



Protocollo MODBUS-RTU per MIDO3D

Il presente documento descrive il protocollo di comunicazione utilizzato dai multimetri dossena modello MIDO3D per i quali è prevista la connessione in rete con interfaccia seriale RS485. I MIDO utilizzano protocollo MODBUS RTU.

La trasmissione del byte

Il tipo di trasmissione adottato è quello seriale asincrono, in cui i dati vengono inviati sequenzialmente a gruppi di 8 bit (byte). In realtà, agli 8 bit da inviare vengono aggiunti altri bit cosicché il byte completato è formato dalla seguente sequenza:

- 1 start bit;
- 8 bit di dati; per primo viene inviato il bit meno significativo, per ultimo il più significativo;
- 1 bit per il controllo di parità che può essere, a scelta, pari (*even*) o dispari (*odd*); il MIDO non effettua il controllo di parità.
- 1 bit di stop.

La trasmissione dei bit all'interno di ciascun byte può avvenire con diverse velocità. Sul MIDO3D, sono previste le seguenti velocità di trasmissione: 4800, 9600, 19200 e 38400 bit/s.

Il protocollo

Il protocollo MODBUS prevede una gerarchia tra i nodi della rete di comunicazione con un solo master e fino ad un massimo di 247 slave. Solo il master può iniziare la comunicazione, inviando agli slave richieste di dati o comandi di impostazione di parametri. Gli slave possono solo rispondere con l'invio dei dati richiesti o con la conferma dell'avvenuta impostazione o scrittura, eventualmente segnalando il verificarsi di qualche errore. E' prevista anche la trasmissione "broadcast", cioè contemporanea verso tutti gli slave che, in questo caso, non devono rispondere. Il MIDO supporta alcune delle più importanti funzioni di comunicazione previste dal MODBUS RTU standard.

Le funzioni disponibili

La tabella seguente riporta le funzioni MODBUS RTU standard disponibili sul MIDO, con il relativo codice e le azioni svolte dallo slave che riceve il comando. Nel seguito verranno descritte nel dettaglio le funzioni elencate nella tabella. Il codice è espresso come numero decimale.

Tabella 1. Funzioni supportate

Codice	Nome della funzioni	Azione eseguita dallo slave indirizzato
03	Lettura Registri <i>Read Holding Registers</i>	Legge il contenuto del numero di registri di memoria specificato, e lo trasmette in risposta.
06	Scrittura Singolo Registro <i>Preset Single Register</i>	Imposta il contenuto di una grandezza consentendo di impostare i parametri di funzionamento dello strumento.
16	Scrittura multi registri <i>Preset Multiple Registers</i>	Imposta il contenuto di 2 registri adiacenti consentendo di impostare i parametri di funzionamento dello strumento.
17	Richiesta Identificativo strumento <i>Report Slave Identification</i>	Legge l'identificativo dello strumento e li trasmette in risposta.

