

MAR/MDA 144_MB
DESCRIPCIÓN DETALLADA, INSTRUCCIONES DE USO,
Y PROTOCOLO DE COMUNICACIONES



INDICE

- 1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.
 - 1.1.- MÉTODO DE MEDIDA.
- 2.- DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES.
 - 2.1.- MICROPROCESADOR.
 - 2.2.- DISPLAY Y TECLADO.
 - 2.3.- ENTRADAS DIGITALES.
 - 2.4.- SALIDA ANALÓGICA.
 - 2.5.- LÍNEA SERIE DE COMUNICACIONES.
 - 2.6.- RELÉS DE SALIDA.
 - 2.7.- RELÉS OPCIONALES.
 - 2.8.- CIRCUITOS AUXILIARES.
- 3.- VARIANTES.
- 4.- FUNCIONAMIENTO DEL TECLADO Y DISPLAY.
 - 4.1.- ACTIVACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN.
 - 4.2. PROGRAMACIÓN DE LA ESCALA DE TENSIÓN.
 - 4.3.- PROGRAMACIÓN DE LA ESCALA DE CORRIENTE.
 - 4.4.- PROGRAMACIÓN DE LA REFERENCIA DE ENERGÍA.
 - 4.5.- PROGRAMACIÓN DE LA IDENTIDAD.
 - 4.6.- PROGRAMACIÓN DE LA HORA.
 - 4.7.- PROGRAMACIÓN DE LOS RELÉS BÁSICOS.
 - 4.8.- PROGRAMACIÓN DE LAS ALARMAS BÁSICAS.
 - 4.9.- PROGRAMACIÓN DE LOS RELÉS AUXILIARES.
 - 4.10.- PROGRAMACIÓN DE LA SALIDA ANALÓGICA.
 - 4.11.- PROGRAMACIÓN DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN.
 - 4.12.- PROGRAMACIÓN DE LA CLAVE.
 - 4.13.- FIN DEL MODO DE PROGRAMACIÓN.
 - 4.14.- VISUALIZACIÓN DE VARIABLES DERIVADAS.
- 5.- PROGRAMACIÓN DESDE LA LÍNEA SERIE
 - 5.1.- MAPA DE MEMORIA.
- 6.- MONTAJE Y CONEXIONES.
- 7.- DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES
 - 7.1.- CONSTITUCIÓN DE LAS TRAMAS.
 - 7.2.- COMANDOS.
 - 7.3.- EJEMPLOS DE MENSAJES.

Apéndice 1. Algoritmo de cálculo del CRC, tipo "CRC16".

Apéndice 2. Notación en coma flotante usada norma IEEE.

Apéndice 3. Transmisión de datos IEEE.

Apéndice 4. Ejemplo de cálculo del CRC.

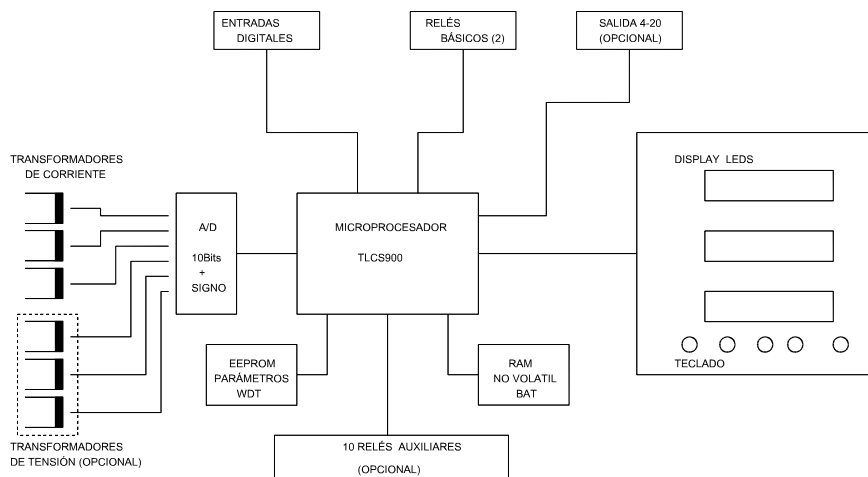
Apéndice 5. Adición de comandos MODBUS.



1. – DESCRIPCIÓN GENERAL.

Los equipos MAR144 son medidores múltiples de los parámetros eléctricos. Dotados de microprocesador, permiten la medida de todas las variables asociadas a una línea eléctrica, en todos sus diferentes sistemas de utilización, a tres o cuatro hilos, monofásicos, o trifásicos equilibrados. Preparados para su montaje en cuadro, disponen de un display de tres líneas para visualización de las distintas variables, y un teclado de cinco teclas que permite el manejo del display, así como la personalización y programación del equipo.

Un diagrama de bloques simplificado se muestra a continuación.



MAR 144. DIAGRAMA DE BLOQUES

1.1.-METODO DE MEDIDA.

El MAR es un equipo de muestreo de señal. Las magnitudes eléctricas se convierten mediante transformadores a los niveles adecuados para su conversión en digital mediante un convertidor de 10 bits más signo. Una vez efectuada la conversión, todo el proceso se realiza en forma digital, lo que posibilita una elevada precisión en los cálculos.

La toma de muestras se realiza sincronamente con la frecuencia de la tensión de entrada, a razón de 32 muestras de cada una de las tensiones y cada una de las intensidades por ciclo de red.

El proceso de muestreo consiste en la lectura de la intensidad seguida por la lectura de la tensión de la misma fase. Para que el muestreo sea sincrónico y no exista un retraso considerable entre muestras, se ha dividido la frecuencia de entrada en 96 intervalos, que resultan de multiplicar las 32 muestras de cada fase por las 3 fases del sistema, lo que hace que la separación entre la lectura de una fase y la siguiente sea constante. El muestreo es adaptativo, y sigue las posibles variaciones de la frecuencia de la red, adecuando los intervalos de forma automática, aunque debido a que el margen de corrección posible no es muy amplio, debe especificarse si el aparato va a funcionar a 50 ó 60 Hz.

Las distintas variables se calculan según los algoritmos siguientes:

Potencia por fase:	$P_f = K_{Pf} * (1/T \sum v_t * i_t)$
Tensión por fase:	$V_f = K_{Vf} * RAIZ (1/T \sum v^2_t)$
Corriente por fase:	$I_f = K_{If} * RAIZ (1/T \sum i^2_t)$
Potencia reactiva por fase:	$Q_f = K_{Qf} * (1/T \sum v_t - 90 * i_t)$
Potencia activa total:	$P = \sum P_f$
Potencia reactiva total:	$Q = \sum Q_f$
Potencia aparente total:	$RAIZ (P^2 + Q^2)$



Para calcular la potencia reactiva, se almacenan las 8 lecturas anteriores de tensión por fase, de forma que se multiplica la intensidad instantánea por la tensión decalada 90 grados.

El cálculo de energía se realiza a partir de las potencias activa y reactiva. Dado que estos valores se obtienen a cada periodo de red, la energía debe estar corregida por el valor de frecuencia del sistema. El valor medido se acumula en un contador parcial. Cuando este contador rebosa del valor correspondiente a la referencia de energía programada, se procede a incrementar el contador final asociado y se decrementa el parcial. De esta forma el cómputo de energía es sincrónico con la frecuencia, lo que hace que el aparato funcione correctamente entre 45 y 65 Hz.

El aparato dispone de cuatro totalizadores binarios que representan los valores acumulados de energía activa consumida, energía activa producida, energía reactiva consumida, y energía reactiva producida.

Cada uno de estos totalizadores está formado por 4 contadores binarios de formato "long integer", es decir, los contadores son de 32 bits, rebosando la cuenta al llegar a 1000.000.000.

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES.

2.1.- MICROPROCESADOR.

El microprocesador empleado es un microcontrolador de la familia 900 de TOSHIBA. Es un dispositivo de 16 bits, con una frecuencia de reloj de 14,7456 MHz. Dispone de una serie de periféricos integrados en el chip que le permiten una gran potencia y rapidez. Incorpora instrucciones de multiplicación y división en coma fija, que le aproximan a las características de un DSP, pero con mayor versatilidad y menor consumo.

2.2.- DISPLAY Y TECLADO.

El aparato dispone de un indicador triple en el que se pueden visualizar un máximo de 6 variables por cada una de las líneas. La selección de la variable a visualizar se realiza mediante una tecla asociada a cada línea, de forma que cada vez que se pulsa, se selecciona la variable siguiente. Si no se vuelve a pulsar la tecla, la variable permanece indefinidamente en la línea, incluso después de apagar y encender nuevamente el equipo.

2.3.- ENTRADAS DIGITALES.

La configuración básica del equipo dispone de cuatro entradas digitales (todo/nada), que pueden utilizarse para la indicación a distancia del estado de circuitos externos. Estas entradas están alimentadas internamente, de forma que no es necesario más que el cierre de un contacto libre de potencial para que se activen. El estado de las entradas no se visualiza en el display, y solamente se puede conocer a través de la línea serie, en el ordenador central.

2.4.- SALIDA ANALÓGICA 4/20 mA.

Esta opción permite el envío de una señal analógica 4/20 mA a un equipo receptor, sea analógico o numérico con entrada analógica. Las variables que pueden ser enviadas son las tres tensiones, las tres corrientes, potencia activa total, potencia reactiva total, coseno total, y frecuencia.

2.5.- LÍNEA SERIE DE COMUNICACIONES.

Esta opción permite el envío de todas las variables medidas o de programación a un puesto central de control, habitualmente un autómata o PC, mediante un protocolo de comunicaciones definido, y según las normas de enlace físico pertinentes.

Existen dos modelos de línea serie: RS232 y RS485. La primera se suele emplear en comunicaciones punto a punto, por ejemplo, cuando se desea conectar un solo equipo a un PC, a una distancia reducida. La segunda se emplea



en comunicaciones multipunto, por ejemplo para la conexión de varios equipos a uno o varios PCs. Debe especificarse en el pedido qué línea de comunicación se va a emplear.

Ambas opciones se han diseñado con una alimentación aislada del resto del equipo, y con acople óptico, de forma que la línea de comunicaciones no tiene conexión física con la parte de medida.

2.6.- RELÉS DE SALIDA.

La configuración básica permite además el manejo de dos relés de salida, cuyos contactos se pueden destinar a diferentes funciones. La primera de ellas es proporcionar impulsos correspondientes a la energía consumida por el receptor conectado al MAR. Cada impulso equivale a la cantidad de energía definida por la variable REF_ENER. Pueden usarse también como actuadores a distancia manejados por la unidad central, para conectar o desconectar unidades auxiliares, cargas, etc. Una tercera aplicación es la de alarmas de máxima o mínima sobre las variables analógicas. Por último, en la opción maxímetro suministran las señales de aviso y alarma dependiendo del consumo.

2.7.- RELÉS OPCIONALES.

El equipo dispone opcionalmente de diez relés suplementarios. Estos relés se dedican a la función de alarmas sobre una cualquiera de las variables analógicas mencionadas anteriormente.

2.8.- CIRCUITOS AUXILIARES.

Para almacenamiento de los datos se dispone de una RAM no volátil, alimentada por una batería, (opcionalmente un condensador del tipo “supercap”), que incluye un reloj de tiempo real. Se dispone además de una memoria tipo EEPROM para guardar los datos de calibración y configuración. Un circuito de supervisión, - WDT-, permite la reinicialización del equipo en caso de posibles perturbaciones.

2.9.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

En el caso de alimentación de CC, se emplea un convertidor de la tensión nominal adecuada. En el caso de alimentación en CA, se usa un transformador de doble toma que permite la conexión del equipo a dos tensiones diferentes, de valores en general relacionados por raíz de tres.



3.- VARIANTES.

3.1.- Modelos.

Los modelos disponibles se muestran a continuación.

	CONEX.	RELÉS BASICOS	RELÉS. AUX.	4-20 mA	ENTR. DIG.	TRANSF. CORR.	TRANSF. TENSIÓN	LINEA SERIE
MAR144B	3F N	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OPC
MAR144BA	3F N	NO	NO	NO	NO	SI	NO	OPC
MAR144	MONOF.	SI	OPC	OPC	SI	SI	OPC	OPC
MAR144-I	3F EQUIL	SI	OPC	OPC	SI	SI	OPC	OPC
MAR144-2	3F 3H	SI	OPC	OPC	SI	SI	OPC	OPC
MAR144-3	3F N	SI	OPC	OPC	SI	SI	OPC	OPC
MAR144-3M	3F N	NO	NO	NO	NO	SI	OPC	OPC
MAR144-2M	3F 3H	NO	NO	NO	NO	SI	OPC	OPC

MAR144B y MAR144BA son unidades básicas que no permiten opciones, salvo la línea serie.
MAR144-2M y MAR144-3M son máxímetros. Se describen en documento aparte.

3.2.- Valores de medida.

Tensión.

63,5V, 110V, 230V, 400V.

Corriente.

1A, 5A.

Alimentación.

CA: 63,5V, 110V, 230V, 400V.

CC: 24V, 48V, 110V.

3.3.- Línea serie.

