



IECGG-M3

MODBUS – CARATTERISTICHE FUNZIONALI

Il documento descrive le caratteristiche funzionali dell'interfaccia MODBUS del dispositivo IE-CGG-MB. In particolare fornisce la mappatura dei registri MODBUS.

IECGG-MB

MODBUS – CARATTERISTICHE FUNZIONALI

INDICE

1	IE-CGG-MB – DESCRIZIONE	2
2	IE-CGG-MB – IMPLEMENTAZIONE PROTOCOLLO MODBUS	2
2.1	Comunicazione: Livello Fisico	2
2.2	Comunicazione: Livello Dati	2
2.3	Comunicazione: Livello Applicativo	2
2.4	Tabelle delle Grandezze Controllabili	3
2.4.1	Tipi di Dati	3
2.5	Tabella Registri Monitorabili e Modificabili	4
2.5.1	Grandezze e Parametri Monitorabili e Modificabili	4
2.6	Tabella Registri Monitorabili	7
2.6.1	Grandezze Monitorabili	7
2.7	Dati Tecnici	9

1 IE-CGG-MB – DESCRIZIONE

Il Misuratore Gradi-Giorno MODBUS realizza una unità slave per l'acquisizione della temperatura esterna ed il calcolo e registrazione del totalizzatore Gradi-Giorno. Per ogni giorno il valore dei Gradi-Giorno è dato dalla differenza tra la temperatura di riferimento (tipicamente 20°C) e la media giornaliera della temperatura esterna acquisita; il valore si considera valido solo se positivo, altrimenti lo si assume nullo. Alla mezzanotte il totalizzatore Gradi-Giorno viene incrementato del valore dei Gradi-Giorno calcolato per la giornata trascorsa.

Il Misuratore Gradi-Giorno MODBUS gestisce due totalizzatori Gradi-Giorno:

1. Totalizzatore Gradi-Giorno fiscale con temperatura di riferimento fissa a 20°C.
2. Totalizzatore Gradi-Giorno secondario con temperatura di riferimento impostabile.

Il Misuratore Gradi-Giorno MODBUS è dotato di un sensore PT1000 nel range -30/+70°C e di un ADC con risoluzione 16 bit, di un Real Time Clock (RTC) con funzione di orologio-calendario e di una batteria per poter continuare le registrazioni anche nei periodi in cui è assente l'alimentazione del bus. E' dotato di tastiera e display LCD per l'esecuzione di visualizzazioni e impostazioni da parte di un utente locale. E' disponibile anche una porta USB opzionale. E' disponibile anche un sensore di umidità relativa opzionale. È disponibile una porta RS485 per la comunicazione MODBUS.

Fornisce alle richieste del master:

- il valore corrente della temperatura
- il valore dei Gradi-Giorno del giorno precedente
- il valore parziale dei Gradi-Giorno del giorno attuale.

Inoltre il master può richiedere il valore del totalizzatore Gradi-Giorno e la temperatura media per una certa data.

La data-ora registrata viene espressa con un **timestamp**, il numero intero a 32-bit dei secondi trascorsi dalla data di riferimento 01/01/2008 00.00.00; si copre così un periodo di tempo pari a circa 136 anni dalla data di riferimento. Il Misuratore Gradi-Giorno MODBUS al reset controlla la validità della data-ora: se non valida, assume la data-ora di default 01/01/2008 00.00.00; in questo caso disabilita il calcolo e la registrazione dei Gradi-Giorno fino a quando non viene impostata la data-ora dal master o dall'utente locale.

2 IE-CGG-MB – IMPLEMENTAZIONE PROTOCOLLO MODBUS

Attraverso la porta RS485 il Misuratore Gradi-Giorno può essere controllato da un Gestore Esterno comunicando con protocollo MODBUS.

2.1 Comunicazione: Livello Fisico

Comunicazione seriale asincrona, half-duplex. AL default la porta è configurata a 38400 bps, 8 bit dati (LSB trasmesso per primo), nessuna parità, 2 stop-bit. I parametri di comunicazione sono modificabili attraverso l'interfaccia utente.

2.2 Comunicazione: Livello Dati

Protocollo MODBUS Slave su linea seriale in modalità RTU. Si rimanda a *MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02* del 20/12/2006 a cura di MODBUS.ORG.

L'indirizzo MODBUS Slave corrisponde all'ID acquisito tramite porta USB o interfaccia utente locale. Alla Protocol Data Unit (PDU) scambiata con il livello superiore vengono associati l'indirizzo suddetto e il check di controllo errore (CRC), formando la Application Data Unit (ADU).