Tabella 2- Indirizzi - simboli - formati e unità di misura dei registri MIDO

GRANDEZZA	Indirizzo Registro	Unità di misura - Simbolo	GRANDEZZA	Indirizzo Registro	Unità di misura - Simbolo
Costante KTA	1		Corrente di linea 2	79	mA - I ₂
Costante KTV	3		Corrente di linea 3	81	mA - I ₃
Colore sfondo scelto	5		Fattore di potenza Fase1	83	Millesimi -PF ₁
Numero di nodo	7		Fattore di potenza Fase2	85	Millesimi -PF ₂
Baudrate	9		Fattore di potenza Fase3	87	Millesimi -PF ₃
Grandezza allarme utente	11		Potenza Attiva Fase1	89	W - W ₁
Soglia allarme utente	13		Potenza Attiva Fase 2	91	W - W ₂
Energia Attiva	15	Wh - WH	Potenza Attiva Fase 3	93	W - W ₃
Energia Reattiva	17	Varh -VarH	Potenza Reattiva Fase1	95	Var - VAR ₁
Ore funzionamento (in minuti)	19	Minuti - HOUR	Potenza Reattiva Fase2	97	Var - VAR ₂
Massimo della Tensione trifase	21	V - V MAX	Potenza Reattiva Fase3	99	Var - VAR ₃
Massimo della Corrente trifase	23	mA - I MAX	Potenza Apparente Fase1	101	VA - VA ₁
Massimo della Potenza attiva trifase	25	W - W MAX	Potenza Apparente Fase2	103	VA - VA ₂
Massimo della Potenza reattiva trifase	27	Var - Var MAX	Potenza Apparente Fase3	105	VA - VA ₃
Massimo Corrente di linea 1	29	mA - I _{1MAX}	Asimmetria	107	V - TI
Massimo Corrente di linea 2	31	mA - I _{2MAX}	Corrente di neutro	109	mA - IN
Massimo Corrente di linea 3	33	mA - I _{3MAX}	Frequenza	111	mHz - Hz
RISERVATI	35>>63	--	Tensione equivalente trifase	113	V - SV
Tensione di linea 1	65	V - V ₁	Corrente trifase	115	mA - SI
Tensione di linea 2	67	V - V ₂	Fattore di potenza trifase	117	Millesimi - ΣPF
Tensione di linea 3	69	V - V ₃	Potenza attiva trifase	119	W - ΣW
Tensione concatenata V12	71	V - V ₁₂	Potenza reattiva trifase	121	Var - ΣVar
Tensione concatenata V23	73	V - V ₂₃	Potenza apparenta trifase	123	VA - ΣVA
Tensione concatenata V31	75	V - V ₃₁	Stato Allarmi	125	##
Corrente di linea 1	77	mA - I ₁			

: la risposta contiene 4 byte di cui l'ultimo riporta la rappresentazione binaria dello stato degli allarmi segnalati dallo strumento. In particolare i bit del registro 125 hanno il seguente significato:

- bit0:** Se 1: Allarme utente in corso
- bit1:** Se 1: Allarme per sequenza fasi errata
- bit2:** Se 1: Allarme per asimmetria fase neutro
- bit15:** Se 1: Presenza di 1 dei precedenti allarmi.

Funzione 03: Lettura Registri - Read Holding Registers

La funzione permette di leggere uno o più registri successivi e contigui della memoria; ciascun registro è a 16 bit e quindi viene trasmesso in 2 byte; ciascuna grandezza occupa 2 registri e quindi viene trasmessa con 4 byte; al massimo possono essere lette contemporaneamente 32 grandezze per un totale di 128 byte (possono essere chiesti fino a 64 registri). Se la richiesta di lettura dei registri riporta degli indirizzi di inizio lettura errati (al di fuori dello spazio di indirizzamento ammesso) lo slave deve rispondere con la segnalazione di errore (si veda l'apposito paragrafo).

Richiesta inviata dal master:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 03 (1 BYTE)	INDIRIZZO 1° REGIST. (2 BYTE)	NUM. DI REGISTRI (2 BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--------------------------------	----------------------------------	------------------------------	-----------------

Esempio: 01, 03, 00, 01, 00, 08, CRC, CRC (HEX) richiesta di leggere lo stato di 4 grandezze, a partire dall'indirizzo 1 dell'apparato 1.

Risposta inviata dallo slave:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 03 (1 BYTE)	NUMERO DI BYTE (1 BYTE)	BYTE DEI DATI (N BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--------------------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------

Il campo numero di byte indica quanti byte di dati verranno inviati nel campo successivo (byte dei dati) che ha perciò una lunghezza variabile; ogni grandezza è composto da 4 byte, cioè da 32 bit; nella trasmissione seriale viene inviato per primo il LSB e per ultimo il MSB.