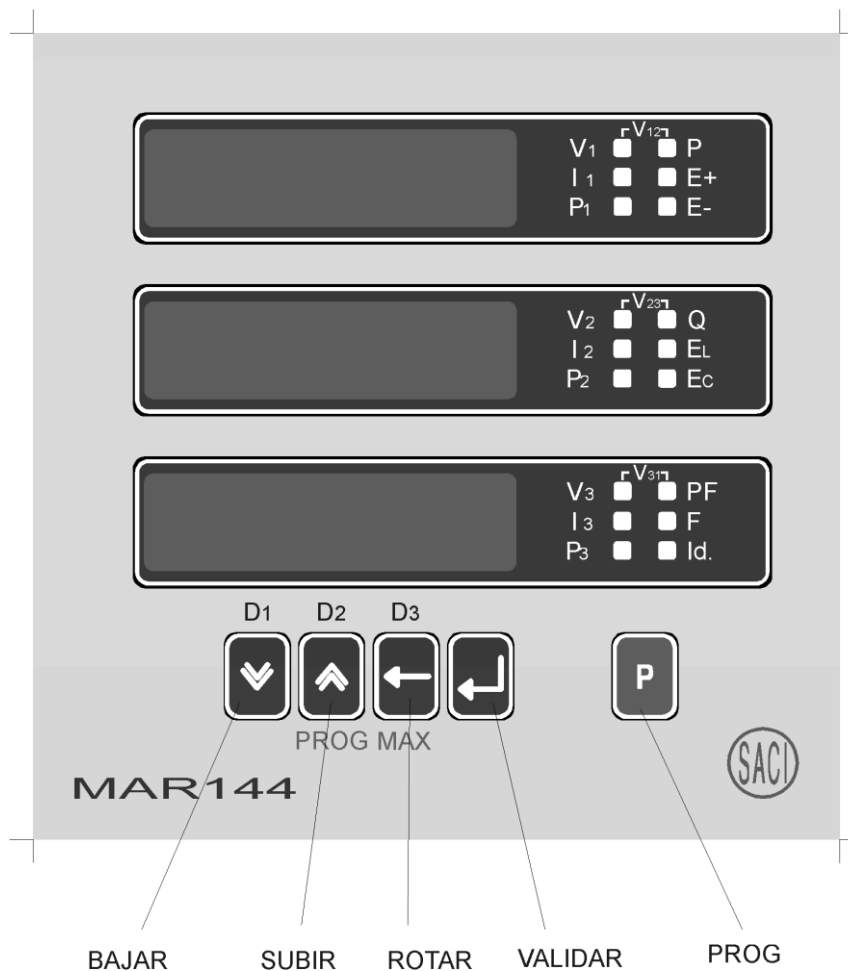
RS232, RS485.



4.-FUNCIONAMIENTO DEL TECLADO.

Como se observa en la figura adjunta, se dispone de cinco teclas para la visualización, programación, y configuración del equipo. Estas teclas están marcadas con símbolos, pero en la descripción de uso se emplea la denominación que aparece en la figura.

Para visualizar cualquier variable, solamente hay que pulsar la tecla correspondiente a la línea donde ésta se encuentra. Sucesivamente irán apareciendo las demás variables, al tiempo que se enciende el LED asociado.



4.1.- ACTIVACION DE LA PROGRAMACIÓN

La forma de activar el proceso de programación por teclado es mantener pulsada la tecla "P", y pulsar a continuación la tecla "SUBIR", con lo que aparece en la línea superior el mensaje "PASS", indicando al usuario que debe introducir la PASSWORD o clave de acceso.

En la línea inferior aparece el mensaje "----", en el que uno de los dígitos se encuentra parpadeando. Este dígito se puede modificar mediante las teclas "SUBIR" y "BAJAR". Una vez alcanzado el valor deseado, se pulsa "ROTAR", con lo que parpadeará el siguiente dígito a modificar. De igual manera se van modificando todos ellos, y una vez finalizado, se pulsa "VALIDAR". Hay que modificar los cuatro dígitos obligatoriamente, ya que de no hacerlo,



el equipo toma el símbolo “-“ por un carácter no válido. Si el valor introducido es correcto, el equipo pasa a la página de programación. En caso de error al cambiar un dígito, siempre se puede volver a él pulsando repetidamente la tecla "ROTAR" hasta que parpadee nuevamente.

En caso de error de clave, en el display vuelven a aparecer los mensajes iniciales, borrándose el valor de los dígitos que anteriormente se hayan introducido. La clave por defecto cuando el aparato sale de fábrica es 0010, y posteriormente puede tomar cualquier valor comprendido entre 0 y 9.999.

Cuando se ha introducido correctamente la clave de acceso, el aparato deja de tomar medidas, ya que supone que se va a realizar un cambio de parámetros.

Si no se conoce o no se recuerda la clave de acceso, se puede recuperar su valor programado mediante los comandos apropiados a través de la línea serie.

Las variables que pueden ser programadas usando el teclado aparecen en páginas sucesivas. En cada caso se visualiza en la primera línea el nombre de la variable, y en las siguientes líneas el valor asociado.

1.-VOLT. Escala de tensión.(Valor de primario)

2.-CORR. Escala de Intensidad.(Valor de primario)

3.-ENER. Referencia de Energía.(KWh por impulso).

4.- IDEN. Identidad.

5.- HORA.

6.- TIPO. Modo de funcionamiento de los relés de salida.

0000 para salidas de impulsos de Ep+ y Eq+.

0001 para contactos manejados desde el ordenador.

0002 Alarmas.

7.- OUTP. Actuación manual de los relés de salida (solamente si TIPO= 0001).Si se selecciona para las salidas el tipo 0001, permite actuar estos dos relés de forma manual. El dígito de la derecha a 1 (0001) cierra el contacto 15 y el siguiente dígito a 1 (0010) cierra el contacto 14.

8.- AL00. Define la variable sobre la cual la alarma 0 debe actuar, así como el nivel, o su sentido (máxima o mínima).

9.- AL01. Idem para la alarma 1.

10.- AL02...AL0B. Idem para las alarmas opcionales 2 a 11. (*).

11.- 4-20. Define la variable asociada a la salida analógica de 4..20 mA. (*).

12.- bAUD. Define la velocidad de transmisión por la línea serie.

0000 : 9600 Bps

0001 : 300 Bps

0010 : 600 Bps

0011 : 1200 Bps

0100 : 2400 Bps

0101 : 4800 Bps

0110 : 19200 Bps

13.- PASS. Aparece la clave de acceso actual pudiéndose modificar a cualquier otra.

Pulsando Validación este ciclo se repite indefinidamente. Cuando se elige un campo de programación y no se desea cambiar su valor, basta con pulsar la tecla de Validación para pasar al siguiente campo. Esto produce dos efectos:

1.- No se altera el valor que había en dicho campo.

2.- Se visualiza el siguiente campo a programar.



4.2.- PROGRAMACIÓN DE LA ESCALA DE TENSION.

Una vez introducida la clave, el equipo visualiza "VOLT". En las dos líneas inferiores se visualiza su valor con un decimal. Se pueden cambiar todos los dígitos, admitiéndose valores comprendidos entre 0,1 y 9.999.999,9 voltios. Este valor se refiere a la tensión compuesta a no ser que se haya pedido tensión simple. El valor de tensión a programar es el valor de tensión de primario si existe transformador de medida de tensión. Si la conexión es directa, este valor debe coincidir con el valor nominal del aparato, que se encuentra marcado en la etiqueta.

Si no se desea cambiar la escala de tensión y se quiere pasar al siguiente campo, pulsar la tecla "V". El valor de la escala permanecerá sin cambio.

En caso de variación de la escala, al pulsar la tecla "V" se acepta el nuevo valor y se graba este nuevo valor en EEPROM, procediéndose a su vez al reajuste de las constantes de cálculo.

4.3.- PROGRAMACIÓN DE LA ESCALA DE CORRIENTE.

Una vez validada la escala de tensión, aparece "CORR". Se puede variar su valor de la misma forma que la escala de tensión. Admite valores comprendidos entre 1 y 99.999.999 amperios, y corresponde a la intensidad nominal primaria de los transformadores utilizados.

4.4.- PROGRAMACIÓN DE LA REFERENCIA DE ENERGIA.

Una vez validada la escala de corriente, aparece la referencia de energía. Su valor corresponde a la cantidad de energía que equivale a un impulso del relé de salida. Este mismo valor se utiliza en el cómputo interno de los contadores tanto de activa como de reactiva, de forma que para conocer la energía consumida, hay que multiplicar el número almacenado en el contador por dicho valor de referencia.

Se puede programar cualquier valor comprendido entre 1 Wh y 999,9 KWh, pero es aconsejable elegir un valor coherente con la potencia nominal de la instalación, de forma que los contadores asociados no se muevan muy deprisa ni muy despacio. Es también conveniente elegir un valor entero múltiplo de diez, para que la cifra sea fácilmente analizada.

Solamente se emplea la línea inferior, y su indicación se da en KWh. Se puede mover la coma pulsando P y Rotar al mismo tiempo, seleccionándose cualquier constante en la banda 0.001 a 999.9 y siempre en unidades de KWh. El cambio de los dígitos se realiza de la misma forma explicada anteriormente para las escalas de tensión y corriente.

Existen tres notaciones de visualización de la referencia de energía dependiendo de su valor.

1.- Valores comprendidos entre 1 Wh y 9.999 Wh.
Se visualiza X.XXX

2.- Valores comprendidos entre 10 KWh y 99.99 KWh.
Se visualiza XX.XX

3.-Valores comprendidos entre 100 y 999.9 KWh.
Se visualiza XXX.X

4.5.- PROGRAMACIÓN DE LA IDENTIDAD DEL APARATO

El siguiente campo a programar es la identidad del aparato. Este parámetro es la dirección del equipo para su funcionamiento en red. Sólo se maneja la línea inferior. Admite valores comprendidos entre 1 y 255, pero no deben usarse los valores 0, 199, y 205, que están reservados.

En caso de programarse un valor de identidad no admitido se vuelve a representar el valor original,



permitiéndose nuevamente el cambio de la misma.

4.6.- PROGRAMACIÓN DE LA HORA

El siguiente campo a programar es la hora del equipo. Se usa solamente la línea inferior al igual que para la identidad. La forma de visualización es Hh.Mm, y su formato es el denominado 24 horas. Es decir, varía entre 00.00 y 23.59 horas.

No se admiten valores superiores a 2 en las decenas de hora, valores superiores a 5 en las decenas de minutos, ni valores superiores a 23 en las horas.

En caso de error se vuelve a visualizar el valor original.

4.7.- PROGRAMACIÓN DE LOS DOS RELÉS BÁSICOS.

En los equipos estándar solamente se incluyen los relés 0 y 1. Estas salidas son programables, pero no independientemente entre sí, con lo que el modo de funcionamiento será siempre común.

Se realiza mediante la variable “TIPO”, que puede tener los siguientes valores:

- Valor 0000: - Salidas de impulsos para energía activa y reactiva.
- Valor 0001: - Salidas de contactos programables desde el ordenador.
- Valor 0002: - Salidas de alarma programables.

4.7.1.- Modo 0000. Salidas de impulsos.

En este modo, los relés producen un impulso cada vez que se consume una cantidad de energía correspondiente a la referencia programada. La salida conectada al relé RL1 genera los impulsos de energía activa, y la salida conectada al relé RL0 genera los impulsos de reactiva. La duración del impulso es superior a 30 ms.

4.7.2.- Modo 0001. Salidas de contactos.

Este modo está dirigido fundamentalmente a la activación de contactos desde el ordenador. Sin embargo, para facilitar la comprobación del funcionamiento, se permite la activación de los relés también desde el teclado. Para ello se elige en el display la opción OOTP. Se usan los dos dígitos de la derecha del display inferior, correspondiendo a la salida RL0 el dígito de la derecha, y a la salida RL1 el siguiente. Para cambiar de dígito se pulsa la tecla ROTAR, y para cambiar el estado de la salida se pulsan las teclas de SUBIR o BAJAR. Cuando pulsamos la tecla de validar se pasa a la siguiente opción y las salidas quedan al nivel que se fijó.

Con el objeto de comprobar el funcionamiento de los circuitos externos conectados a los relés, se ha provisto una actuación manual. Una vez en la página “OOTP”, en la línea inferior aparece el valor 0000. El dígito de la derecha corresponde a la posición del relé RL0. El siguiente a su izquierda, el del relé RL1. Para activar el RL0, se debe poner el dígito de la derecha a “1”, y de forma similar para el RL1. La actuación de los dígitos es similar al del resto de la programación. La tecla “ROTAR” cambia el dígito a variar, y las teclas “SUBIR” y “BAJAR”, el valor del dígito.

4.7.3.- Modo 0002. Salidas de alarma.

Este modo se emplea en los casos en que se desea un funcionamiento autónomo del equipo, con señales de aviso de máximo o mínimo valor de cualquiera de las variables visualizadas en el display.

4.8.- PROGRAMACIÓN DE LAS ALARMAS BÁSICAS.

Se selecciona la página AL00 para la salida RL0, y la AL01 para la salida RL1. Cada una de las alarmas opera de forma independiente, bien por nivel máximo o por mínimo. Si se desea pueden actuar ambas sobre la misma variable, de forma que una alarma puede funcionar cuando la variable supere un nivel y otra cuando descienda de otro nivel distinto.



- Nivel máximo: si el valor de la variable elegida supera el valor de referencia marcado, la salida se activa, y cierra el contacto.
- Nivel mínimo: si el valor de la variable elegida baja del valor de referencia marcado, la salida se activa, y cierra el contacto.

4.8.1.- Programación de la alarma 0.

Una vez en la página siguiente, en la que aparece “AL00”, se puede programar la alarma correspondiente a la salida RLO. El proceso de programación conlleva tres partes, que consisten en la elección de la variable que producirá la alarma, la elección del modo de disparo de la alarma, - nivel máximo o nivel mínimo,- y la elección del valor de referencia para generar la alarma.

4.8.1.1.-Selección de la variable.

