



STRUMENTI DI MISURA

**Mach Smart / Smart Più / Duca47(-72/-96)-SP / Duca-LCD /
Duca-LCD96**

MANUALE PROTOCOLLO MODBUS-RTU

REVISIONI

REV.	VER	DATA	MOTIVO
2	0	17/07/98	Aggiornamento
3	0	01/12/98	Lettura Multivariabile
4	0	18/02/00	Errata corrige
5	0	30/05/00	Nuova mappa memoria
6	0	20/11/00	Comandi 1 e 5
7	0	27/11/01	Nuovi comandi Smart Più
8	0	17/12/02	Nuovo ID Smart 96 Più, ThdF per Smart Più e Smart 96 Più. Diversa gestione delle richieste con memoria che deborda (da V3.03)
9	0	28/11/03	Variazione grandezze ID per Smart Più V3.11 (KVAh)
10	0	17/09/04	Per Smart(96)Più versione V3.12: inseriti nuovi ID strumenti e range fino a 1250 del KA
10 Bis	0	07/07/05	Duca47(-72-SP) – solo modello Duca-72-SP con seriale
10 Tris	0	18/01/07	Aggiunta nota sulla risposta del Duca47(-72-SP) alla funzione 17h “Report slave ID”
11	0	18/05/14	Inseriti aggiornamenti per modelli Duca-LCD96 485
12	0	05/11/14	Integrazione per comandi uscite con allarmi attivi Inseriti aggiornamenti ID e note per modelli Duca-LCD Inserite nella mappa THD e Armoniche di tensione e corrente Aggiornate note relative alle differenze tra formati bit-Signed e Signed utilizzati per le grandezze della mappa
13	0	01/09/17	Inserite le mappe ed i comandi per R5 / R8
14	0	12/11/17	Inserita la mappa floating point per R5 / R8
15	0	22/03/18	Errata corrige
16	0	12/01/22	Modificato il formato del documento Eliminati i contributi dedicati ai regolatori R5 ed R8

Indice

1. TRAMA DI COMUNICAZIONE IN MODALITÀ RTU (REMOTE TERMINAL UNIT).....	4
2. ATTIVAZIONE DEL MODBUS E FUNZIONI DISPONIBILI.....	4
2.1 Funzione 01: “READ OUTPUT STATUS”	6
2.2 Funzione 03 : “READ HOLDING REGISTERS”	7
2.3 Funzione 05 : “FORCE SINGLE COIL”	18
2.4 Funzione 06 : “PRESET SINGLE REGISTER”	19
2.5 Funzione 07: “READ EXCEPTION STATUS”	21
2.6 Funzione 17: “REPORT SLAVE ID”	21
3. ECCEZIONI SUL BUS.....	23
4. CALCOLO DEL CRC	24

1. Trama di comunicazione in modalità RTU (Remote Terminal Unit)

Una trama di comunicazione secondo il protocollo Modbus è così costituita:

T1 T2 T3	Indirizzo (8 bit)	Funzione (8 bit)	Dati (N x 8 bit)	CRC (16 bit)	T1 T2 T3
----------	----------------------	---------------------	---------------------	-----------------	----------

in cui:

- il campo Indirizzo contiene l'indirizzo dello Slave cui il messaggio viene inviato
- il campo Funzione contiene il codice della funzione che deve essere svolta dallo Slave
- il campo Dati contiene l'informazione necessaria allo Slave per svolgere una specifica funzione oppure contiene i dati raccolti dallo Slave in risposta ad una domanda
- il campo CRC consente sia al Master che allo Slave di controllare un messaggio per rilevare eventuali errori di trasmissione. Talvolta, a causa di "rumore" elettrico oppure di altre interferenze, un messaggio può essere alterato durante la trasmissione da un'unità ad un'altra. Il controllo dell'errore assicura che sia il Master che lo Slave non reagiscano a messaggi che hanno subito cambiamenti durante la trasmissione
- la sequenza T1 T2 T3 corrisponde ad un tempo durante il quale non devono essere scambiati dati sul bus di comunicazione, per consentire agli strumenti collegati di riconoscere il termine di una trama e l'inizio della successiva. Questo tempo deve essere di almeno 3 caratteri e 1/2

Nella modalità RTU, la sincronizzazione di trama può essere mantenuta solamente simulando un messaggio sincrono. Il dispositivo ricevente, ad esempio un Mach Smart, misura il tempo che intercorre fra la ricezione di un carattere e la ricezione di quello successivo (ad esempio, fra indirizzo e funzione); se tale tempo supera quello necessario per trasmettere tre caratteri e mezzo allora il messaggio viene considerato perso, ed il prossimo carattere in arrivo viene considerato come l'indirizzo, cioè l'inizio di una nuova trama.

2. Attivazione del Modbus e funzioni disponibili

Per attivare il protocollo MODBUS nel Mach Smart, Smart Più e nel DUCA47-72-96-SP è necessario inserire "1" (0 = DUCBUS, 1 = MODBUS) nell'ultimo campo del Setup indicato da "PROT". Per i modelli Duca-LCD96 e Duca-LCD è necessario entrare nel Setup e impostare "Prot MODBUS" nella pagina "Protocollo" del menu Comunicazione.

Le funzioni MODBUS disponibili sono indicate nella seguente tabella:

Funzioni Modbus	Azione svolta nell'analizzatore
01 = READ OUTPUT STATUS	Consente la lettura dello stato delle uscite di uno

	strumento
03 = READ HOLDING REGISTERS	Consente la lettura dei dati relativi alle Misure e al Setup
05 = FORCE SINGLE COIL	Consente di modificare lo stato di un'uscita
06 = PRESET SINGLE REGISTER	Consente l'impostazione dei parametri di Setup
07 = READ EXCEPTION STATUS	Consente di leggere lo stato dello strumento
17 = REPORT SLAVE I.D.	Consente di identificare il tipo di strumento

NOTA IMPORTANTE CIRCA LE FUNZIONI 3 E 6 CITATE NEL SEGUITO:

Qualora l'utente utilizzi programmi commerciali per la lettura dei dati dagli Slaves e tali programmi siano già predisposti per il trattamento del protocollo Modbus è necessario usare gli indirizzi delle locazioni di memoria riportati nella prima colonna a sinistra delle tabelle relative alle funzioni 3 e 6 illustrate nel seguito.

Qualora, invece, l'utente progetti un proprio programma per rilevare i dati, allora è necessario che diminuisca di un'unità gli indirizzi riportati.

Per esempio: il Master vuole leggere dal Mach Smart con indirizzo 3 il valore della corrente trifase equivalente memorizzata nella locazione il cui indirizzo è 18 (= 12Hex).