2.3 Comunicazione: Livello Applicativo

Livello applicativo MODBUS secondo *MODBUS Application Protocol Specification V1.1b3* del 26/04/2012 a cura di MODBUS.ORG per la gestione della PDU scambiata con i livelli inferiori.

Il livello applicativo MODBUS definisce la PDU come formata dai seguenti campi:

- **Function Code** – Codice della funzione, indica il tipo di azione richiesta dal Client al Server.
- **Data** – Campo dei dati, relativi all'azione di controllo o di monitoraggio richiesta dal Client al Server.

Sono supportati unicamente i seguenti codici di funzione:

Codice Funzione	Descrizione
03 (0x03)	Read Holding Registers
16 (0x10)	Write Multiple Registers

Come meglio specificato di seguito, la tabella degli Holding Registers contiene non solo tutte le grandezze monitorabili e modificabili (Read-Write) dal Gestore Esterno, ma anche quelle solamente monitorabili (Read-Only) allocate tutte insieme in un apposito spazio degli indirizzi, che in questo caso si considera esteso ai limiti massimi consentiti da MODBUS (da 0x0000 a 0xFFFF). Viene perciò rifiutata ogni richiesta di scrittura che coinvolga i registri Read-Only nel suddetto spazio di indirizzi.

Non sono gestite le richieste di diagnostica proprie del MODBUS su linee seriali (08 (0x08) Diagnostics, 11 (0x0B) Get Comm Event Counter e 12 (0x0C) Get Comm Event Log).

Il Misuratore Gradi-Giorno supporta richieste di lettura/scrittura per un numero massimo di registri contigui pari a 30 (in deroga ai valori 125 e 123 previsti dallo standard relativi ai due codici di funzione supportati).

Non è previsto alcun arbitrio con un'eventuale richiesta di attuazione proveniente dall'utente locale al Misuratore Gradi-Giorno coinvolgente la medesima grandezza indirizzata dal Gestore Esterno: le due attuazioni sono eseguite in successione e l'ultima determina il risultato finale sulla grandezza indirizzata.

2.4 Tabelle delle Grandezze Controllabili

I dati di tutte le grandezze controllabili sono mappati in una tabella di registri a 16-bit, secondo il modello MODBUS di rappresentazione dei dati.

2.4.1 TIPI DI DATI

I dati vengono distinti nei seguenti tipi:

- **BOOL** – valore binario 0 o 1
- **CHAR** – carattere alfanumerico (0 ÷ 255)
- **BYTE** – numero intero positivo a 8-bit (0 ÷ 255)
- **WORD** - numero intero positivo a 16-bit (0 ÷ 65535)
- **BITMAP** – word di 16 bit corrispondenti a 16 flag nell'ordine da 0 a 15 (per ogni bit vale la logica: 0=disattivo, 1=attivo)
- **INT** – numero intero con segno a 16-bit (-32768 ÷ 32767)
- **DWORD** – numero intero positivo a 32-bit (0 ÷ 4294967295)
- **LONG** – numero intero con segno a 32-bit (-2147483648 ÷ 2147483647)
- **FLOAT** – numero floating point singola precisione IEEE 754 ($\pm 1.175494351E-38$ ÷ $\pm 3.402823466E+38$)

Per il tipo CHAR e BYTE il registro a 16-bit che lo contiene ha il byte alto nullo, a meno che non si tratti di array.

Per i tipi DWORD, LONG e FLOAT i due registri a 16-bit che rappresentano il valore sono ordinati in tabella secondo lo schema Big-Endian (Motorola): il primo registro contiene la word alta, il secondo registro contiene la word bassa.

Per gli array di CHAR e BYTE ogni registro a 16-bit occupato dall'array contiene due elementi: il k-esimo elemento nel byte basso e il (k+1)-esimo elemento nel byte alto, con k=0,1,2,... indice dei caratteri nell'array. L'elemento di valore nullo (0x00) è assunto come terminatore di stringa negli array di CHAR.

La notazione “[n]” indica la dimensione di un array di n elementi di un certo tipo.

2.5 Tabella Registri Monitorabili e Modificabili

Di seguito viene riportata la mappatura dei registri MODBUS monitorabili e modificabili.