Para seleccionar la variable se usan los LEDs que indican su valor cuando el MAR está en el modo de medidas. Aparece parpadeando el LED correspondiente a la variable que está seleccionada en ese momento, y para cambiarla se usan las teclas de SUBIR y BAJAR, cambiando el LED de posición. Una vez que el LED se encuentra parpadeando en la variable correcta, se pulsa la tecla VALIDAR para su elección definitiva. Las variables que pueden ser seleccionadas son: V1, I1, PTOTAL, V2, I2, QTOTAL, V3, I3, COSENO y Hz.

4.8.1.2.- Selección del modo de disparo

Al validar la variable se vuelve a visualizar el mismo mensaje, pero esta vez con el LED sobre la variable seleccionada y sin parpadear. En este momento parpadea el display central con el mensaje “---- “ o con el mensaje “++ “. El mensaje “ ---- “ indica el modo mínimo, y el mensaje “ ++ “ indica modo máximo. Para cambiar el modo de disparo se pulsan las teclas SUBIR o BAJAR, y una vez seleccionado el modo deseado, se pulsa la tecla VALIDAR.

4.8.1.3.- Selección del nivel de referencia.

Al validar el modo de disparo de la alarma, parpadea el dígito derecho de la línea inferior. El proceso de cambio del valor es exactamente igual al realizado para modificar la escala de tensión o la escala de corriente, de forma que pulsando las teclas de SUBIR o BAJAR se cambia el valor del dígito y pulsando la tecla ROTAR se cambia de dígito. Sólo se pueden variar los cuatro dígitos del display inferior y sólo se admiten valores comprendidos entre 0000 y 0120, los cuales corresponden al tanto por ciento. El nivel de referencia no es un valor real, sino que es un valor porcentual de la variable, de forma que si se elige un valor 0080 y el modo de disparo por nivel máximo, la alarma se disparará cuando la variable elegida supere el 80 % de su valor, el cual está fijado por la ESCALA correspondiente. El cálculo del valor porcentual de la variable se realiza siempre con el módulo de dicha variable al no disponer de la programación del signo.

4.8.2.- Programación de la alarma 1

Seleccionando la opción AL01 se procede a la configuración de la ALARMA1, cuyo proceso es idéntico al descrito para la ALARMA0. En este caso la salida usada para la alarma 1 es la correspondiente al RL1.

4.9.- PROGRAMACIÓN DE LOS RELÉS AUXILIARES.

Esta opción permite al equipo disponer de 10 relés auxiliares, además de los dos principales incluidos en la versión básica.

De forma similar a los básicos, admiten dos modos de funcionamiento:

- Modo 1: salidas de contactos programables (digitales).
- Modo 2: salidas de alarma.



Cada uno de los relés funciona de forma independiente, pudiéndose programar de un modo u otro cada uno de ellos. La programación del modo de funcionamiento se realiza únicamente a través de la línea serie, mediante la variable de configuración CONF_REL (ver 5.1.6).

Si se selecciona el modo 1, el estado de cada relé se controla mediante la variable OUT_REL (ver 5.1.7).

Si se ha seleccionado el modo 2, la programación de las alarmas se puede realizar tanto por la línea serie o por el teclado. Para identificar la alarma a programar se visualizan en la primera línea del display que corresponden a cada uno de los relés, desde

La programación por teclado es exactamente igual que la realizada para las dos alarmas principales del equipo, tal como se ha explicado anteriormente. Una vez en el menú de programación, y finalizada la correspondiente a las alarmas principales, aparecen en el display los textos correspondientes a las alarmas definidas, desde AL02 hasta AL09, AL0A y AL0B. De igual manera que para los relés principales, se puede asignar a cada uno de ellos la variable que se desee, e incluso pueden trabajar todos ellos sobre la misma variable. Se puede programar el modo de disparo de la alarma, de forma que se active al superar el valor de referencia programado, o al descender por debajo del mismo.

El valor de referencia es un valor porcentual comprendido entre el 0 y el 120 % de la variable asignada, a excepción del coseno cuyo valor varía entre el 0 y el 100 %, que corresponden a los valores comprendidos entre 0 y 1. No se admite signo, con lo cual en este caso, si se ha programado por mínima con un valor del 80%, la alarma se activará tanto si el coseno baja de 0,8 inductivo, o 0,8 capacitivo.

Para evitar una actuación errática si el valor de la magnitud se encuentra muy cerca del valor de referencia programado, la actuación de cada alarma se realiza con un tiempo de retardo de aproximadamente dos segundos, tanto en su conexión como en su desconexión. Además se ha previsto una histéresis del 0,5% alrededor del punto de consigna.

4.10.- PROGRAMACIÓN DE LA SALIDA ANALÓGICA.

La opción de salida analógica permite transmitir mediante un bucle de 4-20 mA una variable analógica hacia un receptor adecuado. Las variables que se pueden enviar son las visualizadas en el display, que coinciden con las utilizadas en las alarmas. Estas variables son VFR, IFR, PTOTAL, VFS, IFS, QTOTAL, VFT, IFT, COSENO y FRECUENCIA.

Para todas las variables, -a excepción del coseno y la frecuencia -, la salida varía su valor entre el 0 % y el 120 % del fin de escala programado, de forma que, el 0 marca 4 mA y el 120% marca 20 mA.

Para el coseno la salida se ajusta entre -0,5 y +0,5 , y por tanto, coseno=-0,5 corresponde a 4 mA y coseno +0,5 a 20 mA.

La salida de frecuencia tiene un margen del +- 10 % del valor nominal. Para una frecuencia nominal de 50 Hz por lo tanto, 4 mA significan 45 Hz y 20 mA significan 55 Hz. Para 60 Hz los márgenes están entre 54 Hz y 66 Hz.

La programación de la variable asociada a la salida analógica se realiza tanto por teclado como por línea serie. La forma de programar la salida por teclado es idéntica a la programación de la alarma.

El mensaje visualizado para identificar la programación de la salida analógica consiste en un texto en el display superior indicando 4-20. Los dos displays inferiores están apagados. El proceso de selección de la variable se realiza mediante las teclas SUBIR y BAJAR, que modifican la posición del led que indica la variable, que es el que se encuentra parpadeando. Para aceptar la variable se pulsa la tecla VALIDAR.

4.11.- PROGRAMACIÓN DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN.

La siguiente pantalla permite la selección de la velocidad de transmisión de la línea serie. Aparece en la línea superior el mensaje "bAUD". En la línea inferior aparece un dígito cuya significación es la siguiente:

0	9600 Bps
1	300 Bps
2	600 Bps
3	1200 Bps
4	2400 Bps
5	4800 Bps



El cambio de su valor se realiza de la forma habitual mediante las teclas SUBIR, BAJAR, y VALIDAR. Para asegurar que existe concordancia en la selección por ambas partes, solamente se realiza el cambio de velocidad si no hay ningún mensaje en curso, esto es, si no se está transmitiendo ni recibiendo ningún mensaje.

4.12.- PROGRAMACIÓN DE LA CLAVE

En la última página de programación se puede variar la clave de acceso. La línea inferior representa la clave actual y se puede cambiar al valor deseado usando las teclas de subir, bajar y rotación tal como se ha explicado anteriormente. Una vez definido el valor deseado, pulsar la tecla de validación para la aceptación de la nueva clave de acceso. Debe tenerse en cuenta que si se olvida la nueva clave, no se podrá variar ninguna característica de programación. En este caso, se deberá enviar el equipo a fábrica para su reprogramación y restitución de la clave por defecto.

4.13.- VISUALIZACIÓN DE VARIABLES.

Una vez que se ha terminado la programación de todos los campos, o bien de aquellos que fuesen necesarios, para volver al proceso de medida se pulsa "P" y "BAJAR" simultáneamente, y el equipo vuelve al estado en que se encontraba antes de entrar en modo PROGRAMACION. Debe notarse que solamente serán registrados los datos introducidos y que después han sido confirmados por la tecla "VALIDAR".

A partir de ese momento, el equipo entra en modo de medida, y visualiza las variables seleccionadas previamente en el display. La visualización se realiza con formato automático de la coma, de acuerdo con la programación efectuada, de forma que se representan como figura en la tabla

10 A, 10 kV, 10 kW, 10 MW, 10 GW	0,000	9,999
100 A, 100kV, 100 kW, 100 MW	00,00	99,99
1000 A, 1000kV, 1000 kW, 1000 MW	000,0	999,9
10000 A	0000	9999

Hay que notar que el valor que se utiliza para seleccionar la visualización no es el fin de escala programado, sino el 120% de éste para el caso de la tensión y corriente, y el 150% para la potencia, con objeto de permitir las sobrecargas habituales dentro del margen de indicación, sin necesidad de modificar la posición de la coma.

Con referencia a los contadores de energía, se debe notar que representan número de pulsos. Cada pulso tiene el valor definido por la variable REF_ENER. De esta forma se puede representar con cuatro dígitos desde 9.999 kWh, (valor del impulso 1 kWh), hasta 999,9 GWh (valor del impulso, 100 kWh).

4.14.- VISUALIZACIÓN DE VARIABLES DERIVADAS.

El instrumento es capaz de guardar los valores máximos y mínimos de cada una de las variables representadas en el display. Para visualizar éstos no se requiere clave, bastando con pulsar la tecla "P", y simultáneamente la tecla "ROTAR".

Aparecerá en la línea central el valor máximo correspondiente a la tensión de la fase R, y en la línea inferior el valor mínimo. Con las teclas "SUBIR" y "BAJAR" se accede a los valores correspondientes a las demás variables.

Pulsando P + SUBIR se ponen a cero los valores, y se inicia el cálculo nuevamente..

Para salir de esta opción sin variar los valores, se pulsa "P" y "BAJAR".

Para salir de esta opción se pulsa "P" + BAJAR.



5.- PROGRAMACION DESDE LA LINEA SERIE.

5.1.- MAPA DE MEMORIA.

El proceso de programación desde el ordenador se realiza mediante el envío de una serie de comandos y datos de configuración, a las posiciones de memoria relacionadas. El formato de los datos se describe en el apartado

La tabla de memoria se muestra a continuación. En ella se especifica además de la dirección en la memoria, el tipo de dato que se emplea para cada variable, su descripción, y si dicha variable es aplicable a los distintos modelos de MAR. En aquellos modelos en los que no se use alguna de las variables básicas, como por ejemplo, un equipo monofásico donde no existe la fase S ni la T, el valor de éstas es 0.

Las variables de tipo R son sólo lectura.

Las variables de tipo W son sólo escritura.

Las variables de tipo R/W son de lectura/escritura.

5.1.1.- Variables de calibración.

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
400	VR100	LONG	AJUSTE HW VR	R	X	X	X	X	X	X
402	VS100	LONG	AJUSTE HW VS	R	X	X		X	X	X
404	VT100	LONG	AJUSTE HW VT	R	X	X		X	X	X
406	PR100	LONG	AJUSTE HW PR	R	X	X	X	X	X	X
408	PS100	LONG	AJUSTE HW PS	R	X	X			X	X
410	PT100	LONG	AJUSTE HW PT	R	X	X			X	X
412	QR100	LONG	AJUSTE HW QR	R	X	X	X	X	X	X
414	QS100	LONG	AJUSTE HW QS	R	X	X			X	X
416	QT100	LONG	AJUSTE HW QT	R	X	X			X	X
418	IR100	LONG	AJUSTE HW IR	R	X	X	X	X	X	X
420	IS100	LONG	AJUSTE HW IS	R	X	X			X	X
422	IT100	LONG	AJUSTE HW IT	R	X	X			X	X
424	PWMIN	BYTE	AJUSTE HW 4 mA	R			X	X	X	X
425	PWMAX	BYTE	AJUSTE HW 20 mA	R			X	X	X	X
454	CODE_ACC	BYTE	CLAVE ACCESO	R	X	X	X	X	X	X

Son variables que no deben ser modificadas por el usuario. Definen los valores de ganancia y offset de cada una de las señales de entrada, y corresponden a valores en notación binaria, por lo que se encuentran almacenadas en formato LONG INTEGER.



5.1.2.- Variables de configuración.

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
0	BASE_REG	WORD	REGISTRO BASE	R/W	X	X	X	X	X	X
1	ESCALAV	IIEEE	ESC. DE TENSION	R/W	X	X	X	X	X	X
3	ESCV_BCD	LONG	ESC. DE TENSION	R	X	X	X	X	X	X
5	ESCALAI	IIEEE	ESC. CORRIENTE	R/W	X	X	X	X	X	X
7	ESCI_BCD	LONG	ESC. CORRIENTE	R	X	X	X	X	X	X
9	REF_ENER	IIEEE	REF. DE ENERGIA	R/W			X	X	X	X
11	REF_BCD	LONG	REF. DE ENERGIA	R			X	X	X	X
13	ESCALAP	IIEEE	ESC. DE POTENCIA	R	X	X	X	X	X	X
200	SERNUM	STRING	NÚMERO DE SERIE	R/W	X	X	X	X	X	X
205	ID	WORD	IDENTIDAD EN RED	R	X	X	X	X	X	X
206	TIPO	STRING	VERSIÓN SW	R/W	X	X	X	X	X	X
211	PROT	WORD	JBUS/MODBUS	R/W	X	X	X	X	X	X
212	VEL	WORD	VEL.COMUNICACIONES	R/W	X	X	X	X	X	X
215	MOD_INP	WORD	MODO DE ENTRADA	R/W	X	X	X	X	X	X
318	CLAVE	LONG	CLAVE DE ACCESO	R/W	X	X	X	X	X	X

Son las variables que definen los valores nominales de las escalas de tensión, corriente, y energía. Se guardan en formato flotante IIEEE, y expresan la cifra correspondiente a la variable respectiva en unidades físicas, esto es, en voltios, amperios, y watioshora. Por necesidades debidas a la representación en display, existe una variable en formato BCD asociada a cada una de las tres primeras, que solamente puede ser leída.

