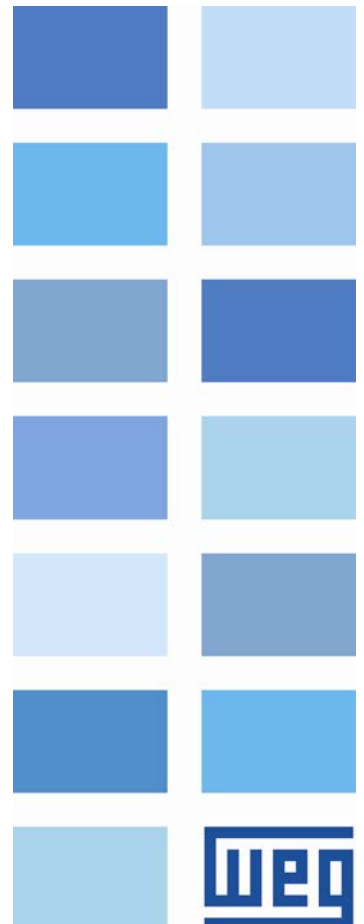


# Modbus RTU

CFW100

**Manual del Usuario**





# **Manual del Usuario Modbus RTU**

Serie: CFW100

Idioma: Español

N ° del Documento: 10002909577 / 01

Fecha de la Publicación: 03/2015

# CONTENIDOS

<b>CONTENIDOS.....</b>	<b>3</b>
<b>A RESPECTO DEL MANUAL .....</b>	<b>5</b>
<b>ABREVIACIONES Y DEFINICIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>REPRESENTACIÓN NUMÉRICA.....</b>	<b>5</b>
<b>DOCUMENTOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN A LA COMUNICACIÓN SERIAL .....</b>	<b>6</b>
<b>2 DESCRIPCIÓN DE LAS INTERFACES .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 MÓDULO DE COMUNICACIÓN RS485 (CFW100-CRS485).....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Conector RS485 del módulo .....	7
2.1.2 Características de la interfaz RS485.....	7
2.1.3 Resistor de terminación .....	8
2.1.4 Señalizaciones .....	8
2.1.5 Conexão com a Rede RS485 .....	8
<b>2.2 MÓDULO DE COMUNICACIÓN USB (CFW100-CUSB).....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Señalizaciones .....	8
<b>3 PARAMETRIZACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 SÍMBOLOS PARA DESCRIPCIÓN DE LAS PROPIEDADES .....</b>	<b>9</b>
P105 – SELECCIÓN 1ª/2ª RAMPA.....	9
P220 – SELECCIÓN FUENTE LOCAL/REMOTO .....	9
P221 – SELECCIÓN REFERENCIA LOCAL .....	9
P222 – SELECCIÓN REFERENCIA REMOTA.....	9
P223 – SELECCIÓN GIRO LOCAL .....	9
P224 – SELECCIÓN GIRA/PARA LOCAL .....	9
P225 – SELECCIÓN JOG LOCAL .....	9
P226 – SELECCIÓN GIRO REMOTO.....	9
P227 – SELECCIÓN GIRA/PARA REMOTO.....	9
P228 – SELECCIÓN JOG REMOTO .....	9
P308 – DIRECCIÓN SERIAL .....	9
P310 – TASA DE COMUNICAÇÃO SERIAL .....	9
P311 – CONFIGURACIÓN DE LOS BYTES DE LA INTERFAZ SERIAL .....	10
P313 – ACCIÓN PARA ERROR DE COMUNICACIÓN .....	10
P314 – WATCHDOG SERIAL .....	11
P316 – ESTADO DE LA INTERFAZ SERIAL.....	11
P680 – ESTADO LÓGICO .....	11
P681 – VELOCIDAD DEL MOTOR EN 13 BITS.....	12
P682 – PALABRA DE CONTROL VÍA SERIAL .....	13
P683 – REFERENCIA DE VELOCIDAD VÍA SERIAL.....	13
<b>4 PROTOCOLO MODBUS RTU .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 MODOS DE TRANSMISIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 ESTRUCTURA DE LOS MENSAJES EN EL MODO RTU.....</b>	<b>15</b>
4.2.1 Dirección.....	15
4.2.2 Código de la Función.....	15
4.2.3 Campo de Datos .....	15
4.2.4 CRC .....	15
4.2.5 Tiempo entre Mensajes.....	16
<b>5 OPERACIÓN EN LA RED MODBUS RTU – MODO ESCLAVO .....</b>	<b>17</b>

5.1	FUNCIONES DISPONIBLES Y TIEMPOS DE RESPUESTA.....	17
5.2	MAPA DE MEMORIA.....	17
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FUNCIONES .....</b>	<b>19</b>
6.1	FUNCIÓN 03 – READ HOLDING REGISTER.....	19
6.2	FUNCIÓN 06 – WRITE SINGLE REGISTER.....	20
6.3	FUNCIÓN 16 – WRITE MULTIPLE REGISTERS .....	20
6.4	FUNCIÓN 43 – READ DEVICE IDENTIFICATION .....	21
6.5	ERRORES DE COMUNICACIÓN .....	22
<b>7</b>	<b>FALLAS Y ALARMAS RELACIONADAS CON LA COMUNICACIÓN MODBUS RTU</b>	
	<b>24</b>	
	A128/F228 – TIMEOUT EN LA RECEPCIÓN DE TELEGRAMAS .....	24
<b>I.</b>	<b>APÉNDICES .....</b>	<b>25</b>
	APÉNDICE A. TABLA ASCII.....	25
	APÉNDICE B. CÁLCULO DEL CRC UTILIZANDO TABLAS.....	26

## A RESPECTO DEL MANUAL

Este manual provee la descripción necesaria para la operación del convertidor de frecuencia CFW100 utilizando el protocolo Modbus RTU. Este manual debe ser utilizado en conjunto con el manual del usuario del CFW100.

### ABREVIACIONES Y DEFINICIONES

ASCII	American Standard Code for Information Interchange
CRC	Cycling Redundancy Check
EIA	Electronic Industries Alliance
TIA	Telecommunications Industry Association
RTU	Remote Terminal Unit

### REPRESENTACIÓN NUMÉRICA

Números decimales son representados a través de dígitos sin sufijo. Números hexadecimales son representados con la letra 'h' luego del número. Números binarios son representados con la letra 'b' luego del número.

### DOCUMENTOS

El protocolo Modbus RTU fue desarrollado con base en las siguientes especificaciones y documentos:

Documento	Versión	Fuente
MODBUS Application Protocol Specification, December 28th 2006.	V1.1b	MODBUS.ORG
MODBUS Protocol Reference Guide, June 1996.	Rev. J	MODICON
MODBUS over Serial Line, December 20th 2006.	V1.02	MODBUS.ORG

Para obtener esta documentación, de debe consultar la MODBUS.ORG, que actualmente es la organización que mantiene, promociona y actualiza las informaciones relativas a la red Modbus.