La trama di comunicazione dal Master allo Slave, con valori esadecimali, sarà la seguente:

03	03	00	11	00	02	95	EC
----	----	----	----	----	----	----	----

ove:

- 03 = indirizzo del Mach Smart (Slave) n° 03
- 03 = funzione richiesta dal Master, cioè lettura di una locazione di memoria
- 00 11 = indirizzo, diminuito di un'unità (12H - 1H = 11H), della locazione di memoria da leggere e contenente il valore della corrente trifase equivalente
- 00 02 = numero di registri da leggere a partire dall'indirizzo 11H
- 95 EC = CRC

La trama di risposta dallo Slave al Master con valori esadecimali sarà la seguente:

03	03	04	00	00	01	E0	D9	EB
----	----	----	----	----	----	----	----	----

ove:

- 03 = indirizzo del Mach Smart (Slave) n° 03
- 03 = funzione richiesta dal Master, cioè lettura di una locazione di memoria
- 04 = numero di byte di dati che seguono nella trama
- 00 00 01 E0 = valore esadecimale della corrente trifase equivalente (01E0H = 480 centesimi di A = 4.8A)
- D9 EB = CRC

2.1 Funzione 01: “READ OUTPUT STATUS”

La funzione consente di leggere lo stato dell’uscita presente sullo Smart 96, Smart Più, Duca-LCD96 o Duca-LCD; l’uscita viene assimilata ad un “coil”, secondo la terminologia Modbus.

I formati del comando di lettura (inviato dal master allo slave) ed il formato della risposta (inviata dallo slave al master) sono riportati di seguito:

Richiesta di lettura (master):

Addr	Func	Coil Addr Start H	Coil Addr Start L	Number of Coils H	Number of Coils L	CRC	CRC
1Fh	01h	00h	00h	00h	08h	3Eh	72h

Nell’esempio viene richiesta la funzione di lettura **Func = 01** allo slave di indirizzo **Addr = 1Fh**, dal registro di indirizzo di partenza **Coil Addr Start = 0000h** (obbligatorio) per **Number of coils = 08h** (obbligatorio) coil consecutivi. Il comando è terminato dal **CRC = 3E72h**.

Risposta (slave)

Addr	Func	Byte Count	Data Coil Byte 0H	CRC	CRC
1Fh	01h	01h	00h	57h	A0h

I campi della risposta, come si vede in figura sopra, sono: l’indirizzo stesso dello slave **Addr = 1Fh**, la funzione eseguita **Func = 01**, il numero complessivo di byte di dati che seguono **Byte Count = 01h**, il valore dei coil **00h**: il bit corrispondente allo stato dell’uscita dello Smart96 è il 5°, tutti gli altri sono forzati a zero, mentre per lo Smart Più sono il bit 0 e il bit 1 (1° e 2° bit rispettivamente per uscita 1 e uscita 2); per i modelli Duca-LCD e Duca-LCD96 sono il bit 0 e il bit 1 (1° e 2° bit rispettivamente per uscita 1 e uscita 2); inoltre, solo per il modello Duca-LCD96 485-Relè, il bit 2 e il bit 3 sono associati rispettivamente all’uscita 3 e all’uscita 4. La trama di risposta termina con il CRC.

Questa funzione è disponibile sullo Smart 96 dalla versione 1.01 in avanti e sulle versioni di Smart Più modello 2P (con uscite). Il comando non è operativo per Duca47(-72/-96)-SP.

2.2 Funzione 03 : “READ HOLDING REGISTERS”

La funzione consente di leggere una o più grandezze adiacenti in memoria*, ciascuna di queste occupa 2 word; è possibile leggere fino a 12 o 24ⁱⁱⁱ grandezze consecutive. Per quanto riguarda lo Smart Più è possibile leggere anche un Mix di grandezze precedentemente impostato dall'utente (vedere 2.4).

I formati del comando di lettura (inviato dal master allo slave) ed il formato della risposta (inviata dallo slave al master) sono riportati di seguito:

Richiesta di lettura (master):

Addr	Func	Data Start Register H	Data Start Register L	Data # of Regs H	Data # Regs L	CRC	CRC
1Fh	03h	00h	11h	00h	08h	17h	B7h

Nell'esempio viene richiesta la funzione di lettura **Func = 03** allo slave di indirizzo **Addr = 1Fh**, dal registro di indirizzo di partenza **Data Start Register = 0011h** per **Data Regs = 08h** registri consecutivi. Vengono quindi letti tutti i registri dall'indirizzo **0011h** a **0018h**. Il comando è terminato dal **CRC = 17B7h**.

Si sottolinea che l'indirizzo fisico è sempre ottenuto dall'indirizzo della grandezza diminuito di 1 (vedi nota sopra riportata).

Risposta (slave)

Addr	Func	Byte Count	Data Out Reg 0012 H	Data Out Reg 0012 L	Data Out Reg 0018H	Data Out Reg 0018L	CRC	CRC
1Fh	03h	10h	10h	EFh	3Bh	40h	xxh	yyh

I campi della risposta, come si vede in figura sopra, sono: l'indirizzo stesso dello slave rispondente **Addr = 1Fh**, la funzione eseguita **Func = 03**, il numero complessivo di byte di dati che seguono **Byte Count = 10h**, i campi dei registri richiesti.

La trama di risposta termina sempre con il CRC.

Esistono tre casi particolari che si possono verificare nell'utilizzo di questo comando uno riguarda la quantità di memoria richiesta uno riguarda l'inizio del segmento richiesto e il terzo la quantità di word richieste.

In particolare se la quantità di byte richiesti superano l'estensione della memoria del MACH (strumento) verranno inseriti dei valori che indicano che il dato non è valido; ad esempio richiesta di 20 Byte a partire dal quartultimo indirizzo utile una parte della richiesta deborda in una zona di memoria non implementata, la parte di byte eccedenti verrà riempita dal MACH(strumento) con il valore FFh^{iv}, per indicare che i valori di quella cella non sono valori gestiti.

Il secondo caso particolare è invece quando la richiesta parte da un indirizzo non valido cioè quando la richiesta parte da un valore non presente nella seguente tabella, in questo caso lo strumento risponderà con un'eccezione in particolare "02 ILLEGAL DATA ADDRESS" (Vedi Cap 0). Il terzo caso particolare è la richiesta di un numero di word superiore a quello massimo per lo strumento a questo comando esso risponde con un'eccezione in particolare "02 ILLEGAL DATA ADDRESS" (Vedi Cap 0).

* Smart con versioni di firmware precedenti la V1.07: è possibile leggere solo una grandezza (2 word) per volta.

ⁱⁱⁱ SmartPiù, Duca47(-72/-96)-SP, Duca-LCD96 e Duca-LCD: 24 grandezze

^{iv} Da SmartPiù V3.03 in poi; nella V3.00 in questo caso invece si aveva dallo slave la risposta di eccezione.