La variable SERNUM guarda el número de serie del aparato. Es del tipo string, de diez bytes de longitud, y solamente puede ser leída. Su formato "SACIXXXXXX". Los dígitos marcados con una X son bytes que pueden contener cualquier valor entre 0 y FFH. (Normalmente contienen números en ASCII).

La variable ID almacena el valor de la identidad del aparato para su trabajo en red. Es un número binario de un byte, que se puede leer y escribir. Puede tomar cualquier valor comprendido entre 0 y 255, pero no deben emplearse los valores 0, 199, ó 205, que tienen un uso especial.

La variable TIPO indica el modelo de equipo y la versión SW. Es del tipo string, de seis caracteres, y al igual que el número de serie, solamente puede ser leído. Su formato es MARXXX. Se guarda en EEPROM no modificable.

La variable CLAVE contiene la palabra de acceso programada. Por defecto ésta será 0010. Tiene el formato LONG INTEGER, de cuatro bytes. Dado que a través del teclado solamente puede programarse hasta 9999, los dos bytes más significativos en caso de programación mediante la línea serie deben ser siempre cero.

La variable VEL define la velocidad de la línea de comunicaciones. Su codificación coincide con la que aparece en la pantalla durante el proceso de programación por teclado, esto es,

0	9600 Bps
1	300 Bps
2	600 Bps
3	1200 Bps
4	2400 Bps
5	4800 Bps
6	19200 Bps

Se debe escribir uno de estos valores en la posición correspondiente, 3587H. El equipo devuelve un mensaje de acknowledge a la misma velocidad que estaba trabajando, y a continuación cambia a la nueva velocidad.



La variable PROT selecciona qué formato de transmisión se empleará para la comunicación de datos numéricos. Su contenido a 1 selecciona el modo de transmisión JBUS, mientras que un 0 selecciona MODBUS. La diferencia entre ambos modos se aclara en el apéndice 3.

MOD_INP especifica el modo de trabajo de las entradas digitales. Estas entradas se alimentan de una tensión diferente de la general, y aislada de ella, de forma que se puede utilizar contactos libres de potencial como entrada.

Pueden trabajar de dos modos distintos:

- Entradas digitales todo-nada. Comunican su estado al sistema central.
- Contadores de impulsos. Cuentan los impulsos que reciben de algún otro equipo.

La programación solamente puede ser realizada a través de la línea serie. Cada entrada puede trabajar separadamente de las demás.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0	0	0	0	ENTR3	ENTR2	ENTR1	ENTR0

ENTRx = "0" significa entrada digital.

ENTRx = "1" significa entrada de contador.

El proceso de cuenta de impulsos se realiza observando las entradas que estén configuradas como entradas de contador. El equipo muestrea las entradas y acepta un impulso si el nivel alto tiene una duración mínima de 30 ms y el nivel bajo a continuación también. Una vez validado el impulso de entrada incrementa el contador asociado y lo guarda en la RAM con batería. Las direcciones de los contadores asociados son de 312 al 316.

5.1.3.- Variables de estado de entradas.

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
216	INP_STA	BYTE	ESTADO ENTR. DIG.	R			X	X	X	X

La variable INP_STA expresa el estado de las cuatro entradas digitales del equipo. Es una variable del tipo Byte, de la cual solamente se usan los cuatro bits menos significativos, siendo cero los demás. Un valor de "1" en un bit indica que la correspondiente entrada se encuentra abierta, y un "0", cerrada.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
BAT	0	0	0	ENTR3	ENTR2	ENTR1	ENTR0

Esta variable se encuentra asociada con la variable MODO_INP, que define el modo de funcionamiento de dichas entradas. El bit 7 muestra el estado de la batería. Un "1" significa batería en buen estado, un "0", batería descargada. En los modelos B y BA el bit B7 es siempre 1.

5.1.4.- Variables de totalización de energía.

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
302	TOT_ACT+	LONG	TOT. ACTIVA CONSUM.	R/W			X	X	X	X
304	TOT_ACT-	LONG	TOT. ACTIVA PROD.	R/W			X	X	X	X
306	TOT_REACT L	LONG	TOT. REACTIVA IND.	R/W			X	X	X	X
308	TOT_REACT C	LONG	TOT. REACTIVA CAP.	R/W			X	X	X	X



Son las variables que expresan el contenido de los contadores donde se guarda la energía activa o reactiva, tanto consumida como producida. Se encuentran en formato LONG INTEGER, con un límite establecido en 999.999.999. Estos registros se pueden leer y escribir, de forma que se pueden colocar a un valor determinado si se desea que coincidan con la lectura de algún otro registro, como por ejemplo la lectura de un contador electromecánico.

5.1.5.- Variables asociadas a los contadores de impulsos:

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
310	CONT_IMP0	LONG	CONTADOR 0	R/W			X	X	X	X
312	CONT_IMP1	LONG	CONTADOR 1	R/W			X	X	X	X
314	CONT_IMP2	LONG	CONTADOR 2	R/W			X	X	X	X
316	CONT_IMP3	LONG	CONTADOR 3	R/W			X	X	X	X

Cada contador de impulsos asociado a las entradas digitales dispone de un registro donde se van acumulando los impulsos recibidos. Su formato es LONG INTEGER de cuatro bytes, y están programados para rebotar en una cuenta máxima de 999.999.999.

5.1.6.- Variables de medida.

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
120	VF1	IIEEE	TENSION L1N	R	X	X	X	X	X	X
122	VF2	IIEEE	TENSION L 2N	R	X	X		X	X	X
124	VF3	IIEEE	TENSION L 3N	R	X	X		X	X	X
126	VL1	IIEEE	TENSION L12	R	X	X		X	X	X
128	VL2	IIEEE	TENSION L 23	R	X	X		X		
130	VL3	IIEEE	TENSION L 31	R	X	X		X		
132	PFR	IIEEE	POT.ACTIVA FASE R/L1	R	X	X	X	X	X	X
134	PFS	IIEEE	POT.ACTIVA FASE S/L2	R	X	X		X	X	
136	PFT	IIEEE	POT.ACTIVA FASE T /L3	R	X	X		X	X	X
138	QFR	IIEEE	POT.REACT. FASE R	R	X	X	X	X	X	X
140	QFS	IIEEE	POT.REACT. FASE S	R	X	X		X	X	
142	QFT	IIEEE	POT.REACT. FASE T	R	X	X		X	X	X
144	IFR	IIEEE	CORRIENTE FASE R	R	X	X	X	X	X	X
146	IFS	IIEEE	CORRIENTE FASE S	R	X	X		X	X	X
148	IFT	IIEEE	CORRIENTE FASE T	R	X	X		X	X	X
150	SFR	IIEEE	POT.APAR. FASE R	R	X	X	X	X	X	
152	SFS	IIEEE	POT.APAR. FASE S	R	X	X		X	X	
154	SFT	IIEEE	POT.APAR. FASE T	R	X	X		X	X	
156	COSR	IIEEE	COS FI FASE R	R	X	X	X	X	X	
158	COSS	IIEEE	COS FI FASE S	R	X	X		X	X	
160	COST	IIEEE	COS FI FASE T	R	X	X		X	X	
162	PRST	IIEEE	POT.ACT. TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
164	QRST	IIEEE	POT.REACT.TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
166	SRST	IIEEE	POT.APAR.TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
168	COSENO	IIEEE	COSENO FI TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
170	FREC_RED	IIEEE	FRECUENCIA	R	X	X	X	X	X	X
172	IN	IIEEE	CORRIENTE DE NEUTRO	R		X	X	X	X	X
217	HORA	BCD	RELOJ T.REAL	R	X	X	X	X	X	X

Las variables correspondientes a las magnitudes medidas se han colocado próximas, de forma que se pueda realizar su lectura mediante comandos múltiples en bloques de 12 variables. Todas tienen el formato de coma flotante.



La variable HORA representa la lectura del reloj de tiempo real. Es del tipo WORD, y se encuentra codificada en BCD de acuerdo con la configuración siguiente.

MSB:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
H7	H6	H5	H4	H3	H2	H1	H0

HORA MSB (BCD)

HORA LSB (BCD)

LSB:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
MIN7	MIN6	MIN5	MIN4	MIN3	MIN2	MIN1	MIN0

MINUTO MSB (BCD)

MINUTO LSB (BCD)

5.1.7.- Control. de relés.

DIR (DEC)	VARIABLE	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
209	MOD_OUT	WORD	CONFIG. RELÉS BÁSICOS	R/W			X	X	X	X
210	DIG_OUT	BYTE	CONTROL RL0 & RL1	R/W			X	X	X	X
213	ALARMA0	WORD	AL0 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
214	ALARMA1	WORD	AL1 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
15	VALOR_AL0	IEEE	AL0 NIVEL	R/W			X	X	X	X
17	VALOR_AL1	IEEE	AL1 NIVEL	R/W			X	X	X	X
218	CONF_OPC	WORD	DEFINICION DE OPCIONES	R/W			X	X	X	X
220	CONF_REL	WORD	CONFIG. RELÉS AUX.	R/W			X	X	X	X
221	ALARMA2	WORD	AL2 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
222	ALARMA3	WORD	AL3 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
223	ALARMA4	WORD	AL4 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
224	ALARMA5	WORD	AL5 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
225	ALARMA6	WORD	AL6 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
226	ALARMA7	WORD	AL7 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
227	ALARMA8	WORD	AL8 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
228	ALARMA9	WORD	AL9 VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
229	ALARMAA	WORD	ALA VAR & MODO	R/W			X	X	X	X
230	ALARMA B	WORD	AL1BVAR & MODO	R/W			X	X	X	X
231	VALOR_AL2	IEEE	AL2 NIVEL	R/W			X	X	X	X
233	VALOR_AL3	IEEE	AL3 NIVEL	R/W			X	X	X	X
235	VALOR_AL4	IEEE	AL4 NIVEL	R/W			X	X	X	X
237	VALOR_AL5	IEEE	AL5 NIVEL	R/W			X	X	X	X
239	VALOR_AL6	IEEE	AL6 NIVEL	R/W			X	X	X	X
241	VALOR_AL7	IEEE	AL7 NIVEL	R/W			X	X	X	X
243	VALOR_AL8	IEEE	AL8 NIVEL	R/W			X	X	X	X
245	VALOR_AL9	IEEE	AL9 NIVEL	R/W			X	X	X	X
247	VALOR_ALA	IEEE	ALA NIVEL	R/W			X	X	X	X
249	VALOR_ALB	IEEE	ALB NIVEL	R/W			X	X	X	X
251	OUT_REL	WORD	CONTROL RELÉS AUX.	R/W			X	X	X	X

La variable MOD_OUT representa la configuración de los relés de salida. Estos relés tienen varios modos de funcionamiento:



Salida de impulsos correspondientes al consumo de energía. Dan un cierre cada vez que se consume la energía marcada en REF_ENER.

Salida de control gobernada desde el ordenador central. Se cierran o abren por comandos SW.

Alarmas sobre el valor de las variables medidas.

La configuración del byte es como sigue.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0	0	0	0	0	0	X	X

XX: 00 para el funcionamiento como salida de impulsos de energía.

01 para el funcionamiento como salidas programables .

02 para el funcionamiento como alarmas.

La variable DIG_OUT controla el estado de los relés cuando éstos se han definido como salidas digitales. Es un byte, con la configuración

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0	0	0	0	0	0	RL1	RL0

Un "1" en cada uno de los bits activa el correspondiente relé.

ALARMAX define el modo de funcionamiento de la alarma:

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8
MODO	ACTIV	0	0	0	0	FREC	COS

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
I3	V3	QTOT	I2	V2	PTOT	I1	V1

MODO: Un "1" significa disparo de la alarma por nivel máximo. Un "0", por nivel mínimo.

ACTIV: Un "1" permite el funcionamiento de la alarma. Un "0" la inhibe.

El resto de los bits indica qué magnitud medida actúa sobre la alarma. Solamente uno de los bits puede tener el valor "1". Como se puede observar, las magnitudes que disponen de alarma son las tres tensiones, (simples o compuestas según se haya definido en TIPO_ESCV), las tres corrientes de línea, la potencia activa total, la reactiva total, el factor de potencia total, y la frecuencia.

VALOR_ALX contiene un número en notación de coma flotante que representa el valor de disparo de la alarma, expresado en porcentaje del valor nominal de la magnitud medida. Al igual que en la programación por teclado, se admite para este número valores comprendidos entre 0 y 120. Hay que hacer notar que, si se cambia la magnitud afectada por la alarma, se debe cambiar el nivel de disparo, pues de no hacerlo se mantendrá el valor que existiera previamente.

La variable CONF_OPC define qué tipo de opciones están activas en el equipo con objeto de que el SW reconozca cuál de ellas se ha instalado, para de esta manera pueda activar las páginas de display asociadas. Las opciones seleccionables son la salida analógica y los relés suplementarios. La configuración del byte es como sigue

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8
0	0	0	0	0	0	4-20	REL10

Un "1" en cada uno de los bits significa que la opción está activa.



La variable CONF_REL especifica el modo de actuación de los relés suplementarios. Estos relés tienen dos modos de funcionamiento, similares a los dos primeros modos de los relés básicos:

- Salidas manejadas mediante comandos SW desde el ordenador central.
- Salidas de alarma sobre las magnitudes medidas.

Su configuración es como sigue

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8
0	0	0	0	0	0	REL11	REL10

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
REL9	REL8	REL7	REL6	REL5	REL4	REL3	REL2

Un 0 en el bit correspondiente selecciona el funcionamiento como salida digital. Un 1 selecciona el funcionamiento como salida de alarma.