## **1 INTRODUCCIÓN A LA COMUNICACIÓN SERIAL**

En una interfaz serial los bits de datos son enviados de modo secuencial a través de un canal de comunicación o bus. Diversas tecnologías utilizan comunicación serial para la transferencia de datos, incluyendo las interfaces RS232 y RS485.

Las normas que especifican los padrones RS232 y RS485, sin embargo, no especifican el formato ni la secuencia de caracteres para la transmisión y recepción de datos. En este sentido, además de la interface, es necesario identificar también el protocolo utilizado para la comunicación. Entre los diversos protocolos existentes, un protocolo muy utilizado en la industria es el protocolo Modbus RTU.

A seguir serán presentadas las características de las interfaces serial RS485 y USB disponibles para el producto, así como del protocolo Modbus RTU para la utilización de esta interfaz.

## 2 DESCRIPCIÓN DE LAS INTERFACES

Las interfaces de comunicación serie RS485 o USB disponible para el convertidor de frecuencia CFW100 dependen del módulo de comunicación seleccionado para el producto. A continuación se presentan información sobre la conexión y la instalación de equipos de redes con diferentes módulos.

### 2.1 MÓDULO DE COMUNICACIÓN RS485 (CFW100-CRS485)



**Figura 2.1:** Módulo de comunicación RS485

Este módulo para el convertidor de frecuencia CFW100 tiene una interfaz RS485. Esta interfaz RS485 estándar tiene dos funciones:

- Conexión punto a punto con el HMI remoto, vía conector mini USB<sup>1</sup>.
- Conexión a través de RS485 para operación en red, vía conector terminal.



**¡NOTA!**

A pesar de que la señal de comunicación RS485 está disponible en dos conectores - USB y terminal - estas señales son internamente la misma. Por esta razón, no es posible utilizar simultáneamente la interfaz RS485 como la fuente de comandos o referencias y HMI remoto.

#### 2.1.1 Conector RS485 del módulo

Para el módulo de comunicación, la conexión con la interfaz RS485 está disponible a través del conector terminal utilizando los siguientes terminales:

**Tabla 2.1:** Terminales del conector RS485 para el módulo (CFW100-CRS485)

Terminal	Nombre	Función
6	B-Line (-)	RxD/TxD negativo
7	A-Line (+)	RxD/TxD positivo
8	GND	0V del circuito RS485

**Tabla 2.2:** Los ajustes de los interruptores S1 para configurar el módulo RS485

Ajuste das Chaves	Opção
S1.1 = OFF e S1.2 = OFF	Terminación RS485 desactivada
S1.1 = ON e S1.2 = ON	Terminación RS485 activada
S1.1 = OFF e S1.2 = ON	Combinación no permitida
S1.1 = ON e S1.2 = OFF	

#### 2.1.2 Características de la interfaz RS485

- Interfaz sigue el estándar EIA-485.
- Posibilita comunicación utilizando tasas de 9600 hasta 38400 Kbits/s.
- Interfaz aislada galvanicamente y con señal diferencial, confiriendo mayor robustez contra interferencia electromagnética.
- Permite la conexión de hasta 32 dispositivos en el mismo segmento. Una cantidad mayor de dispositivos puede ser conectada con el uso de repetidores.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Para conexiones que requieren distancia mayores de 3m, utilizando la conexión remota de serie a través de lo conector terminal.

<sup>2</sup> El número límite de equipos que pueden ser conectados en la red también depende del protocolo utilizado.

- Longitud máxima del bus es 1000 metros.

### 2.1.3 Resistor de terminación

Para cada segmento de la red RS485, es necesario habilitar una resistencia de terminación en los puntos extremos del bus principal. Si el equipo situado en los extremos del bus no tiene resistencias de terminación, utilizar terminadores activos para habilitar estos resistores.

### 2.1.4 Señalizaciones

Indicaciones de alarmas, fallas y estados de la comunicación son realizadas a través de la HMI y de los parámetros del producto.

### 2.1.5 Conexão com a Rede RS485

Para a ligação del convertidor de frecuencia CFW100 utilizando a interface RS485, os seguintes pontos devem ser observados:

- Es recomendado el uso de un cable con par tranzado blindado.
- Se recomienda también que el cable posea más un conductor para la conexión de la señal de referencia (GND). Caso el cable no posea el conductor adicional, se debe dejar la señal GND desconectado.
- La instalación del cable debe ser separado (y si possible lejos) del cableados de potencia.
- Todos los dispositivos de la red deben estar debidamente puestos a tierra, de preferencia en la misma conexión con a tierra. El blindaje del cable también debe ser puesto a tierra.
- Habilitar os resistores de terminação apenas em dois pontos, nos extremos do barramento principal, mesmo que existam derivações a partir do barramento.
- Habilitar los resistores de terminación solo em dos puntos, em los extremos del bus principal, mismo que existan derivaciones a partir del bus.

## 2.2 MÓDULO DE COMUNICACIÓN USB (CFW100-CUSB)



Figura 2.2: Módulo con conexión USB

Para este módulo una interfaz USB con conector mini-USB está disponible. Al conectar la interfaz USB, esto se reconoce como un convertidor de USB a serie y un puerto COM virtual se creará<sup>3</sup>. Así, la comunicación se realiza con el accionamiento a través de este puerto.

### 2.2.1 Señalizaciones

Indicaciones de alarmas, fallas y estados de la comunicación son realizadas a través de la HMI y de los parámetros del producto.

<sup>3</sup> Es necesario instalar el driver USB en el CD-ROM que acompaña el producto. El número de puerto COM creado depende de la disponibilidad en el sistema operativo y, después de conectado, deben ser consultados los recursos de hardware del sistema para identificar este puerto.



### 3 PARAMETRIZACIÓN

A seguir es presentado solo os parámetros del convertidor de frecuencia CFW100 que poseen relación con la comunicación Modbus RTU.

#### 3.1 SÍMBOLOS PARA DESCRIPCIÓN DE LAS PROPIEDADES

RO	Parámetro solamente de lectura.
CFG	Parámetro solamente modificado con el motor parado.

#### P105 – SELECCIÓN 1ª/2ª RAMPA

#### P220 – SELECCIÓN FUENTE LOCAL/REMOTO

#### P221 – SELECCIÓN REFERENCIA LOCAL

#### P222 – SELECCIÓN REFERENCIA REMOTA

#### P223 – SELECCIÓN GIRO LOCAL

#### P224 – SELECCIÓN GIRA/PARA LOCAL

#### P225 – SELECCIÓN JOG LOCAL

#### P226 – SELECCIÓN GIRO REMOTO

#### P227 – SELECCIÓN GIRA/PARA REMOTO

#### P228 – SELECCIÓN JOG REMOTO

Estos parámetros son utilizados en la configuración de la fuente de los comandos para los modos de operación local y remota del convertidor de frecuencia CFW100. Para que el equipo sea controlado a través de la interfaz Modbus RTU, se debe seleccionar una de las opciones 'serial' disponibles en los parámetros.

La descripción detallada de estos parámetros se encuentra en el manual de programación del convertidor de frecuencia CFW100.