La tabella 2 riporta l'elenco delle grandezze che è possibile leggere, il loro indirizzo all'interno della mappa di memoria il simbolo e l'unità di misura in cui sono espresse. Il formato è signed long e viene sottinteso. Ciascuna grandezza occupa 4 byte (2 word da 16 bit) ma la memoria è indirizzata a word e quindi gli indirizzi di due grandezze adiacenti differiscono di 2.

Funzione 06: Scrittura Singolo Registro- Preset Single Register

La funzione permette di scrivere un registro della memoria. Se la richiesta di scrittura dovesse contenere un valore che eccede i limiti previsti per quel parametro lo slave deve segnalare l'errore nella risposta (si veda il paragrafo apposito). Lo strumento è in grado di rispondere correttamente sia alla funzione modbus standard RTU 06 sia alla 06 modbus Enron.

NOTA 1: Di default lo strumento presuppone l'uso di **modbus RTU Enron** in quanto ciascuna grandezza è composta da 4 byte.

Funzione 06 modbus RTU Enron: il formato della funzione di scrittura registri sarà il seguente:

Richiesta inviata dal master:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 06 (1 BYTE)	INDIRIZZO REGISTRO (2 BYTE)	DATO DA IMPOSTARE (4 BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-----------------

Funzione 06 modbus standard RTU: è disponibile semplicemente aggiungendo 4000 Hex all'indirizzo del registro che si vuole scrivere. La sintassi prevista è la seguente:

Richiesta inviata dal master:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 06 (1 BYTE)	INDIRIZZO REGISTRO+4000H (2 BYTE)	DATO DA IMPOSTARE (2 BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------

In entrambi i casi se la richiesta del master è corretta la risposta dello slave è esattamente uguale alla richiesta ricevuta.

Esempio: Se si vuole porre il KTV (registro con indirizzo = 3) al valore 5:

Modbus RTU Enron: 01, 06, 00, 03, 00, 00, 00, 05, CRC, CRC (HEX)

Modbus RTU standard: 01, 06, 40, 03, 00, 05, CRC, CRC (HEX)

Funzione 16: Scrittura Multi Registri - Preset Multiple Registers

La funzione permette di scrivere registri contigui della memoria. Se la richiesta di scrittura dovesse contenere un valore che eccede i limiti previsti per quel parametro lo slave deve segnalare l'errore nella risposta (si veda il paragrafo apposito). Il MIDO3D consente solo la scrittura di 2 registri contigui alla volta, ovvero una grandezza.

Richiesta inviata dal master:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 10H (16 dec) (1 BYTE)	INDIRIZZO REGISTRO (2 BYTE)	NUM DI REGISTRI (00 02) (2 BYTE)	NUM BYTE (1 BYTE)	DATI (HI LO HI LO) (4 BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--	--------------------------------	-------------------------------------	----------------------	--------------------------------	-----------------

Se la richiesta del master è corretta la risposta dello slave sarà la seguente:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 10H (16 dec) (1 BYTE)	INDIRIZZO REGISTRO (2 BYTE)	NUM DI REGISTRI (00 02) (2 BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--	--------------------------------	-------------------------------------	-----------------

NOTA 2: poiché le grandezze del MIDO3D sono tutte costituite da 2 registri, se si vuole usare la funzione 16 per scrivere una grandezza occorre indirizzare il registro che rappresenta la parte alta della grandezza. Per far ciò l'indirizzo si ricava dalla tabella 2 degli indirizzi decrementato di 1.

Esempio: scrittura a 5 del KTV (registro ad indirizzo 3) dello slave 1: 01, 10, 0, 2, 0, 2, 4, 0, 0, 0, 5, CRC, CRC (HEX)

NOTA 3: Per azzerare le energie memorizzate dall'analizzatore MIDO è sufficiente azzerare il registro di indirizzo 15 corrispondente all'energia attiva.