Si se han definido como alarmas, cada relé está asociado a una palabra de configuración ALARMAX, y a otra de valor VALOR_ALX. Su funcionamiento es idéntico al de los relés básicos.

Si se han definido como contactos activados por SW, se dispone de la variable OUT_REL. Tiene el formato WORD, y la configuración

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8
0	0	0	0	0	0	RL11	RL10

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
RL9	RL8	RL7	RL6	RL5	RL4	RL3	RL2

De igual forma, un "1" en el bit respectivo activa el relé.

5.1.8.- Variables asociadas a la salida 4-20:

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
218	CONF_OPC	BYTE	DEFINICIÓN DE OPCIONES	R/W			X	X	X	X
219	CONF_420	BYTE	CONFIG.SALIDA	R/W			X	X	X	X

La variable CONF_420 define qué magnitud medida se va a enviar por la salida analógica. Su configuración es similar a la que define la señal asociada con las alarmas:

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8
MODO	ACTIV	0	0	0	0	FREC	COS

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
I3	V3	QTOT	I2	V2	PTOT	I1	V1



5.1.9.- Variables asociadas a los máximos y mínimos:

ADDR	VAR	TYPE	DESCRIPTION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
19	VF1_MAX	IEEE	MAX. V1	R	X	X	X	X	X	
21	VF2_MAX	IEEE	MAX. V2	R	X	X		X	X	
23	VF3_MAX	IEEE	MAX. V3	R	X	X		X	X	
25	VF12_MAX	IEEE	MAX. V12	R	X	X		X	X	X
27	VF23_MAX	IEEE	MAX. V23	R	X	X		X	X	X
29	VF31_MAX	IEEE	MAX. V32	R	X	X		X	X	X
31	IFR_MAX	IEEE	MAX. IF1	R	X	X	X	X	X	X
33	IFS_MAX	IEEE	MAX. IF2	R	X	X		X	X	X
35	IFT_MAX	IEEE	MAX. IF3	R	X	X		X	X	X
37	PFR_MAX	IEEE	MAX. P.ACT. L1	R	X	X	X	X	X	
39	PFS_MAX	IEEE	MAX. P.ACT. L2	R	X	X		X	X	
41	PFT_MAX	IEEE	MAX. P.ACT. L3	R	X	X		X	X	
43	PRST_MAX	IEEE	MAX. P.ACT.TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
45	QRST_MAX	IEEE	MAX. P.REACT.TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
47	SRST_MAX	IEEE	MAX. P.AP.TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
49	COS_MAX	IEEE	MAX. COS FI TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
51	FREC_MAX	IEEE	MAX. FREC.	R	X	X	X	X	X	X
53	VF1_MIN	IEEE	MIN. VF1	R	X	X	X	X	X	
55	VF2_MIN	IEEE	MIN. VF2	R	X	X		X	X	
57	VF3_MIN	IEEE	MIN. VF3	R	X	X		X	X	
59	VF12_MIN	IEEE	MIN. VF12	R	X	X		X	X	X
61	VF23_MIN	IEEE	MIN. VF23	R	X	X		X	X	
63	VF31_MIN	IEEE	MIN. VF32	R	X	X		X	X	X
65	IFR_MIN	IEEE	MIN. IF1	R	X	X	X	X	X	X
67	IFS_MIN	IEEE	MIN. IF2	R	X	X		X	X	X
69	IFT_MIN	IEEE	MIN. IF3	R	X	X		X	X	X
71	PFR_MIN	IEEE	MIN. P.ACT. L1	R	X	X	X	X	X	
73	PFS_MIN	IEEE	MIN. P.ACT. L2	R	X	X		X	X	
75	PFT_MIN	IEEE	MIN. P.ACT. L3	R	X	X		X	X	
77	PRST_MIN	IEEE	MIN. P.ACT.TOTAL	R	X	X	X	X		X
79	QRST_MIN	IEEE	MIN. P.REACT. TOTAL	R	X	X	X	X		X
81	SSRT_MIN	IEEE	MIN. P.APP.TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
83	COS_MIN	IEEE	MIN. COS FI TOTAL	R	X	X	X	X	X	X
85	FREC_MIN	IEEE	MIN. FREC.	R	X	X	X	X		X
600	SW_RST	WORD	RESET DEL EQUIPO	W	X	X	X	X	X	X
601	SYNC_MAXM	WORD	ARRANQUE DE MAX-MIN	W	X	X	X	X	X	X
602	SW_SYNC	WORD	SINC. MÁX.DEMANDA	W	X	X	X	X	X	X

Cada variable recoge el valor máximo o mínimo alcanzado desde la última puesta en marcha. Su formato es coma flotante igual que el la magnitud relacionada.

La variable SINC_MAXM permite el arranque del proceso de almacenamiento de máximos/mínimos. Es una variable solamente de escritura. En el momento que recibe el comando adecuado, que consiste en una escritura de cero, coloca los valores de los registros al valor que tenga la variable correspondiente, y comienza el proceso de determinación de si el nuevo valor es inferior o superior al registrado.

La variable RESETSW no responde realmente a una posición de memoria. Una escritura de "0" enviada a esta dirección hace que el equipo reinicie el programa tal como si se tratase de un arranque causado por la desconexión de la alimentación.



5.1.10.- Valores de máxima demanda.

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD.	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
560	MAX_ACT_P	IEEE	VALOR ACTUAL DE P	R	X	X	X	X	X	X
562	MAX_ACT_Q	IEEE	VALOR ACTUAL DE Q	R	X	X	X	X	X	X
564	MAX_ACT_S	IEEE	VALOR ACTUAL DE S	R	X	X	X	X	X	X
566	MAX_ACT_IR	IEEE	VALOR ACTUAL DE I1	R	X	X	X	X	X	X
568	MAX_ACT_IS	IEEE	VALOR ACTUAL DE I2	R	X	X			X	X
570	MAX_ACT_IT	IEEE	VALOR ACTUAL DE I3	R	X	X			X	X
572	MAX_PUNT_P	IEEE	VALOR MÁXIMO DE P	R	X	X	X	X	X	X
574	MAX_PUNT_Q	IEEE	VALOR MÁXIMO DE Q	R	X	X	X	X	X	X
576	MAX_PUNT_S	IEEE	VALOR MÁXIMO DE S	R	X	X	X	X	X	X
578	MAX_PUNT_IR	IEEE	VALOR MÁXIMO DE I1	R	X	X	X	X	X	X
580	MAX_PUNT_IS	IEEE	VALOR MÁXIMO DE I2	R	X	X			X	X
582	MAX_PUNT_IT	IEEE	VALOR MÁXIMO DE I3	R	X	X			X	X
584	MAX_ANT_P	IEEE	VALOR PASADO DE P	R			X	X	X	X
586	MAX_ANT_Q	IEEE	VALOR PASADO DE Q	R			X	X	X	X
588	MAX_ANT_S	IEEE	VALOR PASADO DE S	R			X	X	X	X
590	MAX_ANT_IR	IEEE	VALOR PASADO DE I1	R			X	X	X	X
592	MAX_ANT_IS	IEEE	VALOR PASADO DE I2	R					X	X
594	MAX_ANT_IT	IEEE	VALOR PASADO DE I3	R	X	X			X	X

Información de tiempo.

DIR (DEC)	VAR	TIPO	DESCRIPCION	MOD.	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
254	H_PUNT_P	WORD	HORA PUNTA P	R	X	X	X	X	X	X
255	H_PUNT_Q	WORD	HORA PUNTA Q	R	X	X	X	X	X	X
256	H_PUNT_S	WORD	HORA PUNTA S	R	X	X	X	X	X	X
257	H_PUNT_IR	WORD	HORA PUNTA I1	R	X	X	X	X	X	X
258	H_PUNT_IS	WORD	HORA PUNTA I2	R	X	X			X	
259	H_PUNT_IT	WORD	HORA PUNTA I3	R	X	X			X	X
260	INTERVAL	WORD	PERIODO	R	X	X	X	X	X	X
2356	SYNC_MD	WORD	ARRANQUE MAX.DEM.	R	X	X	X	X	X	X

El formato es el mismo que el de definición de tiempo en 5.1.6.



5.1.11.- Valores de THD.

ADD	VAR	TYPE	DESCRIPTION	MOD	B	BA	144	144-I	144-3	144-2
500	VR_REAL	IEEE	VALOR ACTUAL DE V1	R	X	X	X	X	X	X
502	VS_REAL	IEEE	VALOR ACTUAL DE V2	R	X	X			X	X
504	VT_REAL	IEEE	VALOR ACTUAL DE V3	R	X	X			X	X
506	IR_REAL	IEEE	VALOR ACTUAL DE I1	R	X	X	X	X	X	X
508	IS_REAL	IEEE	VALOR ACTUAL DE I2	R	X	X			X	X
510	IT_REAL	IEEE	VALOR ACTUAL DE I3	R	X	X			X	X
512	VR_XTR	IEEE	FUNDAMENTAL DE V1	R	X	X	X	X	X	X
514	VS_XTR	IEEE	FUNDAMENTAL DE V2	R	X	X		X	X	X
516	VT_XTR	IEEE	FUNDAMENTAL DE V3	R	X	X		X	X	X
518	IR_XTR	IEEE	FUNDAMENTAL DE I1	R	X	X	X	X	X	X
520	IS_XTR	IEEE	FUNDAMENTAL DE I2	R	X	X			X	X
522	IT_XTR	IEEE	FUNDAMENTAL DE I3	R	X	X			X	X
524	VR_THD	IEEE	VALOR ABSOLUTO DE THD V1	R			X	X	X	X
526	VS_THD	IEEE	VALOR ABSOLUTO DE THD V2	R				X	X	X
528	VT_THD	IEEE	VALOR ABSOLUTO DE THD V3	R				X	X	X
530	IR_THD	IEEE	VALOR ABSOLUTO DE THD I1	R			X	X	X	X
532	IS_THD	IEEE	VALOR ABSOLUTO DE THD I2	R					X	X
534	IT_THD	IEEE	VALOR ABSOLUTO DE THD I3	R	X	X			X	X
536	THD_VR	IEEE	VALOR RELATIVO THD V1	R	X	X	X	X	X	X
538	THD_VS	IEEE	VALOR RELATIVO THD V2	R	X	X		X	X	X
540	THD_VT	IEEE	VALOR RELATIVO THD V3	R	X	X		X	X	X
542	THD_IR	IEEE	VALOR RELATIVO THD I1	R	X	X	X	X	X	X
544	THD_IS	IEEE	VALOR RELATIVO THD I2	R	X	X			X	X
546	THD_IT	IEEE	VALOR RELATIVO THD I3	R	X	X			X	X

VX_REAL/IX_REAL es el valor RMS medido de cada variable. Coincide con el de la variable medida en 5.1.6.

VX_XTR/IX_XTR es el valor del fundamental.

VX_THD/IX_THD es el valor de distorsión armónica total de cada variable, en valor absoluto, V, o A.

THD_VX/THD_IX es el valor de THD en porcentaje.

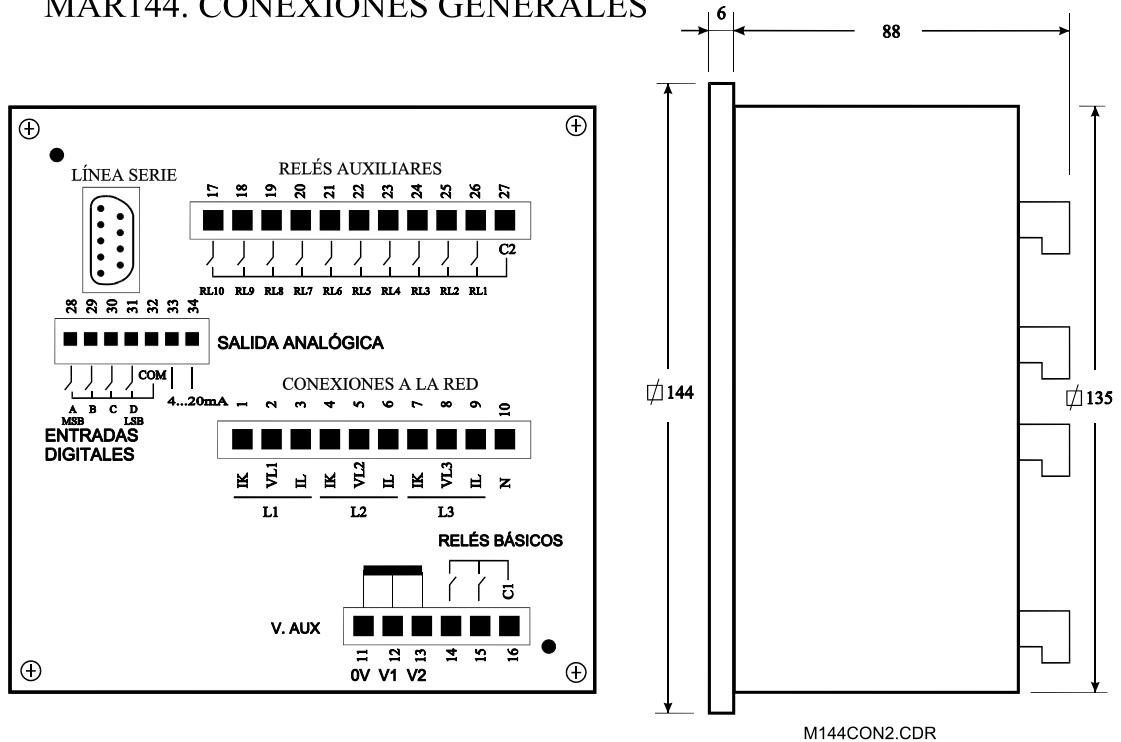


6.- MONTAJE.