#### P308 – DIRECCIÓN SERIAL

<b>Rango de</b>	1 a 247	<b>Padrón: 1</b>
<b>Valores:</b>		
<b>Propiedades:</b>	CFG	

##### Descripción:

Permite programar la dirección utilizada para la comunicación serial del convertidor de frecuencia. Es necesario que cada equipo de la red posea una dirección distinta de las demás.

#### P310 – TASA DE COMUNICACIÓN SERIAL

<b>Rango de</b>	0 = 9600 bit/s	<b>Padrón: 0</b>
<b>Valores:</b>	1 = 19200 bit/s	
	2 = 38400 bit/s	
<b>Propiedades:</b>	CFG	

##### Descripción:

Permite programar el valor deseado para la tasa de comunicación de la interfaz serial, en bits por segundo. Esta tasa debe ser la misma para todos los equipos conectados en la red.

**P311 – CONFIGURACIÓN DE LOS BYTES DE LA INTERFAZ SERIAL**

<b>Rango de Valores:</b>	0 = 8 bits de datos, sin paridad, 1 stop bit 1 = 8 bits de datos, paridad par, 1 stop bit 2 = 8 bits de datos, paridad impar, 1 stop bit 3 = 8 bits de datos, sin paridad, 2 stop bits 4 = 8 bits de datos, paridad par, 2 stop bits 5 = 8 bits de datos, paridad impar, 2 stop bits	<b>Padrón: 1</b>
<b>Propiedades:</b>	CFG	

**Descripción:**

Permite la configuración del número de bits de datos, paridad y stop bits en los bytes de la interfaz serial. Esta configuración debe ser la misma para todos los equipos conectados en la red.

**P313 – ACCIÓN PARA ERROR DE COMUNICACIÓN**

<b>Rango de Valores:</b>	0 = Inactivo 1 = Para por Rampa 2 = Deshabilita General 3 = Va para modo Local 4 = Va para modo Local y mantiene comandos y referencia 5 = Causa Falla	<b>Padrón: 1</b>
<b>Propiedades:</b>	CFG	

**Descripción:**

Este parámetro permite seleccionar cual es la acción que debe ser ejecutada por el equipo, caso este sea controlado vía red y un error de comunicación sea detectado.

*Tabla 3.1: Valores de lo parámetro P313*

Opciones	Descripción
0 = Inactivo	Ninguna acción es tomada, el equipo permanece en el estado actual.
1 = Para por Rampa	El comando de parada por rampa es ejecutado, y el motor para de acuerdo con la rampa de desaceleración programada.
2 = Deshabilita General	El equipo es deshabilitado general, y el motor para por inercia.
3 = Va para modo Local	El equipo es comandado para el modo local.
4 = Va para modo Local y mantiene comandos y referencia	El equipo es comandado para el modo local, más los comandos de habilita y de referencia de velocidad recibidos vía red son mantenidos en modo local, desde que el equipo sea programado para utilizar, en modo local, comandos vía HMI o 3 "wire start stop", y la referencia de velocidad vía HMI o potenciómetro electrónico.
5 = Causa Falla	En el lugar de alarma, un error de comunicación causa una falla en el convertidor de frecuencia; siendo necesario hacer el reset de fallas en el convertidor de frecuencia para que el mismo regrese a su operación normal.

Se considera errores de comunicación los siguientes eventos:

Comunicación Serial (RS485):

- Alarma A128/Falla F228: *timeout* de la interfaz serial.

Las acciones descritas en este parámetro son ejecutadas a través de la escritura automática de los respectivos bits en el parámetro de control de la interfaz de red que corresponde a la falla detectada. De esta forma, para que los comandos escritos en este parámetro tengan efecto, es necesario que el equipo se encuentre programado para ser controlado vía la interfaz de red utilizada (a excepción de la opción "Causa Falla", que bloquea el equipo aunque el mismo no sea controlado vía red). Esta programación es hecha a través de los parámetros P220 hasta P228.

**P314 – WATCHDOG SERIAL**

<b>Rango de Valores:</b>	0,0 a 999,0s	<b>Padrón:</b> 0,0
<b>Propiedades:</b>	CFG	

**Descripción:**

Permite programar un tiempo para la detección de error de comunicación vía interfaz serial. Caso el convertidor de frecuencia se queda sin recibir telegramas válidos por un tiempo mayor del que el programado en este parámetro, será considerado que ha ocurrido un error de comunicación, señalizando el alarma A128 en la HMI (o falla F228, dependiendo de la programación hecha en el P313) y la acción programada en el P313 será ejecutada.

Luego de energizado, el convertidor de frecuencia empezará a contar este tiempo a partir del primero telegrama válido recibido. El valor 0,0 deshabilita esta función.

**P316 – ESTADO DE LA INTERFAZ SERIAL**

<b>Rango de Valores:</b>	0 = Inactivo 1 = Activo 2 = Error de Watchdog	<b>Padrón:</b> -
<b>Propiedades:</b>	RO	

**Descripción:**

Permite identificar si la tarjeta de interfaz serial RS232 o RS485 está debidamente instalado, y si la comunicación serial presenta errores.

*Tabla 3.2: Valores de lo parámetro P316*

Opciones	Descripción
0 = Inactivo	Interfaz serial inactiva. Ocurre cuando el equipo no posee tarjeta de interfaz RS232 o RS485 instalado.
1 = Activo	Tarjeta de interfaz RS232 o RS485 instalada y reconocida.
2 = Error de Watchdog	Interfaz serial activa, más detectado error de comunicación serial – alarma A128 / falla F228.

**P680 – ESTADO LÓGICO**

<b>Rango de Valores:</b>	0000h a FFFFh	<b>Padrón:</b> -
<b>Propiedades:</b>	RO	

**Descripción:**

Permite el monitoreo del estado del equipo. Cada bit representa un estado:

Bits	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4 a 0
Función	En Falla	Reservado	Subtensión	LOC/REM	JOG	Sentido de Giro	Habilitado General	Motor Girando	En Alarma	En modo de configuración	Segunda Rampa	Reservado

**Tabla 3.3:** Función de los bits para el parámetro P680

Bits	Valores
Bits 0 a 4	Reservado.
Bit 5 Segunda Rampa	0: Drive configurado para rampa de aceleración y de desaceleración del motor vía primera rampa; valores programados en los parámetros P100 y P101. 1: Drive configurado para rampa de aceleración y de desaceleración del motor vía segunda rampa; valores programados en los parámetros P102 y P103.
Bit 6 En Modo de Configuración	0: Drive operando normalmente. 1: Drive en modo de configuración. Indica una condición especial en la cual el drive no puede ser habilitado: Ejecutando la rutina de autoajuste. Ejecutando la rutina de puesta en marcha (start-up) orientada. Ejecutando la función copy de la HMI. Ejecutando la rutina auto-guiada de la tarjeta de memoria flash. Posee incompatibilidad de parametrización. Sin alimentación en el circuito de potencia del drive.
Bit 7 En Alarma	0: Drive no está en el estado de alarma. 1: Drive está en el estado de alarma. Observación: el número de la alarma puede ser leído a través del parámetro P048 – Alarma Actual.
Bit 8 Motor Girando	0: Motor está parado. 1: Drive está girando el eje del motor a la velocidad de referencia, o ejecutando rampa de aceleración o desaceleración.
Bit 9 Habilitado General	0: Drive está deshabilitado general. 1: Drive está habilitado general y listo para girar el eje del motor.
Bit 10 Sentido de Giro	0: Motor girando en el sentido reverso. 1: Motor girando en el sentido directo.
Bit 11 JOG	0: Función JOG inactiva. 1: Función JOG activa.
Bit 12 LOC/REM	0: Drive en modo local. 1: Drive en modo remoto.
Bit 13 Subtensión	0: Sin subtensión. 1: Con subtensión.
Bit 14	Reservado
Bit 15 En Falla	0: Drive no está en el estado de falla. 1: Algún falla registrado por el drive. Observación: El número del falla puede ser leído a través del parámetro P049 – Falla Actual.