2.5.1 GRANDEZZE E PARAMETRI MONITORABILI E MODIFICABILI

Indirizzo	Tipo	Descrizione
0x0000	BITMAP	Bitmap flag di configurazione (1=attivo): Bit0. Visualizzazione temperature in °F su display Bit1. Cancellazione memoria (transizione 0 → 1 con PIN corretto già scritto) Bit2. Bit3. Bit4. Bit5. Bit6. Bit7. Bit8. Bit9. Bit10. Bit11. Bit12. Bit13. Bit14. Bit15.
0x0001	LONG	Time Zone offset (ore)
0x0002		Default: ore sec. Memorizzato nel dispositivo, ma non gestito durante il funzionamento.
0x0003	BYTE	Indice (partendo da 0) intervallo di campionamento temperatura nella seguente lista: Valori ammessi: 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60 sec. Default: 5 sec <=> indice = 2. Il dato registrato è il valore medio dei campioni. Se Tcamp = Trec, non si calcola la media; l'intervallo di campionamento coincide con quello di registrazione.
0x0004	BYTE	Indice (partendo da 0) intervallo di registrazione temperatura nella seguente lista: Valori ammessi: 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60, 120, 300, 600, 900, 1200, 1800, 3600 sec Default: 60 sec <=> indice = 7. Da IGNORARE nel caso di dispositivo solo CGG, senza DL
0x0005	BYTE	Intervallo di test batteria (ore). Range ammesso: 0 - 255 ore. Default: 24 ore. Se TBattTest = 0, il test batteria é disabilitato.
0x0006	INT	Temperatura di riferimento GG fiscali (0,1°C) (NON MODIFICABILE: la scrittura di questo registro viene accettata, ma non eseguita)
0x0007	INT	Temperatura di riferimento GG secondari (0,1°C)
0x0008	DWORD	Timestamp data-ora corrente (numero di sec trascorsi dal 01/01/2008 00.00.00)
0x0009		
0x000A	WORD	Anno corrente (2008÷2143)
0x000B	BYTE	Mese corrente (1÷12)
0x000C	BYTE	Giorno corrente (1÷31)
0x000D	BYTE	Ora corrente (0÷23)
0x000E	BYTE	Minuti correnti (0÷59)
0x000F	BYTE	Secondi correnti (0÷59)

0x0010	BYTE	Vecchio PIN (SOLO SCRITTURA)
0x0011	[3]	
0x0012	BYTE	Nuovo PIN (SOLO SCRITTURA)
0x0013	[3]	
...
0x0100	WORD	Anno del record GG da leggere nella memoria non volatile (2008÷2143)
0x0101	BYTE	Mese del record GG da leggere nella memoria non volatile (1÷12)
0x0102	BYTE	Giorno del record GG da leggere nella memoria non volatile (1÷31)
0x0103	DWORD	Timestamp data-ora del record GG da leggere nella memoria non volatile (numero di sec trascorsi dal 01/01/2008 00.00.00)
0x0104		

La scrittura di alcuni registri può attivare una delle seguenti procedure in background:

- Aggiornamento configurazione;
- Ricerca record GG per data.

E' consentita l'esecuzione di una sola procedura per volta. Una procedura può essere avviata solo se non ce n'è un'altra già in corso.

Nell'impostazione delle grandezze e dei parametri viene seguito il seguente ordine di priorità:

1. Se richiesta impostazione Timestamp (registri 0x0008-0x0009):
 - a. Imposta Timestamp:
 - i. Se errore, esce e ritorna l'eccezione ILLEGAL_DATA_VALUE (0x03).
2. Se richiesta impostazione Data-Ora (registri 0x000A-0x000F):
 - a. Imposta Data-Ora:
 - i. Se errore, esce e ritorna l'eccezione ILLEGAL_DATA_VALUE (0x03).
3. Se richiesta impostazione uno o più parametri di configurazione (registri 0x0000-0x0007):
 - a. Se procedura in background già in corso, esce e ritorna l'eccezione SERVER_DEVICE_BUSY (0x06).
 - b. Altrimenti avvia procedura di aggiornamento configurazione ed esce.
4. Se richiesta impostazione PIN (registri 0x0010-0x0013):
 - a. Se vecchio PIN non valido, esce e ritorna l'eccezione ILLEGAL_DATA_VALUE (0x03).
 - b. Se procedura in background già in corso, esce e ritorna l'eccezione SERVER_DEVICE_BUSY (0x06).
 - c. Altrimenti aggiorna il PIN ed esce.
5. Se richiesta cancellazione memoria dati:
 - a. Se PIN non valido, esce e ritorna l'eccezione ILLEGAL_DATA_VALUE (0x03).
 - b. Se procedura in background già in corso, esce e ritorna l'eccezione SERVER_DEVICE_BUSY (0x06).
 - c. Altrimenti esegue la cancellazione della memoria ed esce:
 - i. Se errore cancellazione, esce e ritorna l'eccezione SERVER_DEVICE_FAILURE (0x04).
6. Se richiesta lettura record GG:
 - a. Se procedura in background già in corso, esce e ritorna l'eccezione SERVER_DEVICE_BUSY (0x06).
 - b. Altrimenti avvia procedura di ricerca record GG ed esce.