Mappa della memoria

Nella tabella seguente è indicata la corrispondenza tra l'indirizzo della locazione, il numero di word accessibili a partire da quell'indirizzo, la descrizione della grandezza, l'unità di misura della grandezza e il formato binario.

Premessa sui formati delle grandezze trasmesse:

- **Unsigned Long:** si intende un numero binario di 2 word (32 bit) senza segno
- **bit-Signed Long:** si intende un numero binario di 2 word (32 bit) che se negativo, porta il primo bit MSB a 1. Es: il valore -7 sarà 8000 0007h.
- **Signed Int:** si intende un numero binario di 1 in complemento a 2
- **Unsigned Int:** si intende un numero binario di 1 word (16 bit) senza segno

Ind.	Word	Descrizione Grandezza	Unità	Formato
0002	2	Frequenza	Decimi di Hz	Unsigned Long
0004	2	Tensione Trifase Equivalente	Volt	Unsigned Long
0006	2	Tensione Concatenata (linea 1 – linea 2)	Volt	Unsigned Long
0008	2	Tensione Concatenata (linea 2 – linea 3)	Volt	Unsigned Long
0010	2	Tensione Concatenata (linea 3 – linea 1)	Volt	Unsigned Long
0012	2	Tensione tra Fase e Neutro linea 1	Volt	Unsigned Long
0014	2	Tensione tra Fase e Neutro linea 2	Volt	Unsigned Long
0016	2	Tensione tra Fase e Neutro linea 3	Volt	Unsigned Long
0018	2	Corrente Trifase Equivalente	Centesimi di A	Unsigned Long
0020	2	Corrente Linea 1	Centesimi di A	Unsigned Long
0022	2	Corrente Linea 2	Centesimi di A	Unsigned Long
0024	2	Corrente Linea 3	Centesimi di A	Unsigned Long
0026	2	Fattore di potenza trifase equivalente*	Centesimi	bit-Signed / Unsigned Long ^v
0028	2	Fattore di potenza della linea 1*	Centesimi	bit-Signed Long
0030	2	Fattore di potenza della linea 2*	Centesimi	bit-Signed Long
0032	2	Fattore di potenza della linea 3*	Centesimi	bit-Signed Long
0034	2	Potenza attiva trifase equivalente	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0036	2	Potenza attiva trifase equivalente media	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0038	2	Potenza attiva trifase equivalente massima	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0040	2	Potenza attiva linea 1	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0042	2	Potenza attiva linea 2	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0044	2	Potenza attiva linea 3	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0046	2	Potenza attiva media linea 1	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0048	2	Potenza attiva media linea 2	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0050	2	Potenza attiva media linea 3	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0052	2	Potenza attiva massima linea 1	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0054	2	Potenza attiva massima linea 2	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0056	2	Potenza attiva massima linea 3	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0058	2	Potenza apparente trifase equivalente	VA	Unsigned Long
0060	2	Potenza apparente trifase equivalente media	VA	Unsigned Long

^v Per Smart Più, Duca47(-72/-96)-SP, Duca-LCD e Duca-LCD96 questo valore è di tipo bit-Signed Long

^{vi} Per i modelli Duca-LCD e Duca-LCD96 i valori di potenza attiva possono essere negativi in Cogenerazione

0062	2	Potenza apparente trifase equivalente massima	VA	Unsigned Long
0064	2	Potenza apparente linea 1	VA	Unsigned Long
0066	2	Potenza apparente linea 2	VA	Unsigned Long
0068	2	Potenza apparente linea 3	VA	Unsigned Long
0070	2	Potenza apparente media linea 1	VA	Unsigned Long
0072	2	Potenza apparente media linea 2	VA	Unsigned Long
0074	2	Potenza apparente media linea 3	VA	Unsigned Long
0076	2	Potenza apparente massima linea 1	VA	Unsigned Long
0078	2	Potenza apparente massima linea 2	VA	Unsigned Long
0080	2	Potenza apparente massima linea 3	VA	Unsigned Long
0082	2	Potenza reattiva trifase equivalente	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0084	2	Potenza reattiva trifase equivalente media	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0086	2	Potenza reattiva trifase equivalente massima	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0088	2	Potenza reattiva linea 1	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0090	2	Potenza reattiva linea 2	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0092	2	Potenza reattiva linea 3	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0094	2	Potenza reattiva media linea 1	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0096	2	Potenza reattiva media linea 2	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0098	2	Potenza reattiva media linea 3	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0100	2	Potenza reattiva massima linea 1	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0102	2	Potenza reattiva massima linea 2	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0104	2	Potenza reattiva massima linea 3	VAr	bit-Signed Long ^{vii}
0106	2	Energia attiva trifase equivalente	Decine di Wh	Unsigned Long
0108	2	Energia attiva linea 1	Decine di Wh	Unsigned Long
0110	2	Energia attiva linea 2	Decine di Wh	Unsigned Long
0112	2	Energia attiva linea 3	Decine di Wh	Unsigned Long
0114	2	Energia reattiva/apparente ^{viii} trifase equivalente	Decine di VArh/VAh	Unsigned Long
0116	2	Energia reattiva/apparente ^{viii} linea 1	Decine di VArh/VAh	Unsigned Long
0118	2	Energia reattiva/apparente ^{viii} linea 2	Decine di VArh/VAh	Unsigned Long
0120	2	Energia reattiva/apparente ^{viii} linea 3	Decine di VArh/VAh	Unsigned Long
0122	2	Massimo della potenza attiva media trifase	Watt	bit-Signed Long ^{vi}
0124	2	ThdF di tensione linea 1 (visualizzazione normale) (per Duca-LCD, Duca-LCD96, per Smart Più e Smart 96 Più dalla V3.10 in poi) ^{&}	Centesimi	Unsigned Long
0126	2	ThdF di tensione linea 2 (visualizzazione normale) ^{&} (solo per Duca-LCD e Duca-	Centesimi	Unsigned Long

^{vii} Per i modelli Duca-LCD e Duca-LCD96 i valori di potenza reattiva possono essere negativi (positivi se induttiva, negativi se se capacitiva).

^{viii} Nel Duca47(-72/-96)-SP, nel Duca-LCD e nel Duca-LCD96 viene restituita sempre l'energia reattiva; nello Smart Più e Smart96 Più, versione 3.11 o superiore, viene restituita l'energia apparente nel caso l'impostazione CFG sia 28 33 38, altrimenti la reattiva. Non valido per gli altri strumenti.