**P681 – VELOCIDAD DEL MOTOR EN 13 BITS**
**Rango de** - 32768 a 32767

**Padrón:** -

**Valores:**
**Propiedades:** RO

**Descripción:**

Permite monitorear la velocidad del motor. Esta palabra utiliza resolución de 13 bits con señal para representar la frecuencia nominal (P403) del motor:

- P681 = 0000h (0 decimal) → velocidad del motor = 0
- P681 = 2000h (8192 decimal) → velocidad del motor = frecuencia nominal

Valores de velocidad intermediarios o superiores pueden ser obtenidos utilizando esta escala. Por ejemplo, 60 Hz de frecuencia nominal, caso el valor leído sea 2048 (0800h), para obtener el valor en Hz se debe calcular:

8192 => 60 Hz 2048 => Frecuencia en Hz
-------------------------------------------

$\text{Frecuencia en Hz} = \frac{60 \times 2048}{8192}$
---------------------------------------------------------

Frecuencia en Hz = 15 Hz
--------------------------

Valores negativos para este parámetro indican motor girando en el sentido reverso.

**P682 – PALABRA DE CONTROL VÍA SERIAL**

<b>Rango de</b>	0000h a FFFFh	<b>Padrón:</b> 0000h
<b>Valores:</b>		
<b>Propiedades:</b>	-	

**Descripción:**

Palabra de comando del **convertidor de frecuencia** vía interfaz Modbus RTU. Este parámetro solamente puede ser modificado vía interfaz serial. Para las demás fuentes (HMI, etc.) ele se comporta como un parámetro solamente de lectura.

Para que los comandos escritos en este parámetro sean ejecutados, es necesario que el equipo se encuentre programado para ser controlado vía serial. Esta programación es hecha a través de los parámetros P105 y P220 hasta P228.

Cada bit de esta palabra representa un comando que puede ser ejecutado en el equipo.

Bits	15 a 8	7	6	5	4	3	2	1	0
Función	Reservado	Reset de Fallas	Reservado	Utiliza Segunda Rampa	LOC/REM	JOG	Sentido de Giro	Habilita General	Gira/Para

*Tabla 3.4: Función de los bits para el parámetro P682*

Bits	Valores
Bit 0 Gira/Para	0: Para el eje del motor por rampa de desaceleración. 1: Gira el eje del motor de acuerdo con la rampa de aceleración hasta alcanzar el valor de la referencia de velocidad.
Bit 1 Habilita General	0: Deshabilita general el drive de frecuencia, interrumpiendo la alimentación para el motor. 1: Habilita general el drive, permitiendo la operación del motor.
Bit 2 Sentido de Giro	0: Girar el eje del motor en el sentido opuesto al de la referencia. 1: Girar el eje del motor en el sentido indicado en la referencia.
Bit 3 JOG	0: Deshabilita la función JOG. 1: Habilita la función JOG.
Bit 4 LOC/REM	0: Drive va para el modo local. 1: Drive va para el modo remoto.
Bit 5 Utiliza Segunda Rampa	0: Drive configurado para rampa de aceleración y de desaceleración del motor vía primera rampa; valores programados en los parámetros P100 y P101. 1: Drive configurado para rampa de aceleración y de desaceleración del motor vía segunda rampa; valores programados en los parámetros P102 y P103.
Bit 6	Reservado.
Bit 7 Reset de Fallas	0: Sin función. 1: Si en estado de falla, ejecuta el reset del drive.
Bits 8 a 15	Reservado.

**P683 – REFERENCIA DE VELOCIDAD VÍA SERIAL**

<b>Rango de</b>	-32768 a 32767	<b>Padrón:</b> 0
<b>Valores:</b>		
<b>Propiedades:</b>	-	

**Descripción:**

Permite programar la referencia de velocidad para el motor vía interfaz Modbus RTU. Este parámetro solamente puede ser modificado vía interfaz serial. Para las demás fuentes (HMI, etc.) elle se comporta como un parámetro solamente de lectura.

Para que la referencia escrita en este parámetro sea utilizada, es necesario que el equipo se encuentre programado para utilizar la referencia de velocidad vía serial. Esta programación es hecha a través de los parámetros P221 y P222.

Esta palabra utiliza resolución de 13 bits con señal para representar la frecuencia nominal (P403) del motor:

- P683 = 0000h (0 decimal) → velocidad del motor = 0
- P683 = 2000h (8192 decimal) → velocidad del motor = frecuencia nominal (P403)

Valores de referencias intermediarias o superiores pueden ser programados utilizando esta escala. Por ejemplo, 60 Hz de frecuencia nominal, caso se dese una referencia de 30 Hz, se debe calcular:

60 Hz => 8192 30 Hz => Referencia en 13 bits
-------------------------------------------------

Referencia en 13 bits = $\frac{60 \times 8192}{30}$
-----------------------------------------------------

Referencia en 13 bits = 4096	=> Valor correspondiente a 30 Hz en la escala de 13 bits
------------------------------	----------------------------------------------------------

Este parámetro también acepta valores negativos para cambiar el sentido de la rotación del motor. El sentido de la rotación de la referencia, sin embargo, depende también del valor del bit 2 de la palabra de control – P682:

- Bit 2 = 1 y P683 > 0: referencia para el sentido directo
- Bit 2 = 1 y P683 < 0: referencia para el sentido reverso
- Bit 2 = 0 y P683 > 0: referencia para el sentido reverso
- Bit 2 = 0 y P683 < 0: referencia para el sentido directo

## 4 PROTOCOLO MODBUS RTU

El protocolo Modbus fue inicialmente desarrollado en 1979. Actualmente, es un protocolo abierto ampliamente difundido, utilizado por varios fabricantes en diversos equipos.

### 4.1 MODOS DE TRANSMISIÓN

En la especificación del protocolo están definidos dos modos de transmisión: ASCII y RTU. Los modos definen la forma como son transmitidos los bytes del mensaje. No es posible utilizar los dos modos de transmisión en la misma red.

El convertidor de frecuencia CFW100 utiliza solamente el modo RTU para la transmisión de telegramas. Los bytes son transmitidos en el formato hexadecimal, y su configuración depende de la programación hecha a través del P311.

