RS485 esté optoacoplado y el fabricante indique que con dos líneas es suficiente.

Aunque funcione, no es recomendable utilizar el apantallamiento del cable para unir las tierras. Recomendamos utilizar un segundo par para este fin y si lo desea puede utilizar un tercer par para la alimentación (+24 DC) de los equipos.

El motivo es que la resistividad del apantallado del cable es más alta que los hilos de datos y por tanto pueden aparecer diferencias de tensión importantes entre las líneas de datos y tierra de dos equipos distantes.

Recomendamos por tanto la utilización de un cable apantallado con 3 pares trenzados, un par de datos, un par para tierras y un par de alimentación. La pantalla debe estar conectada a una buena tierra en un solo punto.

Si el presupuesto no es un problema es mejor utilizar un cable con aislantes de polietileno en vez de PVC ya que disponen de menor atenuación de señal.

Un cable apropiado es el cable Ethernet STP categoría 5, es barato, sencillo de localizar y supera con creces las especificaciones RS485.

16.5 Instalación adecuada del cable

Una instalación RS485 debe trazarse en línea, esto es, debe tener un inicio y un final. A lo largo de la línea se pueden ir conectando equipos. El trozo de cable que une el cable con la línea debe ser muy corto.

No es correcto realizar una instalación en la que la línea se divida en varias (configuración en estrella), ya que puede haber reflejos desfasados que líen la comunicación.

La longitud máxima que puede tener la línea es de 1300 metros de extremo a extremo. En la práctica, aun no siendo recomendable, utilizando velocidades bajas (ej: 9600 baudios) funciona una instalación con topología en estrella y longitudes superiores a los 1300 metros.

Nosotros hemos llegado a ver funcionando sin problemas una instalación con 12Km de cable RS485, 9600 baudios, sin repetidores y con una topología no conforme a ninguna recomendación. No nos parece correcto, pero en ese caso concreto, inesperadamente funciona.

16.6 Protección contra sobre-tensiones

Como ya indicamos antes, los transceptores RS485 son muy delicados y sensibles ante sobretensiones y por lo general su deterioro es el responsable de casi todas las averías que se producen en instalaciones RS485.

Estas sobretensiones en la mayor parte de los casos tienen su origen en una instalación mal diseñada como por ejemplo pasar las líneas RS485 con cable inadecuado junto con cables de alta tensión. En otras ocasiones no podrán evitarse debido a un presupuesto que impida separar las líneas o bien se deberán a fenómenos tales como la caída próxima de un rayo.

Nuestros equipos incluyen unos varistores de protección, que serán una protección suficiente para instalaciones que vayan a realizarse en el interior de edificios o que estén dotadas de una buena toma tierra.

Pero en instalaciones con longitud de cable grande donde no haya toma de tierra, que unan dos edificios distantes o bien que estén en pleno campo, de no tomar ninguna protección tenemos la seguridad de que a la primera de cambio se romperán la mitad de transceptores quedando el sistema inoperativo.

Podemos tomar varias medidas:

Asegurarnos de disponer de una buena tierra que esté unificada en toda la instalación, aunque ello suponga montar un cable independiente con una sección generosa.

Instalar un protector contra sobretensiones con varios niveles de protección en cascada (fusibles, traszorb, descargadores de Gas y varistores). Este debe ser instalado en mitad de la línea, por ejemplo en una instalación que une dos edificios debería montarse a la entrada y salida de los mismos.

Instalar en algunos puntos medios de la red repetidores optoaislados.

Intercalar en la líneas fusibles rápidos de 100 mA. Es preferible que se fundan estos a que se fundan los transceptores.

17 CONDICIONES DE GARANTÍA

Nosotros hemos puesto el máximo interés y esmero en el diseño de esta nueva familia de tarjetas RS485, y están concebidas para funcionar todos los días 24 horas sin que se manifiesten problemas.