		LCD96)		
0128	2	ThdF di tensione linea 3 (visualizzazione normale) & (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Centesimi	Unsigned Long
0130	2	ThdF di corrente linea 1 (visualizzazione normale) (per Duca-LCD, Duca-LCD96, per Smart Più e Smart 96 Più dalla V. 3.10 in poi) &	Centesimi	Unsigned Long
0132	2	ThdF di corrente linea 2 (visualizzazione normale)& (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Centesimi	Unsigned Long
0134	2	ThdF di corrente linea 3 (visualizzazione normale)& (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Centesimi	Unsigned Long
0136	2	Massimo della potenza attiva media linea1 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Watt	bit-Signed Long
0138	2	Massimo della potenza attiva media linea2 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Watt	bit-Signed Long
0140	2	Massimo della potenza attiva media linea3 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Watt	bit-Signed Long
0142	2	Massimo della potenza apparente media trifase (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	VA	Unsigned Long
0144	2	Massimo della potenza apparente media linea1 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	VA	Unsigned Long
0146	2	Massimo della potenza apparente media linea2 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	VA	Unsigned Long
0148	2	Massimo della potenza apparente media linea3 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	VA	Unsigned Long
0150	2	Costante KV ^s	Unità	Unsigned Long
0152	2	Costante KA ^s	Unità	Unsigned Long
0154	2	Tempo di media	Minuti	Unsigned Long
0156	2	Potenza attiva media da ingresso impulsi (CH1) – solo per Duca-LCD e Duca-LCD96 485-IO	Watt	Unsigned Long
0158	2	Potenza reattiva media da ingresso impulsi (CH2) – solo Duca-LCD96 485-IO	VAr	Unsigned Long
0160	2	Energia attiva da ingresso impulsi (CH1) – solo per Duca-LCD e Duca-LCD96 485-IO	Decine di Watth	Unsigned Long
0162	2	Energia reattiva da ingresso impulsi (CH2) – solo per Duca-LCD e Duca-LCD96 485-IO	Decine di VArh	Unsigned Long
0164	2	Soglia corrente per attivazione timer 2 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96) Nota: il valore letto è al netto del valore del KA	Centesimi di A	Unsigned Long
0166	2	Energia apparente trifase (solo per Duca-	Decine di VAh	Unsigned Long

		LCD e Duca-LCD96)		
0168	2	Energia apparente linea 1 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di VAh	Unsigned Long
0170	2	Energia apparente linea 2 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di VAh	Unsigned Long
0172	2	Energia apparente linea 3 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di VAh	Unsigned Long
0174	2	Energia attiva generata trifase (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di Watth	Unsigned Long
0176	2	Energia attiva generata linea 1 (solo per Duca-LCD96)	Decine di Watth	Unsigned Long
0178	2	Energia attiva generata linea 2 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di Watth	Unsigned Long
0180	2	Energia attiva generata linea 3 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di Watth	Unsigned Long
0182	2	Energia reattiva generata trifase (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di Varh	Unsigned Long
0184	2	Energia reattiva generata linea 1 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di Varh	Unsigned Long
0186	2	Energia reattiva generata linea 2 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di Varh	Unsigned Long
0188	2	Energia reattiva generata linea 3 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di Varh	Unsigned Long
0190	2	Energia apparente generata trifase (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di VAh	Unsigned Long
0192	2	Energia apparente generata linea 1 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di VAh	Unsigned Long
0194	2	Energia apparente generata linea 2 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di VAh	Unsigned Long
0196	2	Energia apparente generata linea 3 (solo per Duca-LCD e Duca-LCD96)	Decine di VAh	Unsigned Long
0198	2	Non usata		
0200	2	1° misura impostata nella lista Mix ⁺	Dipende	Long
0202	2	2° misura impostata nella lista Mix ⁺	Dipende	Long
0204	2	3° misura impostata nella lista Mix ⁺	Dipende	Long
0206	2	4° misura impostata nella lista Mix ⁺	Dipende	Long
0208	2	5° misura impostata nella lista Mix ⁺	Dipende	Long
0210	2	6° misura impostata nella lista Mix ⁺	Dipende	Long
0212	2	Distorsione armonica totale (THDI1) di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Long
0214	2	Distorsione armonica totale (THDI2) di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Long
0216	2	Distorsione armonica totale (THDI3) di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Long
0218	2	Distorsione armonica totale (THDV1) di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Long
0220	2	Distorsione armonica totale (THDV2) di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica	Unsigned Long

			fondamentale)	
0222	2	Distorsione armonica totale (THDV3) di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Long
224 ... 999		Non usate	-	-
1000	1	Modulo armonica 0 di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1001	1	Modulo 1 ^a armonica di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1002 ... 1030		Modulo n ^a armonica di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD) ^β	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1031	1	Modulo 31 ^a armonica di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1032 ... 1099		Non usate		
1100	1	Modulo armonica 0 di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1101	1	Modulo 1 ^a armonica di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1102 ... 1130		Modulo n ^a armonica di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD) ^β	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1131	1	Modulo 31 ^a armonica di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1132 ... 1199		Non usate		
1200	1	Modulo armonica 0 di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1201	1	Modulo 1 ^a armonica di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1202 ... 1230		Modulo n ^a armonica di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD) ^β	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1231	1	Modulo 31 ^a armonica di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1232 ... 1299		Non usate		
1300	1	Modulo armonica 0 di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1301	1	Modulo 1 ^a armonica di tensione linea 2	‰	Unsigned Int

		(solo per Duca-LCD)	(millesimi dell'armonica fondamentale)	
1302 ... 1330		Modulo n ^a armonica di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD) ^β	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1331	1	Modulo 31 ^a armonica di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1332 ... 1399		Non usate		
1400	1	Modulo armonica 0 di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1401	1	Modulo 1 ^a armonica di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1402 ... 1430		Modulo n ^a armonica di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD) ^β	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1431	1	Modulo 31 ^a armonica di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1432 ... 1499		Non usate	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1500	1	Modulo armonica 0 di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1501	1	Modulo 1 ^a armonica di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1502 ... 1530	...	Modulo n ^a armonica di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD) ^β	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1531	1	Modulo 31 ^a armonica di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	‰ (millesimi dell'armonica fondamentale)	Unsigned Int
1532 ... 1599		Non usate	-	-
1600	2	Fattore α_{i1} per conversione moduli di corrente linea 1 ^(t) (solo per Duca-LCD)	-	Unsigned Long
1602	2	Fattore α_{v1} per conversione moduli di tensione linea 1 ^(t) (solo per Duca-LCD)	-	Unsigned Long
1604	1	Parte reale 1 ^a armonica di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1605	1	Parte immaginaria 1 ^a armonica di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1606	1	Parte reale 1 ^a armonica di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1607	1	Parte immaginaria 1 ^a armonica di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int