6.1.- DIMENSIONES.

Las dimensiones y conexiones genéricas se muestran en la figura adjunta.

MAR144. CONEXIONES GENERALES



6.2.- CONEXIONES ELÉCTRICAS.

Las conexiones se realizan mediante conectores enchufables. El conector de los relés auxiliares se monta solamente si se ha pedido esta opción, ya que no es posible instalarla a posteriori. El resto de los conectores se monta siempre.



6.2.1.- Línea serie.

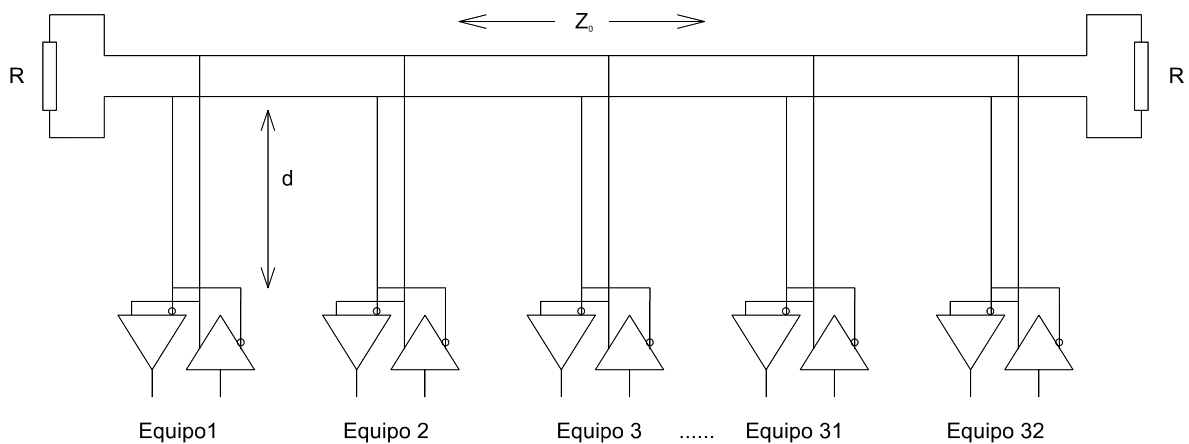
Se realiza mediante un conector DB9 tipo macho.
Las conexiones son:

	Nombre	Pin
RS232:	GND	5
	TD	2
	RD	3
RS485	GND	4
	L+	9
	L-	5
	LA+	8
	LA-	7

Las conexiones de la línea RS232 se nombran de acuerdo con la nomenclatura típica del ordenador al que se conecta. Esto es, TD significa Dato Transmitido por el ordenador, y RD Dato Recibido.

En cuanto a las conexiones de la línea RS485, L+ y L- son las líneas de datos afirmada y negada respectivamente que corresponden al bus diferencial cuando se usa un bus de dos hilos. Si se desea utilizar la conexión a cuatro hilos, deben emplearse además las marcadas LA+ y LA-. En este caso, éstas últimas son las líneas de recepción, las L+ y L- las de transmisión. Esta denominación coincide con la empleada en las unidades de interfaz tipo IFRA, de forma que la conexión para obtener un bus de comunicaciones se realiza uniendo todos los terminales marcados L+ entre sí, y de igual manera, todos los marcados L-.

El esquema adjunto muestra una típica conexión de varios equipos a un bus de dos hilos. En el caso de cuatro hilos, cada receptor de los equipos remotos se conecta al par de transmisión del equipo central, y cada transmisor al par de recepción.

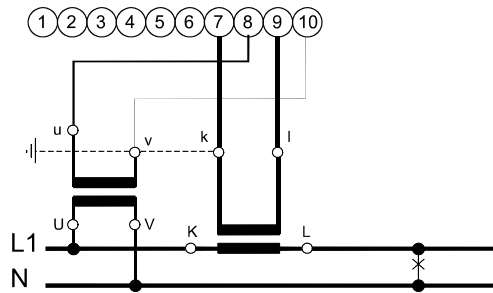


Hay que recalcar que si la longitud de la línea es apreciable, deben colocarse las resistencias de terminación del bus en ambos extremos.

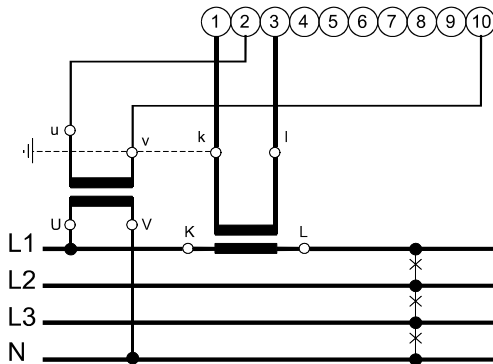


6.2.2.- Conexiones a la red eléctrica.

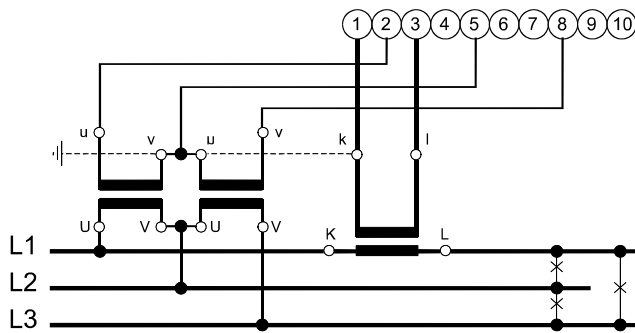
Las conexiones corresponden a las habituales dependiendo del tipo de red:



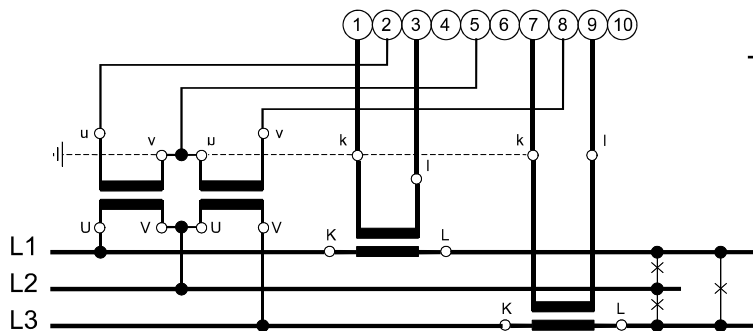
MONOFÁSICO
MAR144



TRIFÁSICO EQUILIBRADO
(A)
MAR144 I

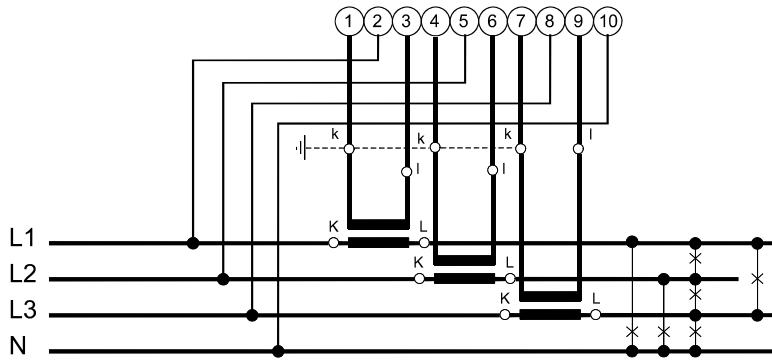


TRIFÁSICO EQUILIBRADO
(B)
MAR 144 I



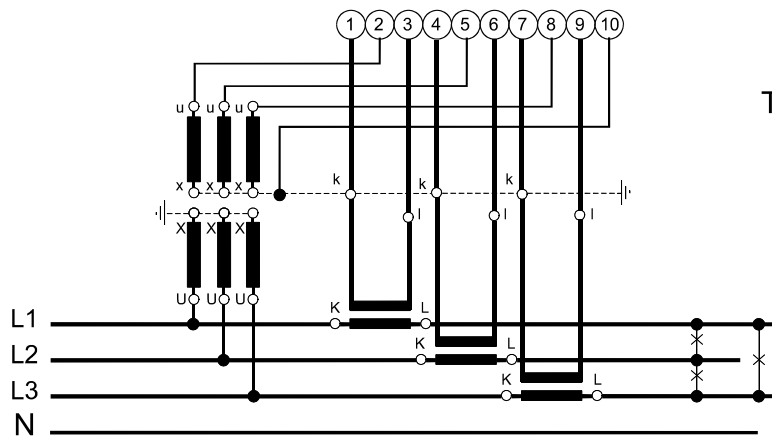
TRIFÁSICO DESEQUILIBRADO
TRES HILOS
(DOS SISTEMAS)
MAR 144-2, MAR144-2M





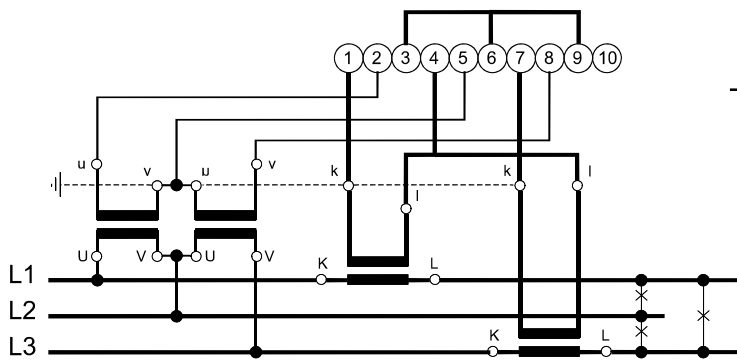
TRIFÁSICO DESEQUILIBRADO
CUATRO HILOS
(TRES SISTEMAS)

MAR 144-3, MAR 144-3M



TRIFÁSICO DESEQUILIBRADO
TRES O CUATRO HILOS
(TRANSF. EN ESTRELLA)

MAR 144-3, MAR 144-3M
MAR 144B, MAR144BA



TRIFÁSICO DESEQUILIBRADO
TRES HILOS

MAR 144-3, MAR144-3M
MAR144BA



NOTA: La conexión de los modelos sin transformadores de aislamiento en corriente obliga a ciertas restricciones. En estos modelos la etapa de entrada consiste en un shunt por cada fase, que tienen un punto común, que se encuentra conectado al nivel de referencia de los circuitos electrónicos, y que coincide con la conexión del neutro de la red, si existe. Por tanto, se debe tener en cuenta:

- El equipo, en caso de que se encuentre conectado a transformadores de intensidad que alimenten a otros medidores, debe colocarse en el último lugar de la cadena, próximo al retorno de las corrientes.
- Al no existir aislamiento entre la red y las conexiones de entrada, los terminales de los transformadores pueden quedar sometidos a tensión, por ejemplo, si se desconecta uno de los terminales de entrada de tensión, por lo que se deberá prestar especial cuidado y advertir que no deben ser manipulados a menos que se desconecte el equipo totalmente de la red.
- No se pueden realizar conexiones que impliquen suma o diferencia de corrientes, tal como se indica en el último esquema de la página anterior, que solamente es aplicable a los equipos aislados.
- Si se conecta a tierra el secundario de los transformadores, se producirá una conexión entre este punto y el neutro de la red, lo que puede causar problemas de circulación de corriente entre ambos puntos.

6.2.3.- Entradas digitales.

Dado que las entradas digitales disponen de su propia fuente de alimentación, admiten la conexión a contactos libres de potencial, tales como relés, acopladores ópticos, etc. Existe un punto común para todas las entradas, que corresponde a la polaridad positiva. El circuito de entrada se ha realizado mediante acopladores ópticos alimentados a una tensión de 12 V, con una resistencia en serie de 2 kohm.

6.2.4.- Salidas de relés.

La única salvedad a tener en cuenta es que existe un punto común entre todos ellos. No dispone de protección de contactos, por lo que se deben respetar las características nominales de los relés utilizados, y proveer de algún medio de limitación de corriente externo. Los relés son del tipo NY de FUJITSU/TAKAMISAWA, con 70 VA/250 V c.a. , o 3 A en carga resistiva.

6.2.5.- Salida analógica.

La salida analógica es siempre en corriente de 4 a 20 mA. Es autoalimentada, por lo que no requiere ninguna alimentación exterior. Su capacidad de carga es 500 ohm. La máxima tensión en circuito abierto es 15 V.



7.- DESCRIPCION DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES.

Los MAR se hallan provistos de una línea de comunicaciones serie según norma RS232, o diferencial según norma RS485, conectable a dos o a cuatro hilos. La primera permite la conexión punto a punto, mientras que la segunda permite la conexión multipunto de hasta 32 terminales o dispositivos a través del mismo cable de comunicaciones.

Una peculiaridad importante a recalcar, es que esta línea de comunicaciones se halla aislada del resto de la circuitería del equipo, realizándose la conexión mediante acopladores ópticos de alta velocidad. Esta característica impide la formación de bucles de tierra en la línea, que al ser flotante, puede conectarse a ella en un solo punto, preferentemente en el lado más próximo al maestro principal.

El protocolo empleado es el JBUS, tipo maestro/esclavo, siendo los MAR siempre esclavos, de forma que la responsabilidad de la comunicación es del ordenador o autómatas que recaba la información. Mediante un comando adecuado, a través de la propia línea de comunicaciones, se puede seleccionar el formato MODBUS (ver apéndice 3).