2.5.1.1 Impostazione PIN

Il PIN è un codice costituito da 3 byte.

La procedura di impostazione prevede una scrittura unica (con un solo comando di scrittura) dei registri dall'indirizzo 0x0010 all'indirizzo 0x0013: se nei registri 0x0010 e 0x0011 viene scritto il valore corrente del PIN, allora da quel momento in poi viene assunto il valore dei registri 0x0012 e 0x0013 come nuovo PIN.

I registri dall'indirizzo 0x0010 all'indirizzo 0x0013 riportano in lettura sempre un valore nullo.

2.5.1.2 Cancellazione memoria non volatile dispositivo

La procedura di cancellazione della memoria non volatile del dispositivo con perdita di tutti i dati contenuti è la seguente:

1. Scrittura nei registri 0x0010 e 0x0011 del valore corrente del PIN.
2. Impostazione da 0 a 1 del flag 1 di configurazione.

I due comandi di scrittura devono essere dati in sequenza, uno di seguito all'altro, senza altri eventuali comandi tra i due.

La cancellazione viene eseguita se sono verificate tutte le seguenti condizioni:

- a) Comandi di scrittura inviati nella suddetta sequenza.
- b) Il valore scritto nei registri 0x0010 e 0x0011 corrisponde al valore corrente del PIN.
- c) Il flag 1 di configurazione è impostato a 1.

Il flag 1 di configurazione è un flag monostabile: viene letto sempre a 0; se impostato a 1, ritorna automaticamente a 0.

2.5.1.3 Lettura dei record GG

Il *master* richiede il record GG registrato per una certa data, specificandola nei registri 0x0100÷0x0102 oppure come timestamp nei registri 0x0103÷0x0104 con un unico comando di scrittura.

Il Misuratore Gradi-Giorno, solo a seguito della scrittura dei registri 0x0100÷0x0102 oppure dei registri 0x0103÷0x0104, riporta nei registri 0x8100÷0x810A il record richiesto, seguendo questa procedura:

- Se il *master* richiede i Gradi-Giorno di una data precedente alla più vecchia registrata, il Misuratore Gradi-Giorno riporta i Gradi-Giorno della data più vecchia registrata.
- Se il *master* richiede i Gradi-Giorno di una data successiva alla più recente registrata, il Misuratore Gradi-Giorno riporta i Gradi-Giorno della data più recente registrata.
- Se il *master* richiede i Gradi-Giorno di una data compresa nell'intervallo registrato ma non presente, il Misuratore Gradi-Giorno riporta i Gradi-Giorno della data immediatamente successiva registrata.

Il Misuratore Gradi-Giorno dispone di uno spazio non volatile di registrazione pari a 10 anni. Tale spazio, una volta pieno, è trattato in maniera circolare: il nuovo dato da registrare sovrascrive quello più vecchio registrato 10 anni prima. Il nuovo dato non viene registrato se la data risulta già registrata nello spazio di registrazione. Lo spazio di registrazione può essere non ordinato per data (dipende dalle eventuali impostazioni effettuate sull'RTC interno nel corso dell'operatività).

Se lo spazio di registrazione è vuoto, ad una richiesta alla data diversa da 01/01/2008 vengono riportati i valori 0xFFFF nei registri: perciò richiedendo i valori alla data 02/01/2008 si può rilevare se lo spazio di registrazione è vuoto o meno.

La ricerca del record GG richiesto può impiegare un certo tempo, dipendentemente dalla dimensione corrente del file GG. Durante questo tempo i registri 0x8100÷0x810A sono tutti nulli. Il *master* può così monitorare la fine della ricerca quando nei suddetti registri viene riportato un record con valori non nulli per la data.

2.6 Tabella Registri Monitorabili

Di seguito viene riportata la mappatura dei registri MODBUS monitorabili.

2.6.1 GRANDEZZE MONITORABILI

Indirizzo	Tipo	Descrizione
0x8000	WORD	Versione firmware: High Byte - numero di versione Low Byte - numero di revisione
0x8001	DWORD	Serial Number
0x8002		
0x8003	WORD	Tipo dispositivo
0x8004	BITMAP	Bitmap di opzioni: Bit0. Bit1. Bit2. Bit3. Bit4. Bit5. Bit6. Bit7. Bit8. Bit9. Bit10. Bit11. Bit12. Bit13. Bit14. Bit15.
0x8005	BITMAP	Bitmap di stato: Bit0. Basso livello batteria Bit1. Configurazione al default Bit2. Orologio-calendario alla data-ora intorno al default 01/01/2008 00.00.00 Bit3. Errore memoria non volatile Bit4. Bit5. Bit6. Bit7. Bit8. Bit9. Bit10. Bit11. Bit12. Bit13. Bit14. Bit15.
0x8006	FLOAT	Temperatura attuale (°C)
0x8007		
0x8008	FLOAT	Temperatura media del giorno precedente (°C)
0x8009		
0x800A	FLOAT	Gradi-Giorno fiscali del giorno precedente (°C)
0x800B		