Ibercomp SA se compromete a dar garantía contra todo defecto de fabricación de 3 años desde la fecha de factura en los equipos RS485 compactos.

Queda exenta de garantía cualquier rotura que se haya realizado físicamente, o sea, resultado directo de una mala instalación, alimentación a una tensión incorrecta o sobretensiones inducidas a través de la red eléctrica o líneas de datos.

La garantía incluye todos los elementos que hayan de sustituirse y la mano de obra necesaria para realizar dicha reparación. Si el equipo no tuviese arreglo bajo garantía se sustituirá por otro nuevo idéntico o modelo superior sustitutivo.

La garantía no incluye los gastos de transportista hacia nuestros talleres.

Ibercomp SA, como empresa fabricante del equipo, no se hace responsable de:

- 1) Cualquier daño o perjuicio que pueda ocasionar el equipo como consecuencia de un fallo de su funcionamiento o pérdida de datos.
- 2) Los fallos o defectos que pudieran hallarse en el software o ejemplos asociados al mismo. Estos están en continuo desarrollo y podrán actualizarse de forma gratuita siempre que haya una nueva versión disponible.

El software o ejemplos que suministramos son gratuitos, aunque Ibercomp posee sus derechos. Usted es libre de utilizarlo, utilizar el de terceros o bien desarrollar su propio software.

Ibercomp S.A. garantiza la aceptación de la devolución del equipo hasta 30 días después de la fecha de adquisición con la condición de que el equipo y accesorios así como su embalaje se encuentren en su estado original.

Si la adquisición fue realizada a través de tienda o distribuidor, la devolución del paquete deberá realizarse a través de la misma.

Para que la garantía del equipo sea válida, el usuario deberá registrarse rellenando la hoja de registro y enviándola junto a un comprobante de compra antes de los 15 días. De no hacerlo la garantía del equipo será la mínima exigida por ley.

18 CÁLCULO CRC

C/C++

```

unsigned short CRC16 ( puchMsg, usDataLen ) /* The function returns the
                                           CRC as a unsigned short type */
unsigned char *puchMsg ;                    /* message to calculate CRC upon */
unsigned short usDataLen ;                 /* quantity of bytes in message */
{
    unsigned char uchCRCHi = 0xFF ;        /* high byte of CRC initialized */
    unsigned char uchCRCLo = 0xFF ;        /* low byte of CRC initialized */
    unsigned uIndex ;                      /* will index into CRC lookup table */
    while (usDataLen--)                   /* pass through message buffer */
    {
        uIndex = uchCRCLo ^ *puchMsg++ ;  /* calculate the CRC */
        uchCRCLo = uchCRCHi ^ auchCRCHi[uIndex] ;
        uchCRCHi = auchCRCLo[uIndex] ;
    }
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo) ;
}

```

High-Order Byte Table

/* Table of CRC values for high-order byte */

```

static unsigned char auchCRCHi[] = {
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40
};

```

Low-Order Byte Table

/* Table of CRC values for low-order byte */

```

static char auchCRCLo[] = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2,

```

```

0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04,
0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E,
0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09, 0x08, 0xC8,
0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A,
0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC,
0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6,
0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3, 0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10,
0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32,
0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4,
0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE,
0xFA, 0x3A, 0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38,
0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA,
0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C,
0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0,
0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62,
0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4,
0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F, 0x6E, 0xAE,
0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68,
0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA,
0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C,
0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5, 0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76,
0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0,
0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92,
0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54,
0x9C, 0x5C, 0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E,
0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98,
0x88, 0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A,
0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86,
0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80, 0x40
};