NOTA 4 (Trasmissione "broadcast"): Il master di una rete può inviare un'unica richiesta di scrittura contemporaneamente a tutti gli slave collegati, usando le funzioni di scrittura indirizzate però all'indirizzo slave 0 (che, ovviamente, non deve essere attribuito a nessuno slave); in tal modo tutti gli slave ricevono ed eseguono il comando e nessuno deve rispondere (perché si creerebbe un inevitabile conflitto sulla rete).

Funzione 17: Richiesta Identificativo Strumento - Report Slave Id

La funzione permette di conoscere il tipo di apparato presente all'indirizzo di slave specificato.

Richiesta inviata dal master:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 11H (17 dec) (1 BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--	-----------------

Esempio: 01, 11, CRC, CRC : richiesta di leggere il tipo dell'apparato 01.

Risposta inviata dallo slave:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 11H (17 dec) (1 BYTE)	NUMERO DI BYTE (1 BYTE)	IDENTIFICATIVO (4 BYTE)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--	----------------------------	----------------------------	-----------------

La risposta contiene un campo che riporta il numero di byte che costituiscono la risposta e successivamente i byte di risposta il cui valore darà l'informazione su tipo e modello di strumento rispondente a quel numero di nodo. Il codice identificativo del MIDO3D è 7 (sette).

Esempio: 01, 11, 04, 00, 00, 00, 07, CRC, CRC (HEX) : risposta fornita dal MIDO3D di nodo 1.

Segnalazione di errori - exception

Quando il master invia una richiesta che non può essere soddisfatta, lo slave deve rispondere con la segnalazione dell'eccezione (exception response). Questa segnalazione avviene portando ad 1 il bit più significativo del campo "funzione" della risposta. Oltre alla segnalazione dell'errore, nella risposta lo slave deve segnalare il tipo di errore che si è verificato comunicando un codice di un byte. Nella tabella che segue sono elencati i codici di errore supportati dal MIDO3D ed il loro significato e subito dopo viene mostrata la sintassi della segnalazione d'errore.

Tabella 3. Eccezioni - Exception

CODICE	ECCEZIONE	DESCRIZIONE
01	FUNZIONE NON SUPPORTATA	Il master ha inviato una richiesta con una funzione non supportata dallo slave destinatario.
02	INDIRIZZO NON PREVISTO	Il master ha richiesto una scrittura o lettura ad un indirizzo non previsto dallo slave destinatario.
03	VALORE PARAMETRO ERRATO	Il master ha richiesto l'impostazione di un parametro ad un valore al di fuori dell'intervallo previsto.

La sintassi è la seguente:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE MODIFICATO (1 BYTE)	CODICE ECCEZIONE RILEVATA (1 BYTE: 01 o 02 o 03)	CRC (2 BYTE)
-----------------------------	--	---	-----------------

Calcolo del CRC

Il campo del CRC (Cyclical Redundancy Check), è costituito da una stringa binaria di due byte (16 bit). Il CRC viene calcolato dall'apparato trasmettitore ed accordato al messaggio da trasmettere; l'apparato ricevitore calcola a sua volta il CRC sulla base del messaggio ricevuto e lo confronta con il CRC ricevuto, per stabilire la correttezza dei byte ricevuti. Viene trasmesso per primo il byte meno significativo del CRC, seguito da quello più significativo; ad esempio se il calcolo del CRC fornisce 1243h (0001 0010 0100 0011) in trasmissione troveremmo: 43 (penultimo byte) 12 (ultimo byte). Nel calcolo del CRC vengono coinvolti solo gli 8 bit di ciascun carattere presente nella trama: start bit, stop bit ed eventuale bit di parità non vengono coinvolti. Il MODBUS prevede l'uso del CRC-16 definito dal CCITT.

NOTA 5: Le funzioni modbus-RTU supportate dal MIDO3D sono perfettamente coerenti allo standard Modicon. Si rimanda alla documentazione facilmente reperibile nella letteratura per eventuali approfondimenti.