### 4.2 ESTRUCTURA DE LOS MENSAJES EN EL MODO RTU

La red Modbus RTU utiliza el sistema maestro-esclavo para el intercambio de mensajes. Permite hasta 247 esclavos, más solamente un maestro. Toda comunicación inicia con el maestro haciendo una solicitud a un esclavo, y este contesta al maestro el que fue solicitado. En ambos los telegramas (pregunta y respuesta), la estructura utilizada es la misma: Dirección, Código de la Función, Datos y CRC. Luego el campo de datos podrá tener tamaño variable, dependiendo del que está siendo solicitado.

Maestro (telegrama de solicitud):

Dirección (1 byte)	Función (1 byte)	Datos de la solicitud (n bytes)	CRC (2 bytes)
-----------------------	---------------------	------------------------------------	------------------

Esclavo (telegrama de respuesta):

Dirección (1 byte)	Función (1 byte)	Datos de la respuesta (n bytes)	CRC (2 bytes)
-----------------------	---------------------	------------------------------------	------------------

#### 4.2.1 Dirección

El maestro inicia la comunicación enviando un byte con la dirección del esclavo para el cual se destina el mensaje. Al enviar la respuesta, el esclavo también inicia el telegrama con el su propia dirección. El maestro también puede enviar un mensaje destinado a la dirección "0" (cero), lo que significa que el mensaje es destinada a todos los esclavos de la red (broadcast). En este caso, ninguno esclavo irá contestar al maestro.

#### 4.2.2 Código de la Función

Este campo también contiene un único byte, donde el maestro especifica el tipo de servicio o función solicitada al esclavo (lectura, escrita, etc.). De acuerdo con el protocolo, cada función es utilizada para acceder un tipo específico de dato.

Para la lista de funciones disponibles para acceso a los datos, consulte el ítem 5.

#### 4.2.3 Campo de Datos

Campo con tamaño variable. El formato y el contenido de este campo dependen de la función utilizada y de los valores transmitidos. Este campo está descrito juntamente con la descripción de las funciones (consultar ítem 5).

#### 4.2.4 CRC

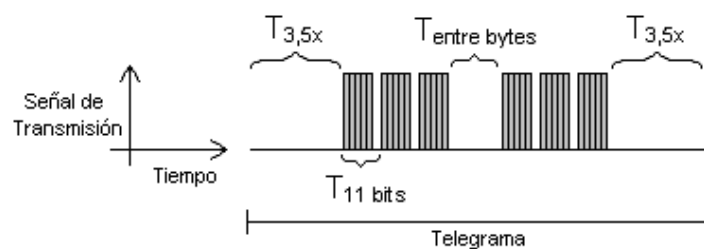
La última parte del telegrama es el campo para el chequeo de errores de transmisión. El método utilizado es el CRC-16 (Cycling Redundancy Check). Este campo es formado por dos bytes, donde primero es transmitido el byte menos significativo (CRC-), y después el más significativo (CRC+). La forma de cálculo del CRC es descrita en la especificación del protocolo, sin embargo informaciones para su implementación también son suministradas en el Apéndice B.

### 4.2.5 Tiempo entre Mensajes

En el modo RTU no existe un carácter específico que indique el inicio o el fin de un telegrama. La indicación de cuando un nuevo mensaje empieza o cuando él termina es hecha por la ausencia de transmisión de datos en la red, por un tiempo mínimo de 3,5 veces el tiempo de transmisión de un byte de datos (11 bits). Siendo así, caso un telegrama tenga iniciado luego de transcurrido este tiempo mínimo, los elementos de la red irán asumir que el primero carácter recibido representa el inicio de un nuevo telegrama. Y de la misma forma, los elementos de la red irán asumir que el telegrama ha llegado al fin cuando, recibidos los bytes del telegrama, este tiempo transcurrir nuevamente.

Si durante la transmisión de un telegrama, el tiempo entre los bytes fue mayor que este tiempo mínimo, el telegrama será considerado inválido, pues el convertidor de frecuencia irá rechazar los bytes ya recibidos y montará un nuevo telegrama con los bytes que estuvieren siendo transmitidos.

Para tasas de comunicación superiores a 19200 bits/s, los tiempos utilizados son los mismos que para esta tasa. La tabla a seguir presentamos los tiempos para distintas tasas de comunicación:



**Tabla 4.1:** Tasas de comunicación y tiempos involucrados en la transmisión de telegramas

Tasa de Comunicación	T <sub>11 bits</sub>	T <sub>3,5x</sub>
1200 bits/s	9,167 ms	32,083 ms
2400 bits/s	4,583 ms	16,042 ms
4800 bits/s	2,292 ms	8,021 ms
9600 bits/s	1,146 ms	4,010 ms
19200 bits/s	573 μs	2,005 ms
38400 bits/s	573 μs	2,005 ms
57600 bits/s	573 μs	2,005 ms

- T<sub>11 bits</sub> = Tiempo para transmitir una palabra del telegrama.
- T<sub>entre bytes</sub> = Tiempo entre bytes.
- T<sub>3,5x</sub> = Intervalo mínimo para indicar el inicio y el fin de telegrama (3,5 x T<sub>11bits</sub>).



## 5 OPERACIÓN EN LA RED MODBUS RTU – MODO ESCLAVO

El convertidor de frecuencia CFW100 posee las siguientes características cuando operado como esclavo en red Modbus RTU:

- Conexión de la red vía interfaz serial RS485.
- La dirección, tasa de comunicación y formato de los bytes definidos a través de parámetros.
- Permite la parametrización y control del convertidor de frecuencia a través del acceso a parámetros.

### 5.1 FUNCIONES DISPONIBLES Y TIEMPOS DE RESPUESTA

En la especificación del protocolo Modbus RTU son definidas funciones utilizadas para acceder diferentes tipos de datos. En el CFW100, los parámetros fueran definidos como siendo registradores del tipo holding. Para acceder estos registradores, fueran colocados disponibles los siguientes servicios (o funciones):

- Read Holding Registers  
Descripción: lectura de bloque de registradores del tipo holding.  
Código de la función: 03.
- Read Input Registers  
Descripción: lectura de bloque de registradores del tipo input.  
Código de la función: 04.
- Write Single Register  
Descripción: escrita en un único registrador del tipo holding.  
Código de la función: 06.
- Write Multiple Registers  
Descripción: escrita en bloque de registradores del tipo holding.  
Código de la función: 16.
- Read Device Identification  
Descripción: identificación del modelo del equipo.  
Código de la función: 43.

El tiempo de respuesta, fin de la transmisión del maestro hasta el inicio de la respuesta del esclavo, varía de 2 a 10 ms, para cualquier una de las funciones arriba.

### 5.2 MAPA DE MEMORIA

La comunicación Modbus para el convertidor de frecuencia CFW100 es basada en la lectura/escritura de parámetros del equipamiento. Toda la lista de parámetros del equipamiento es disponibilizada como registradores de 16 bits del tipo holding. El direccionamiento de los datos es realizado con offset igual a cero, lo que significa que el número del parámetro equivale a la dirección del registrador. La tabla a seguir ilustra el direccionamiento de los parámetros, que pueden accesarse como registradores del tipo holding.