```

JAVA

```

package com.ibercomp.modbus;

/**
 * Paquete de Modbus. En la nomenclatura Modbus
 * esta clase representa un mensaje RTU.
 * @author A.Miguel - (C) 2009 Ibercomp SA
 * @version 1.00
 */
public class ModbusPacket {

    private int uchCRCHI = 0xFF ; //Byte alto del CRC
    private int uchCRCLo = 0xFF ; //Byte bajo del CRC

    private byte [] trama=null;
    private int lenght=0;

    /**
     * Construye un nuevo paquete.
     */
    public ModbusPacket() {
        trama=new byte[256]; //La longitud máxima de una trama es de 256
    }

    /**
     * Obtiene la trama del paquete.
     * @return El resultado es un byte[] de 256 elementos. <BR/>
     * Los elementos pueden tener valores de -128 a 127, y solo son válidos
     * los indicados por getLenght
     */
    public byte[] getTrama() {

```

```

        return trama;
    }

    /**
     * Indica la dirección del esclavo modbus asociado a este paquete.
     * @param addr
     */
    public void setAddress(int addr) {
        trama[0]=toByte(addr);
    }

    /**
     * Obtiene la dirección del esclavo modbus asociado a este paquete.
     * @return Entero conteniendo la dirección.
     */
    public int getAddress() {
        return toInt(trama[0]);
    }

    /**
     * Indica el código de función asociado al paquete.
     * @param function
     */
    public void setFunction(int function) {
        trama[1]=toByte(function);
    }

    /**
     * Obtiene el código de función asociado al paquete.
     * So este código es negativo, quiere decir que este paquete
     * es un código de error modbus.
     * @return Entero con la función Modbus.
     */
    public int getFunction() {
        return toInt(trama[1]);
    }

    /**
     * Permite escribir un elemento de la trama.
     * Sirve para crear el paquete a bajo nivel.
     * @param address
     * @param value
     */
    public void setElement(int address, int value) {
        trama[address]=toByte(value);
    }

    /**
     * Permite leer un elemento de la trama.
     * Sirve para interpretar a bajo nivel la trama.
     * @param address
     * @return Un entero conteniendo una dirección del módulo esclavo.
     */
    public int getElement(int address) {
        return toInt(trama[address]);
    }

    /**
     * Define la longitud del paquete.
     * Esta longitud incluye dirección, función, datos y crc.
     * @param l
     */
    public void setLenght(int l) {
        lenght=l;
    }

    /**
     * Obtiene la longitud del paquete.
     * @return Entero con la longitud del paquete.
     */
    public int getLenght() {
        return lenght;
    }

```

```

}

/**
 * Calcula el CRC del paquete.
 */
public void calculateCRC() {
    CRC16(trama, lenght-2);
    trama[lenght-2]=toByte(uchCRCLo);
    trama[lenght-1]=toByte(uchCRCHI);
}

/**
 * Nos permite conocer si el CRC del paquete es correcto
 * @return Devuelve true si el paquete es correcto,
 * false en caso contrario.
 */
public boolean isCRCOK() {
    if(CRC16(trama, lenght)==0) {
        return true;
    }
    else {
        return false;
    }
}

/**
 * Obtiene el contenido del CRC
 * @return Devuelve un entero con el CRC
 */
public int getCRC() {
    return uchCRCHI*256+uchCRCLo;
}

/*
 * Convierte un entero de 0 a 255 en un byte con signo
 * @param i Valor entero a codificar como byte, de 0 a 255
 * @return Devuelve byte codificado de -128 a 127
 */
static private byte toByte(int i) {
    byte resultado;
    if (i<128) {
        resultado=(byte)i;
    }
    else if (i<256){
        resultado=(byte) (i-256);
    }
    else {
        resultado=0;
    }
    return resultado;
}

/**
 * Convierte un byte a un entero.
 * @param b
 * @return
 */
static private int toInt(byte b) {
    int resultado;

    if (b>=0) {
        resultado=b;
    }
    else {
        resultado=256+b;
    }
    return resultado;
}

//Tabla CRC bytes altos

private final static int [] auchCRCHI = {