1608 ... 1723		Parti reali e immaginarie n ^a armonica di corrente e tensione linea1 (solo per Duca-LCD) ^β	-	Signed Int
1724	1	Parte reale 31 ^a armonica di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1725	1	Parte immaginaria 31 ^a armonica di corrente linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1726	1	Parte reale 31 ^a armonica di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1727	1	Parte immaginaria 31 ^a armonica di tensione linea 1 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1727 ... 1799		Non usate		
1800	2	Fattore α_{i2} per conversione moduli di corrente linea 2 ^(t) (solo per Duca-LCD)	-	Unsigned Long
1802	2	Fattore α_{v2} per conversione moduli di tensione linea 2 ^(t) (solo per Duca-LCD)	-	Unsigned Long
1804	1	Parte reale 1 ^a armonica di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1805	1	Parte immaginaria 1 ^a armonica di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1806	1	Parte reale 1 ^a armonica di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1807	1	Parte immaginaria 1 ^a armonica di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1808 ... 1923		Parti reali e immaginarie n ^a armonica di corrente e tensione linea2 (solo per Duca-LCD) ^β	-	Signed Int
1924	1	Parte reale 31 ^a armonica di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1925	1	Parte immaginaria 31 ^a armonica di corrente linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1926	1	Parte reale 31 ^a armonica di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1927	1	Parte immaginaria 31 ^a armonica di tensione linea 2 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
1927 ... 1999		Non usate		
2000	2	Fattore α_{i3} per conversione moduli di corrente linea 3 ^(t) (solo per Duca-LCD)	-	Unsigned Long
2002	2	Fattore α_{v3} per conversione moduli di tensione linea 3 ^(t) (solo per Duca-LCD)	-	Unsigned Long
2004	1	Parte reale 1 ^a armonica di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
2005	1	Parte immaginaria 1 ^a armonica di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int

2006	1	Parte reale 1 ^a armonica di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
2007	1	Parte immaginaria 1 ^a armonica di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
2008 ... 2123		Parti reali e immaginarie n ^a armonica di corrente e tensione linea 3 (solo per Duca-LCD) ^β	-	Signed Int
2124	1	Parte reale 31 ^a armonica di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
2125	1	Parte immaginaria 31 ^a armonica di corrente linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
2126	1	Parte reale 31 ^a armonica di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int
2127	1	Parte immaginaria 31 ^a armonica di tensione linea 3 (solo per Duca-LCD)	-	Signed Int

(*) Per quanto riguarda il **fattore di potenza** delle tre linee, si osservi che:

- questi numeri possono essere negativi: l'indicazione del segno risiede nel bit più significativo (il 32°), che vale 0 in caso di fattore di potenza positivo (induttivo), e 1 quando è negativo (capacitivo)
- quando il fattore di potenza non è definito (corrente nulla), viene restituito il valore "2" (200 centesimi) ad indicare questa particolare condizione

(+) Per quanto riguarda il **MIX di misure** si osservi che:

- è disponibile solo nella versione SMART Più / SMART 96 Più, da V303 in poi. Funzione assente negli altri strumenti.
- se non impostato o dopo un reset globale dello strumento, vengono inserite di default le prime 6 grandezze della tabella (Frequenza, Tensione equivalente trifase, ecc.)

(&) Per quanto riguarda il valore del **ThdF** di corrente e tensione si ricordi che:

- il ThdF rappresenta il fattore di cresta normalizzato di tensione e corrente
- è disponibile solo nella versione SMART Più e SMART 96 Più dalla V. 3.10 in poi, e nei Duca-LCD96
- se lo strumento SmartPiù/Smart96Più è configurato come PAR si risponde alla richiesta di tali grandezze come se non esistessero
- le memorie 126, 128 e 132, 134 sono riservate per i ThdF – visualizzazione normale delle fasi L2 e L3, hanno significato solo per i modelli Duca-LCD96 in quanto lo Smart Più e lo Smart 96 Più gestiscono solo i ThdF della fase L1
- anche se viene impostata nello strumento la visualizzazione % (percentuale) del ThdF, alla richiesta del valore corrispondente a 124÷134, viene sempre restituito il ThdF – visualizzazione normale
- nel caso il ThdF non sia calcolabile lo strumento restituisce due word uguali a FFFFh corrispondenti ad un dato non valido

(§) Per gli strumenti Duca-LCD e Duca-LCD96 la lettura di KA (o KV) restituisce il valore del rapporto tra valore di corrente (o tensione) di primario e valore di corrente (o tensione) di secondario impostate nello strumento. Se, per esempio, nel menu di Setup dello strumento è stato impostato per il rapporto di trasformazione amperometrico il valore '100/5' allora il comando Modbus di lettura di tale parametro restituisce il valore 20.

(β) Formule di ottenimento degli indirizzi dei registri delle armoniche

Per ottenere l'indirizzo del registro del modulo dell'n-ma armonica della corrente di fase k applicare

$$ADDR(Hi_{kn}) = 1000 + 100 * (k - 1) + n \quad \text{con } n = 0, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

Per ottenere l'indirizzo del registro del modulo dell'n-ma armonica della tensione di fase k applicare

$$ADDR(Hv_{kn}) = 1300 + 100 * (k - 1) + n \quad \text{con } n = 0, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

Per ottenere l'indirizzo del registro della parte reale e della parte immaginaria dell'n-ma armonica della corrente di fase k applicare

$$ADDR[Re(Hi_{kn})] = 1604 + 200 * (k - 1) + 4 * n \quad \text{con } n = 0, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

$$ADDR[Im(Hi_{kn})] = 1605 + 200 * (k - 1) + 4 * n \quad \text{con } n = 0, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

Per ottenere l'indirizzo del registro della parte reale dell'n-ma armonica della corrente di fase k applicare

$$ADDR[Re(Hv_{kn})] = 1606 + 200 * (k - 1) + 4 * n \quad \text{con } n = 0, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

$$ADDR[Im(Hv_{kn})] = 1607 + 200 * (k - 1) + 4 * n \quad \text{con } n = 0, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

Esempio lettura blocco Mix di 6 grandezze:

Addr	Func	Start Register H	Start Register L	Num. Data H	Num. Data L	CRC	CRC
1Fh	03h	00h	C7h	00h	0Ch	F7h	8Ch

Nell'esempio si imposta una lettura di numero 12 byte a partire dall'indirizzo 200 (diminuito di 1 quindi 199).

Nota: Dato non valido = FFFFh.

Esempio lettura armonica:

Addr	Func	Start Register H	Start Register L	Num. Data H	Num. Data L	CRC	CRC
1Fh	03h	04h	BCh	00h	02h	07h	61h

Nell'esempio si imposta la lettura del modulo della 7a armonica della corrente di linea 2: lettura di 2 byte a partire dall'indirizzo 1213 (diminuito di 1 quindi 1212 = 0x04BC).