Cada envío de información se compone, tal como se especifica en el JBUS, de una trama de petición, que genera el maestro, y otra de respuesta, que genera el esclavo. El tiempo de respuesta, entre el final de la trama de petición y el principio de la transmisión está comprendido entre 10 y 50 ms. Este tiempo depende esencialmente de la tarea que esté ejecutando el terminal en el momento del final de la recepción. Si la orden enviada por el maestro es de escritura, se devuelve una trama de acknowledge, en la que se reproduce la primera parte del mensaje recibido.

Se han implementado los comandos 04H (READ INPUT REGISTERS), Y 03H, (READ HOLDING REGISTERS), para lectura, y los 06H (PRESET SINGLE REGISTER), y 10H, (PRESET MULTIPLE REGISTERS), para escritura. Con ellos se puede leer o escribir cualquier variable del equipo. Se admiten lecturas o escrituras múltiples, pero solamente se puede emplear esta característica para ciertos datos. En general, por tanto, las comunicaciones se realizan sobre una única variable, salvo que se especifique de otra forma. Las direcciones de las variables corresponden a lo que se denomina protocolo RTU extendido, ya que pueden sobrepasar el límite de 10000 (decimal) que se especifica en el protocolo MODBUS básico.

La velocidad de transmisión con la que los equipos salen de fábrica es de 9.600 Bps, con 8 bits de datos, sin paridad y con un bit de stop. Otras velocidades se pueden programar como se ha explicado anteriormente.

Mediante la línea serie se pueden realizar las siguientes operaciones:

- 1.- Programación del aparato.
- 2.- Cambio de la identidad y nº de serie.
- 3.- Ajuste de los valores máximos de las tensiones, corrientes, potencias activas y reactivas al 100 % de entrada.
- 4.- Lectura de las variables del sistema.
- 5.- Puesta a cero de totalizadores de Energía.
- 6.- Lectura de totalizadores de Energía.
- 7.- Programación de la hora.
- 8.- Cambio de las escalas de tensión, corriente y energía.
- 9.- Cambio de la clave de acceso para la programación por teclado.
- 10.- Cambio de la velocidad de comunicación.
- 11.- Otras funciones asociadas a las diferentes opciones que se hayan instalado.



7.1.- CONSTITUCION DE LAS TRAMAS

7.1.1.- TRAMA DE PETICION DE INFORMACION.

Cada trama está constituida por:

- N° de identificación del terminal.	(ID).	
- Código de la orden.	(4H, o 3H).	
- Dirección de los datos a transferir.	(Dos bytes)	H,L
- N° de words a leer.	(Dos bytes)	H,L
- CRC.	(Dos bytes)	L,H

7.1.2.- TRAMA DE ESCRITURA DE INFORMACION.

Cada trama está constituida por:

- N° de identificación del terminal.	(ID).	
- Código de la orden.	(10H, o 6H).	
- Dirección de los datos a transferir.	(Dos bytes)	H,L
- N° de palabras a escribir.	(Dos bytes)	H,L
- N° de bytes a escribir.	(Un byte).	
- Valor de la variable a escribir.	.	
.	.	
- Valor de la variable a escribir.	.	
- CRC.	(Dos bytes)	L,H

7.1.3.- TRAMA DE RESPUESTA A UNA PETICION.

Cada trama está constituida por:

- N° de identificación del terminal.	(ID).	
- Código de la orden.	(4H, o 3H).	
- N° de bytes enviados.	(Un byte).	
- Valor de la variable.	.	
.	.	
- Valor de la variable.	.	
- CRC.	(Dos bytes)	L,H

7.1.4.- TRAMA DE ACKNOWLEDGE A UNA ESCRITURA.

Cada trama se compone de :

- N° de identificación del terminal.	(ID).	
- Código de la orden.	(10H, o 6H).	
- Dirección de los datos a escribir.	(Dos bytes)	H,L
- N° de palabras a escribir.	(Dos bytes)	H,L
- CRC.	(Dos bytes)	L,H



7.2.- COMANDOS.

7.2.1.- COMANDO DE LECTURA.

Mediante el comando de lectura se puede acceder a cualquiera de las variables internas del equipo. El formato de este comando es:

ID - COMANDO - DIRECCION - N_WORDS - CRC

donde:

ID : Es la dirección del equipo en la red. Su longitud es de 1 byte y puede adquirir valores entre 1 y FFH siendo la dirección C7H común para todos.

COMANDO: Indica el comando a ejecutar. En este caso el comando de lectura es el 04H.

DIRECCION: 2 bytes indicando la dirección de la variable o variables que se desea leer. El formato siempre es byte alto seguido del byte bajo. Cuando se desea leer más de una variable, se envía la dirección de la variable de inicio.

N_WORDS: 2 bytes indicando el número de words (cada word son 2 bytes) que se desean leer. Se transmite el byte alto seguido del byte bajo. Para leer uno o dos bytes se envía 00 01H, para leer una variable de formato Long Integer o IEEE se envía 00 02H, etc.

CRC: 2 bytes indicando el código de comprobación de error. Este CRC se ajusta al formato CRC16 cuyo polinomio generador es $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$. La forma de transmisión es parte baja seguida de la alta.

La respuesta a un comando de lectura es:

ID - COMANDO - N_BYTES - DATOS - CRC

donde:

ID: Dirección del equipo en la red.

COMANDO: 04H.

N_BYTES: 1 byte que indica el número de bytes que se transmiten sin incluir ID, COMANDO, N_BYTES y CRC.

DATOS: Contiene la información solicitada previamente. Contiene tantos bytes como indica el campo anterior.

CRC: Código de comprobación de errores.

7.2.2.- COMANDO DE ESCRITURA.

Mediante el comando de escritura se puede modificar el valor de algunas de las variables del equipo. Las variables que pueden ser modificadas son las escalas, los totalizadores de energía, la hora, la identidad del aparato (dirección en la red), la clave de acceso, el número de serie, el tipo de funcionamiento de los relés de salida, el estado de los relés de salida, y el código de acceso para el ajuste del equipo.

El formato del comando de escritura es:

ID - COMANDO - DIRECCION - N_WORDS - N_BYTES - DATOS - CRC

donde:

ID: dirección del equipo en la red.

COMANDO: 1 byte con el comando que indica la escritura. Este comando es el 10H.

DIRECCION: Dirección de la variable a modificar. Se envía el byte alto seguido del bajo.

N_WORDS: 2 bytes indicando el número de words que se van a escribir. Cada word son dos bytes. Primero se envía el byte alto seguido del byte bajo.

N_BYTES: 1 byte indicando el número de bytes que se envían a continuación. Este byte corresponde a multiplicar por 2 el N_WORDS.



DATOS: Información que se desea escribir. Viene siempre codificada respetando el formato de la variable o variables designadas en DIRECCION.

CRC: Código para la comprobación de errores.

Un comando de escritura tiene como respuesta un ACK que indica que el comando ha sido aceptado. Esta respuesta tiene el siguiente formato:

ID - COMANDO - DIRECCION - N_WORDS - CRC

7.3.- EJEMPLOS DE TRANSMISION.

Para los siguientes ejemplos, se toma la base de direccionamiento igual a 1000 decimal.

Lectura de la identidad.

0C7H 04H 04H 0B5H 00H 01H 30H 07AH
 0C7H 04H 02H 00H 01H 0F0H 0E1H

Lectura del número de serie.

0C7H 04H 04H 0B0H 00H 05H 21H 0B8H
 0C7H 04H 0AH 53H 41H 43H 49H 30H 30H 35H 31H 32H 41H 44H 0E1H

Escritura de la identidad.

01H 10H 04H 0B5H 00H 01H 02H 00H 02H 78H 34H
 01H 10H 04H 0B5H 00H 01H 11H 2FH

Lectura de la hora.

0C7H 04H 04H 0C1H 00H 01H 70H 60H
 0C7H 04H 02H 17H 34H 3FH 06H

Hora: 17 h 34 m.

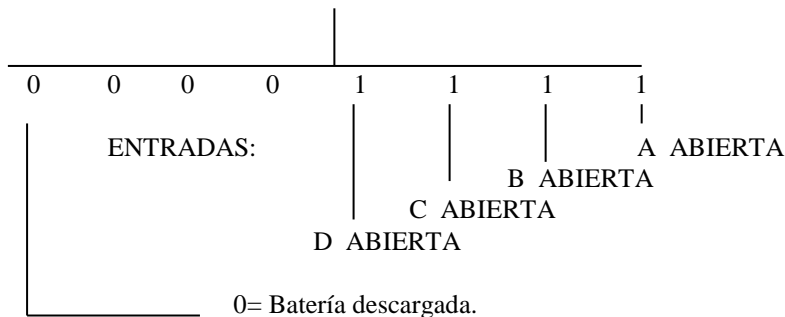
Escritura de la hora.

0C7H 10H 04H 0C1H 00H 01H 02H 14H 39H 47H 0F6H
 0C7H 10H 04H 0C1H 00H 01H 40H 63H

Pone la hora a las 14: 39

Lectura de las entradas digitales.

0C7H 04H 04H 0C0H 00H 01H 21H 0A0H
 0C7H 04H 02H 00H 0FH 71H 25H



Lectura del contador de impulsos.

CONT_IMP0 contiene el total de impulsos recibidos por la entrada 0.

0C7H 04H 05H 1EH 00H 02H 00H 67H
0C7H 04H 04H 00H 01H 3FH 02H 9CH 79H

El contenido es 00013F02H (81.666 en decimal).

Lectura del modo de relés.

01H 04H 04H 04H 0B9H 00H 01H 0E1H 1FH
01H 04H 02H 00H 01H 78H 0F0H

MODE_OUT=01 significa funcionamiento digital.

Escritura del voltaje nominal.

01H 10H 03H 0E9H 00H 02H 04H 43H 0C8H 00H 00H 0BDH 07H
01H 10H 03H 0E9H 00H 02H 90H 78H

Voltaje nominal= 400 V

Escritura del contador de energía activa.

ID 10H 32H 54H 00H 02H 04H 00H 00H 01H 00H CRCL CRCH
ID 10H 32H 54H 00H 02H CRCL CRCH

TOT_ACT+ contiene 100H (256 decimal).

Lectura de contadores de energía en bloque.

0C7H 04H 05H 16H 00H 08H 01H 0A2H
0C7H 04H 10H 00H 00H 00H 03CH 00H 00H 00H 00H 00H 00H 00H
----- Ep+ ----- ----- Ep- ----- ----- Eq+ -----

00H 00H 00H 01H 70H 49H
----- Eq- -----



Lectura de un bloque.

```

0C7H  04H  04H  66H  00H  18H  00H  49H
0C7H  04H  30H  43H 0C7H 0FFH 00H  43H 0C8H 2CH 00H  43H 0C8H 2CH 00H
          -----V12 -----          ----- V23 -----          ----- V31 -----
          44H 90H 7AH 00H          44H 90H 2DH 00H          44H 90H 0D0H 00H
          ----- P1 -----          ----- P2 -----          ----- P3 -----
0C2H 5DH 7BH 00H          0C1H 2DH 76H 00H          0C1H 1AH 0BAH 00H
          ----- Q1 -----          ----- Q2 -----          ----- Q3 -----
40H 0A0H 29H 00H          40H 9FH 0FFH 00H          40H 0A0H 3DH 00H
          ----- I1 -----          ----- I2 -----          ----- I3 -----

```

CRCL CRCH

```

V12= 400.0   V23= 400.3   V31= 400.3
P1= 1156     P2= 1153     P3= 1159
Q1= -55      Q2= -11      Q3= -10
I1= 5005     I2= 5000     I3= 5007

```

Lectura de bloque.

```

0C7H  04H  8AH  00H  0AH  41H  0B1H
0C7H  04H  14H  45H 58H 0DEH 00H  0C2H 96H 5FH 00H  45H 58H 0F2H 00H
          ----- P -----          ----- Q -----          ----- S -----
          0BFH 7FH 0E8H 00H  42H 47H 0E5H 00H  0EFH 0C6H
          ----- COS -----          ----- FREQ -----

```

```

P= 3470 Q=-75 S=3471
COS=-1.000 FREQ=49.97

```

Lectura del modo de alarma.

```

0C7H  04H  04H  0BDH 00H  01H  0B1H  0B8H
0C7H  04H  02H  80H  04H  51H  22H

```

La respuesta indica que la ALARMO está asociada a PTOTAL, el funcionamiento es por máxima, y la alarma no ha disparado.



8. – CARACTERÍSTICAS DE AISLAMIENTO.

8.1. – DEFINICIONES SEGÚN EN61010.

Clase de protección:	II.	
Categoría de la instalación:	III.	
Valores nominales	Tensión:	500 V (350V a tierra).
	Corriente:	300V.
	Salidas analógicas:	50V.
	Salida serie:	50V.
	Salidas digitales:	500V.

8.2. – TENSIONES DE PRUEBA (kV).

8.2.1.- Modelo sin aislamiento en tensión.

	Entr. de corriente	Entr. de tensión	Vaux	Línea serie	Sal. analógica	Sal. digital
Entr. corriente	-	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
Entr. tensión		-	3.7	2.5	2.5	3.7
Vaux.			-	3.7	3.7	3.7
Línea serie				-	2	3.7
Sal. analógica					-	2

8.2.2.- Modelo con aislamiento en tensión.

	Entr. de corriente	Entr. de tensión	Vaux	Línea serie	Sal. analógica	Sal. digital
Entr. corriente	-	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
Entr. tensión		-	3.7	3.7	3.7	3.7
Vaux.			-	3.7	3.7	3.7
Línea serie				-	2	3.7
Sal. analógica					-	2



9. – CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES.

9.1. – NORMAS APLICABLES.

Los MAR/MDA 144 se fabrican de acuerdo con los puntos aplicables de las normas siguientes.