**Tabla 5.1:** Mapa de memoria para la interfaz Modbus RTU

Número del Parámetro	Dirección del dato Modbus	
	Decimal	Hexadecimal
P000	0	0000h
P001	1	0001h
⋮	⋮	⋮
P100	100	0064h
⋮	⋮	⋮

Para la operación del equipamiento, es necesario conocer la lista de parámetros del producto. De esta forma se pueden identificar cuales datos son necesarios para monitoreo de los estados y control de las funciones. Dentro de los principales parámetros se pueden citar:

Monitoreo (lectura):

- P680: Palabra de estado
- P681: Velocidad del motor

Comando (escritura):

- P682: Palabra de comando
- P683: Referencia de velocidad

Consulte el manual de programación para la lista completa de parámetros del equipamiento.



**¡NOTA!**

- Todos los parámetros son tratados como registradores del tipo holding. Dependiendo del maestro utilizado, estos registradores son referenciados a partir del endereço base 40000 o 4x. En este caso, la dirección para un parámetro que debe ser programado en el maestro es la dirección presentada en la tabla arriba adicionado a la dirección base. Consulte la documentación del maestro para saber como acceder registradores del tipo holding.
- Se debe observar que parámetros con la propiedad de solamente lectura apenas pueden ser leídos del equipamiento, mientras que demás parámetros pueden leerse y escribirse a través de la red.

## 6 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FUNCIONES

En este ítem es hecha una descripción detallada de las funciones disponibles en el convertidor de frecuencia CFW100 para comunicación Modbus RTU. Para la elaboración de los telegramas, es importante observar lo siguiente:

- Los valores son siempre transmitidos en hexadecimal.
- La dirección de un dato, el número de datos y el valor de los registradores son siempre representados en 16 bits. Por eso, es necesario transmitir estos campos utilizando dos bytes – superior (high) e inferior (low).
- Los telegramas, tanto para pregunta cuanto para respuesta, no pueden ultrapasar 64 bytes.
- Los valores transmitidos son siempre números enteros, independiente de poseyeren representación con casa decimal. De esta forma, el valor 9,5 sería transmitido como siendo 95 (5Fh) vía serial. Consulte la lista de parámetros del CFW100 para obtener la resolución utilizada para cada parámetro.

### 6.1 FUNCIÓN 03 – READ HOLDING REGISTER

Lee el contenido de un grupo de registradores, que necesariamente deben estar en secuencia numérica. Esta función posee la siguiente estructura para los telegramas de lectura y respuesta (cada campo representa un byte):

Solicitud (Maestro)	Respuesta (Esclavo)
Dirección del esclavo	Dirección del esclavo
Función	Función
Dirección del registrador inicial (byte high)	Campo Byte Count
Dirección del registrador inicial (byte low)	Dato 1 (byte high)
Número de registradores (byte high)	Dato 1 (byte low)
Número de registradores (byte low)	Dato 2 (byte high)
CRC-	Dato 2 (byte low)
CRC+	Etc...
	CRC-
	CRC+

**Ejemplo:** lectura de la velocidad del motor (P002) y corriente del motor (P003) del esclavo en la dirección 1 (suponiendo P002 = 30 Hz y P003 = 1,5 A).

- Dirección: 1 = 01h (1 byte)
- Dirección del registrador inicial: 2 = 0002h (2 bytes)
- Valor del primer parámetro: 30 = 001Eh (2 bytes)
- Valor del segundo parámetro: 15 = 000Fh (2 bytes)

Solicitud (Maestro)		Respuesta (Esclavo)	
Campo	Valor	Campo	Valor
Dirección del esclavo	01h	Dirección del esclavo	01h
Función	03h	Función	03h
Dirección del registrador inicial (byte high)	00h	Byte Count	04h
Dirección del registrador inicial (byte low)	02h	P002 (byte high)	00h
No. de registradores (byte high)	00h	P002 (byte low)	1Eh
No. de registradores (byte low)	02h	P003 (byte high)	00h
CRC-	65h	P003 (byte low)	0Fh
CRC+	CBh	CRC-	DAh
		CRC+	31h

## 6.2 FUNCIÓN 06 – WRITE SINGLE REGISTER

Esta función es utilizada para escribir un valor para un único registrador. Posee la siguiente estructura (cada campo representa un byte):

Solicitud (Maestro)	Respuesta (Esclavo)
Dirección del esclavo	Dirección del esclavo
Función	Función
Dirección del registrador (byte high)	Dirección del registrador (byte high)
Dirección del registrador (byte low)	Dirección del registrador (byte low)
Valor para el registrador (byte high)	Valor para el registrador (byte high)
Valor para el registrador (byte low)	Valor para el registrador (byte low)
CRC-	CRC-
CRC+	CRC+

Ejemplo: escrita de la consigna de velocidad (P683) en 30 Hz (suponiendo frecuencia del motor de 60 Hz), para el esclavo en la dirección 3.

- Dirección: 3 = 03h (1 byte)
- Dirección del registrador: 683 = 02ABh (2 bytes)
- Valor para el parámetro: 1000h (2 bytes)

Solicitud (Maestro)		Respuesta (Esclavo)	
<i>Campo</i>	<i>Valor</i>	<i>Campo</i>	<i>Valor</i>
Dirección del esclavo	03h	Dirección del esclavo	03h
Función	06h	Función	06h
Dirección del registrador (byte high)	02h	Dirección del registrador (byte high)	02h
Dirección del registrador (byte low)	ABh	Dirección del registrador (byte low)	ABh
Valor (byte high)	10h	Valor (byte high)	10h
Valor (byte low)	00h	Valor (byte low)	00h
CRC-	F5h	CRC-	F5h
CRC+	B0h	CRC+	B0h

Note que para esta función, la respuesta del esclavo es una copia idéntica de la solicitud hecha por el maestro.

## 6.3 FUNCIÓN 16 – WRITE MULTIPLE REGISTERS

Esta función permite escribir valores para un grupo de registradores, que deben estar en secuencia numérica. También puede ser usada para escribir un único registrador (cada campo representa un byte).

Solicitud (Maestro)	Respuesta (Esclavo)
Dirección del esclavo	Dirección del esclavo
Función	Función
Dirección del registrador inicial (byte high)	Dirección del registrador inicial (byte high)
Dirección del registrador inicial (byte low)	Dirección del registrador inicial (byte low)
Número de registradores (byte high)	Número de registradores (byte high)
Número de registradores (byte low)	Número de registradores (byte low)
Campo Byte Count (nº de bytes de datos)	CRC-
Dato 1 (byte high)	CRC+
Dato 1 (byte low)	
Dato 2 (byte high)	
Dato 2 (byte low)	
etc...	
CRC-	
CRC+	

Ejemplo: escrita del tiempo de aceleración (P100) igual a 1,0 s y tiempo de desaceleración (P101) igual a 2,0 s, de un esclavo en la dirección 15.