Nota: Dato non valido per grandezze Moduli e THD: FFFFh – dato non valido per grandezze parti reali e immaginarie: 7FFFh. Il valore dei THD, dei moduli e delle parti reali e immaginarie delle armoniche di corrente e tensione saranno invalidi se la frequenza è diversa da 50Hz o 60Hz e se il segnale di ingresso è minore di 20 VRMS (per le tensioni L-N) o 0,3 ARMS (per le correnti)

(£) **Fattori di conversione moduli delle armoniche di corrente e tensione**

Per calcolare i moduli delle armoniche di corrente e tensione utilizzare la seguente formula di conversione che include i fattori di conversione α_i e α_v (uno per ogni fase) che permettono di ottenere i valori espressi rispettivamente in Ampere (A) e Volt (V):

$$|Hi_{kn}| = \frac{\sqrt{(\text{Re } i_{kn}^2 + \text{Im } i_{kn}^2)} * \alpha_{i_k}}{\sqrt{2} * 2^8 * 10^5} \text{ [A]} \quad \text{con } n = 2, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

$|Hi_{kn}|$ = modulo della n-esima armonica della corrente di linea k

$\text{Re } i_{kn}$ = parte reale della n-esima armonica della corrente di linea k

$\text{Im } i_{kn}$ = parte immaginaria della n-esima armonica della corrente di linea k

α_{i_k} = fattore di conversione di corrente di linea k

$$|Hv_{kn}| = \frac{\sqrt{(\text{Re } v_{kn}^2 + \text{Im } v_{kn}^2)} * \alpha_{v_k}}{\sqrt{2} * 2^8 * 10^3} \text{ [V]} \quad \text{con } n = 2, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

$|Hv_{kn}|$ = modulo della n-esima armonica della tensione di linea k

$\text{Re } v_{kn}$ = parte reale della n-esima armonica della tensione di linea k

$\text{Im } v_{kn}$ = parte immaginaria della n-esima armonica della tensione di linea k

α_{v_k} = fattore di conversione di tensione di linea k

Il moduli delle armoniche in millesimi (‰) della fondamentale sono calcolati applicando:

$$Hi_{kn} (\text{‰}) = \frac{|Hi_{kn}|}{|Hi_{k1}|} * 1000 \quad \text{con } n = 2, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

$$Hv_{kn} (\text{‰}) = \frac{|Hv_{kn}|}{|Hv_{k1}|} * 1000 \quad \text{con } n = 2, \dots, 31 \text{ e } k = 1, 2, 3$$

Le distorsioni armoniche (THDI e THDV) in millesimi (‰) della fondamentale sono calcolate applicando:

$$THDI_k (\text{‰}) = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N |Hi_{kn}|^2}}{|Hi_{k1}|} * 1000 \quad \text{con } k = 1, 2, 3 \text{ e } N=21 \text{ o } 31 \text{ (vedi Nota1)}$$

$$THDV_k (\text{‰}) = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N |Hv_{kn}|^2}}{|Hv_{k1}|} * 1000 \quad \text{con } k = 1, 2, 3 \text{ e } N=21 \text{ o } 31 \text{ (vedi Nota1)}$$

Nota1: il numero totale di armoniche N con cui vengono calcolati i valori di THD è impostabile da menu di Setup dello strumento

2.3 Funzione 05 : “FORCE SINGLE COIL”

La funzione consente di impostare lo stato dell'uscita presente su Duca-LCD96, Duca-LCD, sullo Smart96 e Smart Più; l'uscita viene assimilata ad un “coil”, secondo la terminologia Modbus. Il valore da inserire in “Coil Number” è l'uscita (N-1) e quindi: per Duca-LCD, Duca-LCD96 e Smart Più uscita 1 e 2 rispettivamente 00h e 01h; per lo Smart 96 uscita 5 il valore è 04h; solo per Duca-LCD96 485-RELE uscita 3 o 4 rispettivamente 02h e 03h.

I formati del comando di lettura (inviato dal master allo slave) ed il formato della risposta (inviata dallo slave al master) sono riportati di seguito:

Richiesta di scrittura (master):

Addr	Func	Coil Num. H	Coil Num. L	Coil Status H	Coil Status L	CRC	CRC
1Fh	05h	00h	04h	FFh	00h	CEh	45h

Nell'esempio viene inviata la richiesta di programmazione dell'uscita dello Smart96 (uscita n.5) a 1: viene quindi spedito il comando di scrittura **Func = 05** allo slave di indirizzo **Addr = 1Fh**, con **Coil Number = 00 04h** (n-1). Il valore di **Coil Status** può essere:

- per forzare l'uscita a 1: **FF 00h**
- per forzare l'uscita a 0: **00 00h**

Il CRC **CE45H** chiude la trama.

Risposta (slave)

Addr	Func	Coil Num. H	Coil Num. L	Coil Status H	Coil Status L	CRC	CRC
1Fh	05h	00h	04h	FFh	00h	CEh	45h

Se la richiesta viene trasmessa in modo corretto la risposta è identica alla trama di richiesta, altrimenti viene segnalata l'eccezione nel secondo byte (che diventa **85h**).

Questa funzione è disponibile sullo Smart 96 dalla versione 1.01 in avanti, sullo SmartPiù modello con uscite (modello “2P”) e sugli strumenti Duca-LCD e Duca-LCD96.

Nota: se l'allarme è attivo non è possibile resettare l'uscita; il comando risponde comunque la trama di conferma; se l'uscita è impostata a impulsi o assente viene segnalata l'eccezione.

2.4 Funzione 06 : “PRESET SINGLE REGISTER”

Tale funzione consente di impostare i parametri di Setup dello strumento.

Ind.	N° Word	Descrizione Grandezza	Min.	Max.	Formato
0002	1	Rapporto (KV) trasformatore TV esterno	1	500 ^{ix}	Unsigned int.
0004	1	Rapporto (KA) trasformatore TA esterno	1	1250 ^x	Unsigned int
0006	1	Tempo di elaborazione delle medie	1	60	Unsigned int.
0008	1	Reset del MACH, con le seguenti modalità ^{xi} : a) se il valore è 5 si azzerano le potenze medie e massime b) se il valore è 10 si azzerano le potenze medie, le massime e le energie	-	-	Unsigned int.
0014	1	Indirizzo dell'analizzatore	1	247	Unsigned int.
0016	1	Abilita (se il dato = 0) oppure disabilita (se il dato = 1) la tastiera ovvero il menu di configurazione ^{xii}	-	-	Unsigned int.
0018	1	Indirizzo 1° valore della lista Mix ^{xiii}	0002	154	Unsigned int
0020	1	Indirizzo 2° valore della lista Mix ^{xiii}	0002	154	Unsigned int
0022	1	Indirizzo 3° valore della lista Mix ^{xiii}	0002	154	Unsigned int
0024	1	Indirizzo 4° valore della lista Mix ^{xiii}	0002	154	Unsigned int
0026	1	Indirizzo 5° valore della lista Mix ^{xiii}	0002	154	Unsigned int
0028	1	Indirizzo 6° valore della lista Mix ^{xiii}	0002	154	Unsigned int
0150	1	Rapporto (KV) trasformatore TV esterno	1	500 ^{ix}	Unsigned int
0152	1	Rapporto (KA) trasformatore TA esterno	1	1250 ^x	Unsigned int
0154	1	Tempo di elaborazione delle medie	1	60	Unsigned int