```

```

0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x40
} ;

//Tabla CRC bytes bajos
private final static int [] auchCRCLo = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,
0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,
0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,
0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,
0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,
0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,
0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,
0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,
0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
0x40
};

/*
 * Inicializa CRC
 */
private void CRCInit() {
    uchCRCHi = 0xFF ; //Byte alto del CRC
    uchCRCLo = 0xFF ; //Byte bajo del CRC
}

/*
 * Añade un byte al calculo de crc
 */
private void CRC16l(int c) {
    int uIndex ; //El indice en la tabla CRC

    uIndex = uchCRCLo ^ c ; //Calcula el indice del CRC
    uchCRCLo = uchCRCHi ^ auchCRCHi[uIndex] ; //Byte bajo del CRC
    uchCRCHi = auchCRCLo[uIndex] ; //Byte alto del CRC
}

/**
 * Obtiene el resultado del CRC
 * @return
 */
private int obtieneCRC() {
    return uchCRCHi * 256 | uchCRCLo ;
}

//
// Calcula el CRC del modbus
//
// puchMsg <- Puntero al mensaje a calcular CRC
// usDataLen <- Numero de bytes a calcular

```



```

&H28, &HE8, &HE9, &H29, &HEB, &H2B, &H2A, &HEA, _
&HEE, &H2E, &H2F, &HEF, &H2D, &HED, &HEC, &H2C, _
&HE4, &H24, &H25, &HE5, &H27, &HE7, &HE6, &H26, _
&H22, &HE2, &HE3, &H23, &HE1, &H21, &H20, &HE0, _
&HA0, &H60, &H61, &HA1, &H63, &HA3, &HA2, &H62, _
&H66, &HA6, &HA7, &H67, &HA5, &H65, &H64, &HA4, _
&H6C, &HAC, &HAD, &H6D, &HAF, &H6F, &H6E, &HAE, _
&HAA, &H6A, &H6B, &HAB, &H69, &HA9, &HA8, &H68, _
&H78, &HB8, &HB9, &H79, &HBB, &H7B, &H7A, &HBA, _
&HBE, &H7E, &H7F, &HBF, &H7D, &HBD, &HBC, &H7C, _
&HB4, &H74, &H75, &HB5, &H77, &HB7, &HB6, &H76, _
&H72, &HB2, &HB3, &H73, &HB1, &H71, &H70, &HB0, _
&H50, &H90, &H91, &H51, &H93, &H53, &H52, &H92, _
&H96, &H56, &H57, &H97, &H55, &H95, &H94, &H54, _
&H9C, &H5C, &H5D, &H9D, &H5F, &H9F, &H9E, &H5E, _
&H5A, &H9A, &H9B, &H5B, &H99, &H59, &H58, &H98, _
&H88, &H48, &H49, &H89, &H4B, &H8B, &H8A, &H4A, _
&H4E, &H8E, &H8F, &H4F, &H8D, &H4D, &H4C, &H8C, _
&H44, &H84, &H85, &H45, &H87, &H47, &H46, &H86, _
&H82, &H42, &H43, &H83, &H41, &H81, &H80, &H40}

```

```
Public Function crc_16(ByVal modbusframe() As Byte, ByVal length As Integer) As Integer
```

```

    Dim i As Integer
    Dim index As Integer
    Dim crc_Low As Integer = &HFF
    Dim crc_High As Integer = &HFF

    For i = 0 To length - 1
        index = (crc_High Xor CByte(modbusframe(i) And 255))
        crc_High = (Crc_Low Xor CByte(crc_table(index) And 255))
        crc_Low = CByte(crc_table(index + 256) And 255)
    Next

```

```

    Return ((crc_High * 256) + crc_Low)
End Function

```

```

Public Sub main()
    'paquete a enviar
    Dim d1() As Byte

    'Añadir CRC
    Dim crc As Integer = crc_16(d1, d1.Length)

    ReDim Preserve d1(UBound(d1) + 2)
    d1(UBound(d1) - 1) = crc \ 256
    d1(UBound(d1)) = crc Mod 256
End Sub

```

```
End Module
```