EN60068	Pruebas ambientales.
EN60688	Convertidores de medida.
EN61000-4-2	Descargas electrostáticas.
EN61000-4-3	Pruebas de inmunidad radiada.
EN61000-4-4	Pruebas de inmunidad a ráfagas.
EN61000-4-5	Pruebas de inmunidad a impulsos.
EN61010	Requisitos de seguridad
EN61036	Contadores clase 1.
DIN 43864	Requisitos de interfaz.
EN 50081	EMC. Emisión.
EN 50082	EMC. Inmunidad.
EN 60529	Requisitos de protección.
IEC 255-4	Pruebas de aislamiento.
UL 94	Inflamabilidad.

9.2. – CONDICIONES DE REFERENCIA.

A menos que se especifique otra cosa, el funcionamiento, uso y calibración se atienen a la norma EN60688. El grupo de utilización es III, esto es, para una temperatura de utilización de -5 a 55°C . Para las definiciones de error se aplican las condiciones de referencia siguientes.

Temperatura	$23^{\circ}\text{C} \pm 1$
Tensión auxiliar	$U_n \pm 10\%$.
Tensión de medida	$60-120\% U_n$.
Corriente de entrada	$0-120\% I_n$.
Frecuencia	50 (60) Hz.
Factor de potencia	1 (0 para potencia reactiva).
Forma de onda	Senoidal.
Característica de salida	Nominal.
Resistencia de carga	$\frac{1}{2}$ nominal.

Bajo estas condiciones, los errores máximos se especifican como sigue.

Magnitud	Margen	Error máximo
Tensión auxiliar	90-110 %	
Tensión de entrada	60-120%	.2% Lectura +.2% escala
Corriente de entrada	4-120%	.2% Lectura +.2% escala
Potencia activa	0-150%	.2% Lectura +.2% escala
Potencia reactiva /aparente	0-150%	.5% Lectura +.5% escala
Factor de potencia	-.5/+ .5	.5% Lectura +.5% escala
Frecuencia	45-65	.25% Frecuencia nominal
Energía activa	10-150%	1% Lectura
Energía reactiva	10-150%	2% Lectura
THD	0-50%	1%



9.3. – SOBRECARGAS.

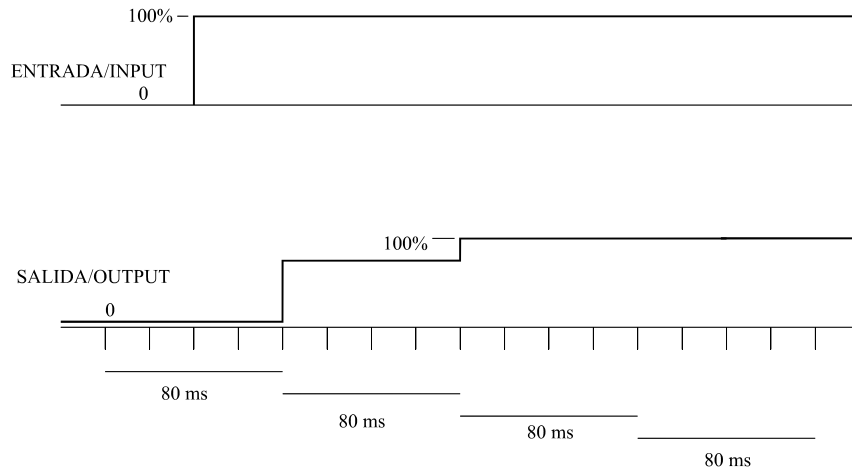
Duración	Continua	10 s	3 s	1 s
Corrientes	2 In	-	20 In	40 In
Tensiones*	1.2 Un	2 Un	-	-

* Excluyendo el modelo con fuente universal, cuyo funcionamiento es de 85 a 264 V c.a.

9.4. – TIEMPO DE RESPUESTA.

La medida se realiza cada periodo de red, y se hace la media de cuatro periodos para obtener el resultado total. El peor caso por tanto para un cambio del 0 al 99% es 160ms. Este es un máximo absoluto, tal como se muestra en la figura adjunta. Desde un punto de vista estadístico, se puede tomar un tiempo de 120 ms, que corresponde a 4 x 20 ms más la mitad de ese tiempo, o sea, 120 ms.

El display cambia una vez por segundo.



APÉNDICE 1. ALGORITMO DE CÁLCULO DEL CRC TIPO "CRC16".

1.- POLINOMIO DE CÁLCULO.

El polinomio generador es el siguiente:

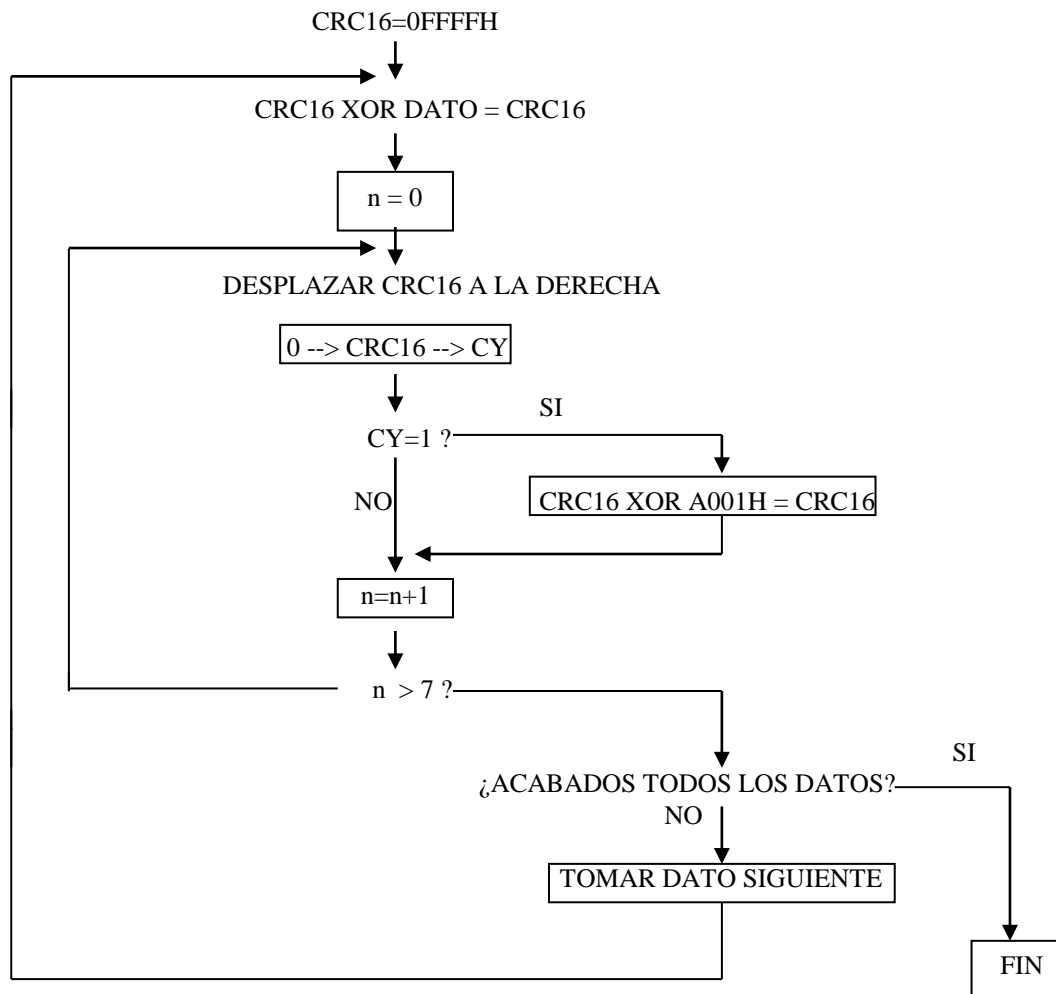
$$X^{16} + X^{15} + X^2 + 1 = 18005H$$

Para obtener el CRC, se usa el polinomio que resulta de invertir el polinomio generador, eliminando el bit menos significativo.

POLINOMIO CRC16: 1 1000 0000 0000 0101 = 18005H

POLINOMIO DE CÁLCULO: 1010 0000 0000 0001 = A001H.

2.- ALGORITMO DE CÁLCULO.



"DATO" es una palabra de 8 bits. La variable "CRC16" es una palabra de 16 bits. El resultado queda en CRC16. El cálculo del CRC del mensaje recibido se realiza sin tener en cuenta los dos bytes de CRC. Si se incluyen en el cálculo, el resultado será cero.



APÉNDICE 2. NOTACIÓN EN COMA FLOTANTE USADA NORMA IEEE.

BYTE1	BYTE2	BYTE3	BYTE4
SIGNO + EXPONENTE	MANTISA ALTA	MANTISA MEDIA	MANTISA BAJA

SIGNO: Es el signo del número.
 0H indica un número positivo.
 1H indica un número negativo.

MANTISA: 1,XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX

M1	M23

M0 se considera siempre igual a 1.

EXPONENTE: Es el exponente del número, al que se ha sumado 127.

0: 127. (7FH)

1: 128. (80H)

-1: 126.(7EH)

Para calcular el valor del número, se emplea la fórmula:

$$\text{VALOR: } (-1)^S * 2^{\text{EXP}-127} * (1 + \text{FRACCION})$$

$$\text{FRACCION: } \sum_{i=1}^{i=23} M(i) * 2^{-i}$$

LOS BYTES TIENEN LA CONFIGURACION SIGUIENTE:

BYTE1:

7	6	5	4	3	2	1	0
SIGNO -----			EXPONENTE -----				
	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1

BYTE2:

7	6	5	4	3	2	1	0
EXPONENTE -----			MANTISA ALTA -----				
E0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7

BYTE3:

7	6	5	4	3	2	1	0
			MANTISA MEDIA -----				
M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15

BYTE4: (siempre nulo.)

7	6	5	4	3	2	1	0
MANTISA BAJA -----							
M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23



APÉNDICE 3. TRANSMISIÓN DE DATOS.

Los datos en formato IEEE de JBUS se envían en el orden siguiente:

1. SIGNO + EXPONENTE
2. MANTISA ALTA.
3. MANTISA MEDIA.
4. MANTISA BAJA.

Este formato es el que denominamos JBUS.

En algunos equipos, se requiere que el orden sea:

1. MANTISA MEDIA.
2. MANTISA BAJA.
3. SIGNO + EXPONENTE
4. MANTISA ALTA.

Este formato es el que denominamos MODBUS. Para cambiar de un formato a otro, se usa una variable de un byte, denominada TIPO_PROT.

00 para JBUS.

01 para MODBUS.

La dirección usada para programar la variable es la 3310H y es de modo Lectura/escritura. Esta variable de programación se guarda en EEPROM y sólo es accesible mediante la línea serie.

Lectura de la variable:

ID 04H 33H 10H 00H 01H CRCL CRCH

ID 04H 02H 00H TIPO_PROT CRCL CRCH

TIPO_PROT. 00 para JBUS.

01 para MODBUS

Escritura de la variable:

ID 10H 33H 10H 00H 01H 02H 00H TIPO_PROT CRCL CRCH

ID 10H 33H 10H 00H 01H CRCL CRCH

Esta misma diferencia afecta a los datos en formato LONG INTEGER. En modo JBUS se envían MSB.....LSB, y en modo MODBUS LSB..... MSB.



APÉNDICE 4. EJEMPLO DE CÁLCULO DEL CRC.

En BASIC:

```
function crc16 (txt, lon) AS INTEGER
  DIM flag AS LONG
  DIM crc AS LONG
  DIM car AS INTEGER
  DIM bit AS INTEGER
  CRC= &HFFFF&
  FOR car =1 TO LON
    crc = crc XOR ASC(MID$ ( txt, car, 1))
    FOR bit = 0 TO 7
      flag = crc AND 1&
      crc = crc\ 2&
      IF flag = 1 THEN
        crc= crc XOR &HA001&
      END IF
    NEXT bit
  NEXT car
  crc16 = INT (crc AND &HFFFF&)
END FUNCTION
```

En C:

```
Void Saci_CalculoCRC ( unsigned char *Mensaje, int NumeroDeElementos)
{
  long flag, crcx;
  int car,bit;
  unsigned char v1,v2;
  crcx= 0xffff;
  for (car=0; car < NumeroDeElementos; car++)
  {
    crcx = crcx ^ Mensaje[car];
    for (bit=0; bit <8; bit++)
    {
      flag= crcx & 1
      crcx = crcx >>1 ;
      if ( flag== 1 ) { crcx = crcx ^ 0xa001; }
    }
  }
  crcx= crcx & 0xffff;
  v1 = ( unsigned char ) abs (crcx / 256 );
  v2 = ( unsigned char ) crcx - (v1*256);
  Mensaje [NumeroDeElementos] = v2;
  Mensaje [NumeroDeElementos+1] = v1;
}
```

Si se desea comprobar si el CRC16 es correcto debe calcularse el CRC del mensaje completo, incluido el CRC. Si este cálculo es 0, el mensaje es correcto.



El Reglamento UE 2023/1542 relativo a pilas y baterías, requiere que, a partir del 18 de febrero de 2027, todos los productos que se comercialicen y que lleven incorporadas pilas o baterías portátiles garantizarán que sean fácilmente extraíbles y sustituibles por los usuarios finales en cualquier momento durante la vida útil del producto. Este requisito no aplica a este equipo (MAR144) ya que, se encuentra dentro de las excepciones previstas en el artículo 11.3 del Reglamento UE 2023/1542 con las aclaraciones de la Comunicación de la Comisión C/2025/214, al ser un producto que recoge y suministra datos como su función principal y el objetivo de la pila es mantener la integridad de dichos datos.