N.B.: gli indirizzi di scrittura 150, 152 e 154 hanno la stessa funzione degli indirizzi 2, 4, e 6 rispettivamente, e tra l'indirizzo “basso” e l'indirizzo “alto” non esiste nessuna differenza funzionale. Gli indirizzi alti sono disponibili per gli Smart 96 versione 1.0 e successive, e per i Mach Smart versione 1.11 e successive, Duca 47(-72)-SP e Duca-LCD96.

Per lo Smart Più è stata introdotta la possibilità di configurare una tabella inserendo per ogni riga la misura che si desidera. Questa operazione consente, tramite una lettura contigua della memoria, di scaricare con un solo comando il Mix di grandezze che abbiamo impostato (ind. 18 - 28).

^{ix} 400 per Mach Smart. Per i Duca-LCD e Duca-LCD96 il valore massimo impostabile è 600, e il comando imposta nello strumento il valore della tensione del secondario a 100V e il valore della tensione del primario a KV*100V.

^x SmartPiù dalla versione di firmware V3.12 in poi. Nelle versioni precedenti e per gli altri strumenti il limite massimo del rapporto di trasformazione TA era di 1000. Per i Duca-LCD e Duca-LCD96 il valore massimo impostabile è 2000, e il comando imposta nello strumento il valore della corrente del secondario a 5A e il valore della corrente del primario a KA*5A

^{xi} Volutamente manca la gestione del Reset 15 perché forzando il setup di default imposterebbe il "Protocollo Ducati" rendendo indisponibile lo strumento sul bus.

^{xii} Assente nel Duca47(-72/-96)-SP, nei Duca-LCD e nei Duca-LCD96.

^{xiii} Questi valori sono disponibili solo per Smart Più. Se non impostato o dopo un reset globale dello strumento, vengono inserite di default le prime 6 grandezze della tabella (Frequenza, Tensione equivalente trifase, ecc.).

Formato del frame:

Addr	Func 06	Register H	Register L	DATA H	DATA L	CRC	CRC
------	------------	---------------	---------------	-----------	-----------	-----	-----

Esempio 1:

Addr	Func	Register H	Register L	DATA H	DATA L	CRC	CRC
1Fh	06h	00h	11h	00h	6Ah	5Ah	5Eh

Nell'esempio si imposta sul Mach 31 tramite la funzione 6, il primo indirizzo della tabella Mix (0018) con il valore dell'Energia attiva trifase (0106).

Nota: l'indirizzo di impostazione viene diminuito di uno ($0018-1 = 0017$), mentre il dato indicante l'indirizzo della grandezza, deve restare uguale (0106).

Esempio 2:

Addr	Func	Register H	Register L	DATA H	DATA L	CRC	CRC
1Fh	06h	00h	0Fh	00h	01h	7Bh	B7h

Nell'esempio si attiva sul Mach 31, il bloccaggio del setup da tastiera (dato = 0001) tramite la funzione 06 all'indirizzo 0016 (che va diminuito di 1 quindi sarà 0015).

2.5 Funzione 07: “READ EXCEPTION STATUS”

Tale funzione consente di leggere lo stato dello strumento. Restituisce un byte nel quale i singoli bit hanno il seguente significato:

Bit	Significato
0	Indica che lo strumento ha subito almeno un Reset HW dall'ultima lettura di tale registro
1	Non utilizzato
2	Non utilizzato
3	Non utilizzato
4	Non utilizzato
5	Non utilizzato
6	Non utilizzato
7	Indica che lo strumento ha il menù di Setup attivo

2.6 Funzione 17: “REPORT SLAVE ID”

Tale funzione consente di leggere il tipo di strumento e la versione del firmware installato.

Richiesta di lettura (master):

Addr	Func	CRC	CRC
02h	11h	C0h	DCh

Nell'esempio viene inviata la richiesta dell'ID **Func = 11h** allo slave di indirizzo **Addr = 02h**, il CRC **C0DCh** chiude la trama.

Risposta (slave) – caso 1

Addr	Func	Len	Inst. type	///	///	Fw rel.	CRC	CRC
02h	11h	04h	09h	FFh	00h	C8h	F8h	7Bh

Vengono restituiti **Len = 04h** byte di risposta, che contengono il tipo di strumento **Inst. type = 09h**, e la versione del firmware **Fw rel. = C8h (200)**: questo campo va diviso per 100 (V2.00).

Nel caso invece in cui la release del Firmware sia superiore alla 2.55 il campo Fw rel. viene riempito con 00 mentre i due campi precedentemente non utilizzati riportano la Release:

Risposta (slave) – caso 2

Addr	Func	Len	Inst. type	Fw rel. H	Fw rel. L	///	CRC	CRC
02h	11h	04h	15h	01h	2Ch	00h	h	h

Fw rel. 012Ch = V 3.00

NOTA: il **DUCA47** con seriale e impulsi (Inst. Type = 80), i Duca-LCD96 e i Duca-LCD rispondono sempre come da **caso 2**, anche se la release del Firmware è < 2.55.

Inst. type	Tipo di strumento
09	Mach Smart trifase da 5A
10	Mach Smart trifase da 50A
11	Mach Smart trifase DARK da 5A
12	Mach Smart trifase DARK da 50A
13	Mach Smart monofase da 5A
14	Mach Smart monofase da 50A
15	Mach Smart 96
16	Mach Smart monofase-5A- DARK a 230/240Vac
20	Smart Più 5A
21	Smart Più 5A con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
22	Smart Più 5A KVAh ^{xiv}
23	Smart Più 5A KVAh ^{xiv} + 2 Uscite allarmi o impulsi
25	Smart 96 Più 5A
26	Smart 96 Più 5A con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
27	Smart96 Più 5A KVAh ^{xiv}
28	Smart96 Più 5A KVAh ^{xiv} + 2 Uscite allarmi o impulsi
29	Smart Più 1A
30	Smart Più 1A con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
31	Smart Più 50A
32	Smart Più 50A con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
33	Smart96 Più 1A
34	Smart96 Più 1A con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
35	Smart96 Più 50A
36	Smart96 Più 50A con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
55	DUCA-LCD96 BASE-485
57	DUCA-LCD96 485
58	DUCA-LCD96 485-RELE
59	DUCA-LCD96 485-IO
60	Smart Più 1A KVAh ^{xiv}
61	Smart Più 1A KVAh ^{xiv} con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
62	Smart Più 50A KVAh ^{xiv}
63	Smart Più 50A KVAh ^{xiv} con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
64	Smart96 Più 1A KVAh ^{xiv}
65	Smart96 Più 1A KVAh ^{xiv} con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
66	Smart96 Più 50A KVAh ^{xiv}
67	Smart96 Più 50A KVAh ^{xiv} con 2 Uscite allarmi o impulsi (modello 2P)
76	DUCA-LCD 485
77	DUCA-LCD 485-ETH

^{xiv} Si ottiene questa risposta se uno Smart Più o uno Smart96 Più V3.11 o superiore è settato con CFG = 28, 33, 38. Si guardi il manuale utente per maggiori dettagli.