- Dirección: 15 = 0Fh (1 byte)
- Dirección del registrador inicial: 100 = 0064h (2 bytes)
- Valor para el primer parámetro: 10 = 000Ah (2 bytes)
- Valor para el segundo parámetro: 20 = 0014h (2 bytes)

<b>Solicitud (Maestro)</b>		<b>Respuesta (Esclavo)</b>	
<i>Campo</i>	<i>Valor</i>	<i>Campo</i>	<i>Valor</i>
Dirección del esclavo	0Fh	Dirección del esclavo	0Fh
Función	10h	Función	10h
Dirección del registrador inicial (byte high)	00h	Dirección del registrador inicial (byte high)	00h
Dirección del registrador inicial (byte low)	64h	Dirección del registrador inicial (byte low)	64h
No. de registradores (byte high)	00h	No. de registradores (byte high)	00h
No. de registradores (byte low)	02h	No. de registradores (byte low)	02h
Byte Count	04h	CRC-	01h
P100 (byte high)	00h	CRC+	39h
P100 (byte low)	0Ah		
P101 (byte high)	00h		
P101 (byte low)	14h		
CRC-	E0h		
CRC+	91h		

#### 6.4 FUNCIÓN 43 – READ DEVICE IDENTIFICATION

Función auxiliar, que permite la lectura del fabricante, modelo y versión de firmware del producto. Posee la siguiente estructura:

<b>Solicitud (Maestro)</b>	<b>Respuesta (Esclavo)</b>
Dirección del esclavo	Dirección del esclavo
Función	Función
MEI Type	MEI Type
Código de lectura	Conformity Level
Número del objeto	More Follows
CRC-	Próximo objeto
CRC+	Número de objetos
	Código del primer objeto
	Tamaño del primer objeto
	Valor del primer objeto (n bytes)
	Código del segundo objeto
	Tamaño del segundo objeto
	Valor del segundo objeto (n bytes)
	etc...
	CRC-
	CRC+

Esta función permite la lectura de tres categorías de informaciones: Básica, Regular y Extendida, y cada categoría es formada por un grupo de objetos. Cada objeto es formado por una secuencia de caracteres ASCII. Para el CFW100, solo informaciones básicas están disponibles, formadas por tres objetos:

- Objeto 00h – VendorName: representa el nombre del fabricante del producto.
- Objeto 01h – ProductCode: Formado por el código del producto (CFW100).
- Objeto 02h – MajorMinorRevision: indica la versión de firmware del producto, en el formato 'VX.XX'.

El código de lectura indica cuales las categorías de informaciones son leídas, y si los objetos son accedidos en secuencia o individualmente. En el caso, el CFW100 soporta los códigos 01 (informaciones básicas en secuencia), y 04 (acceso individual a los objetos). Los demás campos son especificados por el protocolo y para el CFW100 poseen valores fijos.

Ejemplo: lectura de las informaciones básicas en secuencia, a partir del objeto 02h, de un esclavo en la dirección 1:

Solicitud (Maestro)		Respuesta (Esclavo)	
Campo	Valor	Campo	Valor
Dirección del esclavo	01h	Dirección del esclavo	01h
Función	2Bh	Función	2Bh
MEI Type	0Eh	MEI Type	0Eh
Código de lectura	01h	Código de lectura	01h
Número del objeto	02h	Conformity Level	81h
CRC-	70h	More Follows	00h
CRC+	77h	Próximo Objeto	00h
		Número de objetos	01h
		Código del objeto	02h
		Tamaño del objeto	05h
		Valor del objeto	'V1.00'
		CRC-	3Ch
		CRC+	53h

En este ejemplo, el valor de los objetos no fue representado en hexadecimal, más sí utilizando los caracteres ASCII correspondientes. Por ejemplo, para el objeto 02h, el valor 'V1.00' fue transmitido como siendo cinco caracteres ASCII, que en hexadecimal poseen los valores 56h ('V'), 31h ('1'), 2Eh ('.'), 30h ('0') y 30h ('0').

### 6.5 ERRORES DE COMUNICACIÓN

Errores de comunicación pueden ocurrir tanto en la transmisión de los telegramas cuanto en el contenido de los telegramas transmitidos. De acuerdo con el tipo de error, el CFW100 podrá o no enviar respuesta para el maestro.

Cuando el maestro envía un mensaje para un esclavo configurado en una determinada dirección de la red, este no irá contestar al maestro caso ocurra:

- Error en el bit de paridad.
- Error en el CRC.
- Timeout entre los bytes transmitidos (3,5 veces el tiempo de transmisión de un byte).

En estos casos, el maestro deberá detectar la ocurrencia del error por el timeout en la espera de la contestación del esclavo. En el caso de una recepción con suceso, durante el tratamiento del telegrama, el esclavo puede detectar problemas y enviar un mensaje de error, indicando el tipo de problema encontrado:

- Función inválida (código del error = 1): la función solicitada no está implementada para el equipo.
- Dirección de dato inválido (código del error = 2): la dirección del dato no existe.
- Valor de dato inválido (código del error = 3): ocurre en las siguientes situaciones:
  - Valor está fuera del rango permitido.
  - Escrita en dato que no puede ser modificado (registrador solamente de lectura).



#### ¡NOTA!

Es importante que sea posible identificar en el maestro cual el tipo de error ocurrido para que se pueda diagnosticar problemas durante la comunicación.

En el caso de la ocurrencia de algún de estos errores, el esclavo debe retornar un mensaje para el maestro que indica el tipo de error ocurrido. Los mensajes de error enviados por el esclavo poseen la siguiente estructura:

Solicitud (Maestro)	Respuesta (Esclavo)
Dirección del esclavo	Dirección del esclavo
Función	Función (con el bit más significativo en 1)
Datos	Código del error
CRC-	CRC-
CRC+	CRC+

Ejemplo 5: maestro solicita para el esclavo de la dirección 1 la escrita en el registrador 2900 (suponiendo registrador 2900 como siendo inexistente):

<b>Solicitud (Maestro)</b>		<b>Respuesta (Esclavo)</b>	
<i>Campo</i>	<i>Valor</i>	<i>Campo</i>	<i>Valor</i>
Dirección del esclavo	01h	Dirección del esclavo	01h
Función	06h	Función	86h
Dirección del registrador (byte high)	0Bh	Código del error	02h
Dirección del registrador (byte low)	54h	CRC-	C3h
Valor (byte high)	00h	CRC+	A1h
Valor (byte low)	00h		
CRC-	CAh		
CRC+	3Eh		

## **7 FALLAS Y ALARMAS RELACIONADAS CON LA COMUNICACIÓN MODBUS RTU**

### **A128/F228 – TIMEOUT EN LA RECEPCIÓN DE TELEGRAMAS**

**Descripción:**

Único alarma/falla relacionado con la comunicación serial. Señaliza que el equipamiento ha parado de recibir telegramas seriales válidos por un período (tiempo) mayor del que el programado en el parámetro P314.