0x800C	FLOAT	Totalizzato GG fiscali del giorno precedente (°C) ¹
0x800D		
0x800E	FLOAT	Gradi-Giorno fiscali parziali attuali (°C)
0x800F		
0x8010	FLOAT	Gradi-Giorno secondari del giorno precedente (°C)
0x8011		
0x8012	FLOAT	Totalizzato GG secondari del giorno precedente (°C)
0x8013		
0x8014	FLOAT	Gradi-Giorno secondari parziali attuali (°C)
0x8015		
0x8016	WORD	Tensione batteria (0,01V)
0x8017	WORD	Umidità relativa (0,01%RH)
...
0x8100	WORD	Record GG: Anno (2008÷2143)
0x8101	BYTE	Record GG: Mese (1÷12)
0x8102	BYTE	Record GG: Giorno (1÷31)
0x8103	FLOAT	Record GG: temperatura media giornaliera (°C)
0x8104		
0x8105	FLOAT	Record GG: totalizzato GG fiscali (°C)
0x8106		
0x8107	INT	Record GG: temperatura di riferimento GG fiscali (0,1°C) ²
0x8108	FLOAT	Record GG: totalizzato GG secondari (°C)
0x8109		
0x810A	INT	Record GG: temperatura di riferimento GG secondari (0,1°C)

¹ Il formato float per il Totalizzato GG garantisce una precisione maggiore o uguale allo 0,01°C fino a quando il Totalizzato GG risulta minore a 65536°C.

² Il valore della temperatura di riferimento GG fiscali, non essendo registrato nel record GG in quanto prefissato costante, coincide con il valore riportato nel registro 0x0006.

2.7 Dati Tecnici

Tabella 1 - Dati Tecnici

Caratteristica	Dati
Alimentazione:	Una batteria litio AA da 2200mAh (sostituibile dall'utente) Durata prevista 7 anni IE-CGG-SB: Alimentazione da SBUS (12Vcc) IE-CGG-MB: Alimentazione esterna 12-24Vcc
Dimensioni:	Contenitore in ABS (UL 94 HB) con coperchio trasparente in PC (V-2). Dimensioni (mm): (LxAxP) 162x82x55 – IP65. Idoneo per il montaggio a parete.
Interfaccia:	Display LCD 4 cifre 7 segmenti per la visualizzazione/setup CGG; tastiera 4 tasti
Ingressi:	1 canale di misura -30...+70°C con precisione $\pm 0,25^\circ\text{C}$ nel range di misura -30...+50°C. Possibilità di fornire l'apparato con certificazione ACCREDIA
Tipologia sensore:	PT1000 classe A (secondo EN 60751).
Tempo di risposta:	9 secondi
Risoluzione misura:	0,01°C (visualizzazione 0,1°C)
Elaborazioni fornite:	Ciascun record memorizzato ogni giorno contiene le seguenti informazioni: <ul style="list-style-type: none">• Temperatura media giornaliera• Temperatura di riferimento prevista dal DPR412/93• Gradi Giorno secondo quanto previsto dal DPR412/93• Seconda Temperatura di riferimento impostabile dall'utente• Gradi Giorno reali riferiti alla Seconda Temperatura di riferimento impostabile dall'utente• Livello della batteria
Comunicazione:	1 porta di connessione mini USB per lo scarico dei dati 1 porta di comunicazione SBUS (modello IE-CGG-SB) 1 porta di comunicazione RS485 – ModBUS RTU (modello IE-CGG-MB). Il protocollo ModBUS implementato segue la <i>MODBUS over serial line specification and implementation guide V 1.02 del 20/12/2006</i> a cura di MODBUS.ORG. I comandi implementati sono: <ul style="list-style-type: none">3 (0x03) – Read Holding Registers;16 (0x10) – Write Multiple Registers.
Memorizzazione:	Intervallo di campionamento: 1, 2, 5, [10] , 15, 20, 30, 60 secondi. Intervallo di memorizzazione: 1 record di dati al giorno Precisione RTC 10 secondi/settimana Capacità di Registrazione: > 10 anni.
MCU:	16 bit a bassissimo assorbimento