80	Duca 47 con seriale e impulsi
----	-------------------------------

3. Eccezioni sul Bus

Di seguito viene riportata la tabella delle eccezioni gestite per errori di accesso al bus.

Eccezione	Descrizione
01 ILLEGAL FUNCTION	E' stata richiesta una funzione non supportata
02 ILLEGAL DATA ADDRESS	E' stato richiesto un indirizzo illegale
03 ILLEGAL DATA VALUE	E' stato inviato un valore di setup illegale

4. Calcolo del CRC

Il CRC utilizzato nel Modbus segue lo standard CRC-16 definito dal CCITT. Sono disponibili diversi algoritmi per il calcolo, di seguito ne viene riportato uno, in C, che utilizza una look-up table.

```

/*      CRC-16 (reverse) table lookup for Modbus CRC-16
 *      Project:      Modbus
 *      Author:      Lynn August Linse, based on method used by XMODEM
 *      16Feb94 LAL Create from book about XMODEM
 */
word crc16_rev_table[256] =
{
    0x0000, 0xC0C1, 0xC181, 0x0140, 0xC301, 0x03C0, 0x0280, 0xC241,
    0xC601, 0x06C0, 0x0780, 0xC741, 0x0500, 0xC5C1, 0xC481, 0x0440,
    0xCC01, 0x0CC0, 0x0D80, 0xCD41, 0x0F00, 0xCFC1, 0xCE81, 0x0E40,
    0x0A00, 0xCAC1, 0xCB81, 0x0B40, 0xC901, 0x09C0, 0x0880, 0xC841,
    0xD801, 0x18C0, 0x1980, 0xD941, 0x1B00, 0xDBC1, 0xDA81, 0x1A40,
    0x1E00, 0xDEC1, 0xDF81, 0x1F40, 0xDD01, 0x1DC0, 0x1C80, 0xDC41,
    0x1400, 0xD4C1, 0xD581, 0x1540, 0xD701, 0x17C0, 0x1680, 0xD641,
    0xD201, 0x12C0, 0x1380, 0xD341, 0x1100, 0xD1C1, 0xD081, 0x1040,
    0xF001, 0x30C0, 0x3180, 0xF141, 0x3300, 0xF3C1, 0xF281, 0x3240,
    0x3600, 0xF6C1, 0xF781, 0x3740, 0xF501, 0x35C0, 0x3480, 0xF441,
    0x3C00, 0xFCC1, 0xFD81, 0x3D40, 0xFF01, 0x3FC0, 0x3E80, 0xFE41,
    0xFA01, 0x3AC0, 0x3B80, 0xFB41, 0x3900, 0xF9C1, 0xF881, 0x3840,
    0x2800, 0xE8C1, 0xE981, 0x2940, 0xEB01, 0x2BC0, 0x2A80, 0xEA41,
    0xEE01, 0x2EC0, 0x2F80, 0xEF41, 0x2D00, 0xEDC1, 0xEC81, 0x2C40,
    0xE401, 0x24C0, 0x2580, 0xE541, 0x2700, 0xE7C1, 0xE681, 0x2640,
    0x2200, 0xE2C1, 0xE381, 0x2340, 0xE101, 0x21C0, 0x2080, 0xE041,
    0xA001, 0x60C0, 0x6180, 0xA141, 0x6300, 0xA3C1, 0xA281, 0x6240,
    0x6600, 0xA6C1, 0xA781, 0x6740, 0xA501, 0x65C0, 0x6480, 0xA441,
    0x6C00, 0xACC1, 0xAD81, 0x6D40, 0xAF01, 0x6FC0, 0x6E80, 0xAE41,
    0xAA01, 0x6AC0, 0x6B80, 0xAB41, 0x6900, 0xA9C1, 0xA881, 0x6840,
    0x7800, 0xB8C1, 0xB981, 0x7940, 0xBB01, 0x7BC0, 0x7A80, 0xBA41,
    0xBE01, 0x7EC0, 0x7F80, 0xBF41, 0x7D00, 0xBDC1, 0xBC81, 0x7C40,
    0xB401, 0x74C0, 0x7580, 0xB541, 0x7700, 0xB7C1, 0xB681, 0x7640,
    0x7200, 0xB2C1, 0xB381, 0x7340, 0xB101, 0x71C0, 0x7080, 0xB041,
    0x5000, 0x90C1, 0x9181, 0x5140, 0x9301, 0x53C0, 0x5280, 0x9241,
    0x9601, 0x56C0, 0x5780, 0x9741, 0x5500, 0x95C1, 0x9481, 0x5440,
    0x9C01, 0x5CC0, 0x5D80, 0x9D41, 0x5F00, 0x9FC1, 0x9E81, 0x5E40,
    0x5A00, 0x9AC1, 0x9B81, 0x5B40, 0x9901, 0x99C0, 0x9880, 0x9841,
    0x8801, 0x48C0, 0x4980, 0x8941, 0x4B00, 0x8BC1, 0x8A81, 0x4A40,
    0x4E00, 0x8EC1, 0x8F81, 0x4F40, 0x8D01, 0x4DC0, 0x4C80, 0x8C41,
    0x4400, 0x84C1, 0x8581, 0x4540, 0x8701, 0x47C0, 0x4680, 0x8641,
    0x8201, 0x42C0, 0x4380, 0x8341, 0x4100, 0x81C1, 0x8081, 0x4040};

unsigned fast_crc16( unsigned char *ucpBuf, int nSize){
    register word x; register word crc;      int i;
    crc = 0xFFFF; /* start with all 1's for a reverse CRC */
    for( i = 0; i < nSize; ++i) {
        /* process each character in the message - 2 steps per char only! */
        x = crc ^ ucpBuf[i];
        crc = (crc >> 8) ^ crc16_rev_table[x & 0x00FF];
    }
    return( crc);
}

```