**Actuación:**

El parámetro P314 permite programar un tiempo dentro del cual el equipamiento deberá recibir al menos un telegrama válido vía interfaz serial RS485 – con dirección y campo de chequeo de errores correctos – caso contrario será considerado que ha ocurrido algún problema en la comunicación serial. El conteo del tiempo es iniciado luego de la recepción del primero telegrama válido. Esta función puede ser utilizada para cualquier protocolo serial soportado por el equipamiento.

Después de identificado el timeout en la comunicación serial, será señalizado a través de la HMI el mensaje de alarma A128 – o falla F228, dependiendo de la programación hecha en el P313. Para alarmas, caso la comunicación sea restablecida y nuevos telegramas válidos sean recibidos, la indicación del alarma será quitada de la HMI.

**Posibles Causas/Corrección:**

- Verificar factores que puedan provocar fallas en la comunicación (cables, instalación, puesta a tierra).
- Garantizar que el maestro envíe telegramas para el equipamiento siempre en un tiempo menor que el programado en el parámetro P314.
- Deshabilitar esta función en el P314.



# I. APÉNDICES

## APÉNDICE A. TABLA ASCII

*Tabla I.1: Caracteres ASCII*

Dec	Hex	Chr	Dec	Hex	Chr	Dec	Hex	Chr	Dec	Hex	Chr
0	00	<b>NUL</b> (Null char.)	32	20	<b>Sp</b>	64	40	<b>@</b>	96	60	<b>`</b>
1	01	<b>SOH</b> (Start of Header)	33	21	<b>!</b>	65	41	<b>A</b>	97	61	<b>a</b>
2	02	<b>STX</b> (Start of Text)	34	22	<b>"</b>	66	42	<b>B</b>	98	62	<b>b</b>
3	03	<b>ETX</b> (End of Text)	35	23	<b>#</b>	67	43	<b>C</b>	99	63	<b>c</b>
4	04	<b>EOT</b> (End of Transmission)	36	24	<b>\$</b>	68	44	<b>D</b>	100	64	<b>d</b>
5	05	<b>ENQ</b> (Enquiry)	37	25	<b>%</b>	69	45	<b>E</b>	101	65	<b>e</b>
6	06	<b>ACK</b> (Acknowledgment)	38	26	<b>&amp;</b>	70	46	<b>F</b>	102	66	<b>f</b>
7	07	<b>BEL</b> (Bell)	39	27	<b>'</b>	71	47	<b>G</b>	103	67	<b>g</b>
8	08	<b>BS</b> (Backspace)	40	28	<b>(</b>	72	48	<b>H</b>	104	68	<b>h</b>
9	09	<b>HT</b> (Horizontal Tab)	41	29	<b>)</b>	73	49	<b>I</b>	105	69	<b>i</b>
10	0A	<b>LF</b> (Line Feed)	42	2A	<b>*</b>	74	4A	<b>J</b>	106	6A	<b>j</b>
11	0B	<b>VT</b> (Vertical Tab)	43	2B	<b>+</b>	75	4B	<b>K</b>	107	6B	<b>k</b>
12	0C	<b>FF</b> (Form Feed)	44	2C	<b>,</b>	76	4C	<b>L</b>	108	6C	<b>l</b>
13	0D	<b>CR</b> (Carriage Return)	45	2D	<b>-</b>	77	4D	<b>M</b>	109	6D	<b>m</b>
14	0E	<b>SO</b> (Shift Out)	46	2E	<b>.</b>	78	4E	<b>N</b>	110	6E	<b>n</b>
15	0F	<b>SI</b> (Shift In)	47	2F	<b>/</b>	79	4F	<b>O</b>	111	6F	<b>o</b>
16	10	<b>DLE</b> (Data Link Escape)	48	30	<b>0</b>	80	50	<b>P</b>	112	70	<b>p</b>
17	11	<b>DC1</b> (Device Control 1)	49	31	<b>1</b>	81	51	<b>Q</b>	113	71	<b>q</b>
18	12	<b>DC2</b> (Device Control 2)	50	32	<b>2</b>	82	52	<b>R</b>	114	72	<b>r</b>
19	13	<b>DC3</b> (Device Control 3)	51	33	<b>3</b>	83	53	<b>S</b>	115	73	<b>s</b>
20	14	<b>DC4</b> (Device Control 4)	52	34	<b>4</b>	84	54	<b>T</b>	116	74	<b>t</b>
21	15	<b>NAK</b> (Negative Acknowledgement)	53	35	<b>5</b>	85	55	<b>U</b>	117	75	<b>u</b>
22	16	<b>SYN</b> (Synchronous Idle)	54	36	<b>6</b>	86	56	<b>V</b>	118	76	<b>v</b>
23	17	<b>ETB</b> (End of Trans. Block)	55	37	<b>7</b>	87	57	<b>W</b>	119	77	<b>w</b>
24	18	<b>CAN</b> (Cancel)	56	38	<b>8</b>	88	58	<b>X</b>	120	78	<b>x</b>
25	19	<b>EM</b> (End of Medium)	57	39	<b>9</b>	89	59	<b>Y</b>	121	79	<b>y</b>
26	1A	<b>SUB</b> (Substitute)	58	3A	<b>:</b>	90	5A	<b>Z</b>	122	7A	<b>z</b>
27	1B	<b>ESC</b> (Escape)	59	3B	<b>;</b>	91	5B	<b>[</b>	123	7B	<b>{</b>
28	1C	<b>FS</b> (File Separator)	60	3C	<b>&lt;</b>	92	5C	<b>\</b>	124	7C	<b> </b>
29	1D	<b>GS</b> (Group Separator)	61	3D	<b>=</b>	93	5D	<b>]</b>	125	7D	<b>}</b>
30	1E	<b>RS</b> (Record Separator)	62	3E	<b>&gt;</b>	94	5E	<b>^</b>	126	7E	<b>~</b>
31	1F	<b>US</b> (Unit Separator)	63	3F	<b>?</b>	95	5F	<b>_</b>	127	7F	<b>DEL</b>

**APÉNDICE B. CÁLCULO DEL CRC UTILIZANDO TABLAS**

A seguir es presentada una función, utilizando lenguaje de programación "C", que implementa el cálculo del CRC para el protocolo Modbus RTU. El cálculo utiliza dos tablas para suministrar valores precalculados de los desplazamientos necesarios para la realización del cálculo.

```

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

/* 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, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC,
0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 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, 0x40 };

/* The function returns the CRC as a unsigned short type */
unsigned short CRC16(puchMsg, usDataLen)
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 ^ *puchMsgg++; /* calculate the CRC */
        uchCRCLo = uchCRCHi ^ auchCRCHi[uIndex];
        uchCRCHi = auchCRCLo[uIndex];
    }
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo);
}

```



WEG Drives & Controls - Automação LTDA.  
Jaraguá do Sul - SC - Brasil  
Teléfono 55 (47) 3276-4000 - Fax 55 (47) 3276-4020  
São Paulo - SP - Brasil  
Teléfono 55 (11) 5053-2300 - Fax 55 (11) 5052-4212  
automacao@weg.net  
[www.weg.net](http://www.weg.net)