



Protocollo MODBUS-RTU per DER3

Il presente documento descrive il protocollo di comunicazione utilizzato dai differenziali dossena modello DER3 per i quali è prevista la connessione in rete con interfaccia seriale RS485. I DER3 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 DER3 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 DER3, 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 DER3 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 DER3, 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	Letture Registri	Letture del contenuto del numero di registri di memoria specificato.
06	Scrittura Singolo Registro	Scrittura del contenuto di una grandezza in memoria (per impostare i parametri di funzionamento del DER3)
16	Scrittura multi registri	Scrittura del contenuto di 2 registri adiacenti in memoria (per impostare i parametri di funzionamento del DER3)
17	Richiesta ID strumento	Letture dell'identificativo dello strumento.

Tabella 2- Indirizzi - simboli e unità di misura dei registri DER3

GRANDEZZA	Indirizzo Registro	Unità di misura - Simbolo
Soglia corrente Trip impostata	1	mA
Ritardo intervento impostato	3	ms
Funzionamento relè allarme	5	DCA=0 o ALA=1
Logica relè Trip NdE o NE	7	1=NE 0=NdE
Funzionamento Manuale o Automatico	9	1=MAN 0=AUT
Soglia corrente d'allarme	11	%
Isteresi impostata	13	%
KCT	15	
Numero di nodo	17	
Stato Allarmi	65	§
Corrente toroide	67	mA
Massimo della corrente di scatto	71	mA

§: I bit del registro 67 hanno il seguente significato:

- bit0:** Toroide non rilevato correttamente
- bit1:** Surriscaldamento
- bit2:** Relè di allarme eccitato
- bit3:** Relè di TRIP eccitato
- bit4:** BA interrotta
- bit6:** fallimento del test con 3° relè
- bit15:** Esiste almeno un allarme (almeno uno dei bit suddetti è a 1)

Funzione 03: Lettura Registri

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. 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

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 KCT (registro con indirizzo = 15) al valore 500:
 Modbus RTU Enron: 01, 06, 00, 0F, 00, 00, 01, F4, CRC, CRC (HEX)
 Modbus RTU standard: 01, 06, 40, 0F, 01, F4, CRC, CRC (HEX)

Funzione 16: Scrittura Multi Registri

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 DER3 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)
------------------------------------	---	---------------------------------------	--	------------------------

Esempio: scrittura a 5 del KCT (registro ad indirizzo 15) dello slave 1: 01, 10, 0, 0F, 0, 02, 4, 0, 0, 0, 5, CRC, CRC (HEX)

NOTA 2:(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

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 DER3 è 3.

Esempio: 01, 11, 04, 00, 00, 00, 03, CRC, CRC (HEX) : risposta fornita dal DER3 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 DER3 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 troveremo: 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 3: Le funzioni modbus-RTU supportate dal DER3 sono perfettamente coerenti allo standard Modicon. Si rimanda alla documentazione facilmente reperibile nella letteratura per eventuali approfondimenti.

Funzioni aggiuntive proprietarie dossenena

Al fine di rendere disponibili funzionalità da remoto sono state sviluppate alcune funzioni aggiuntive proprietarie rispettando la trama MODBUS, con particolari utilizzi.

Funzione 82: RESET differenziale

La funzione permette di comandare un RESET tramite comando seriale. La sintassi del comando è la seguente:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 82dec	CRC (2 BYTE)
------------------------------------	---------------------------------	------------------------

La risposta inviata dallo slave sarà:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 82dec	NUMERO DI BYTE (1 BYTE)	BYTE DEI DATI (4 BYTE)	CRC (2 BYTE)
------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	------------------------

I byte di dati contengono il valore 82dec.

Esempio: Se il master invia al nodo 1 il seguente pacchetto: 01 82 CRC CRC
 Lo slave risponderà col seguente: 01 82 04 00 00 00 82 CRC CRC

Funzione 84: Avvio TEST differenziale

La funzione permette di eseguire il test tramite comando seriale. La sintassi del comando è la seguente:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 84dec	CRC (2 BYTE)
------------------------------------	---------------------------------	------------------------

La risposta inviata dallo slave sarà:

INDIRIZZO SLAVE (1 BYTE)	CODICE FUNZIONE 84dec	NUMERO DI BYTE (1 BYTE)	BYTE DEI DATI (4 BYTE)	CRC (2 BYTE)
------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	------------------------

I byte di dati contengono il valore 84dec.

Esempio: Se il master invia al nodo 1 il seguente pacchetto: 01 84 CRC CRC
 Lo slave risponderà col seguente: 01 84 04 00 00 00 84 CRC CRC