

1. CARATTERISTICHE TECNICHE

Gli strumenti FRER sono dotati di un'interfaccia seriale isolata (opzionale) per trasferire dati da e verso PC, PLC, ed altri sistemi di supervisione, secondo lo standard RS-485 (ANSI/TIA/EIA-485-A-98 R2003).

Il formato dei dati utilizzato è il seguente:

Baud-rate: 9600 o 19200 (o 38400 e 57600 su alcuni modelli) bps (programmabile, default 9600)
Lunghezza dei dati: 8 bits
Parità: none o even o odd (programmabile, default none)
Stop bits: 1 con parità even o odd, 2 con parità none (o programmabile su alcuni modelli)

1. TECHNICAL DATA

FRER instruments are equipped, to transfer data to and from a PC, PLC and other supervision systems, with an (optional) insulated serial interface according to RS-485 standard (ANSI/TIA/EIA-485-A-98 R2003).

The data format used is the following:

*Baud-rate: 9600 or 19200 (or 38400 and 57600 on some models) bps (programmable, default 9600)
Data length: 8 bits
Parity: none or even or odd (programmable, default none)
Stop bits: 1 with even or odd parity, 2 with parity none (or programmable on some models)*

2. CABLAGGIO DELLA LINEA

2.1 E' di fondamentale importanza, per un suo buon funzionamento, eseguire un cablaggio corretto della linea RS485 e di tutti i dispositivi ad essa collegati.

2.1.1 Utilizzare un cavo di buona qualità adatto per una linea RS485, possibilmente 24 AWG schermato e con due conduttori intrecciati (tipo BELDEN 9841 o similare).

Nota: L'interfaccia RS485 degli strumenti FRER è completamente isolata e flottante, e non necessita quindi del collegamento di massa.

2.1.2 Collegare tutti i dispositivi in cascata (tipo entra-esce) senza effettuare derivazioni dalla linea principale.

Nota: Assicurare la continuità dello schermo tra uno spezzone di cavo e quello successivo.

2.1.3 Terminare la linea ad entrambe le estremità con una resistenza uguale all'impedenza caratteristica del cavo utilizzato (di solito 120 Ohm 1/4 W)

Nota: Frequentemente il Master (PLC o sistema di acquisizione) dispone internamente della resistenza di terminazione che può essere inserita tramite dip switch o ponticelli, oppure tramite una configurazione software del modulo di comunicazione (consultare il produttore del PLC o del sistema di acquisizione).

2.1.4 Collegare lo schermo a massa ad una sola estremità della linea.

2.2 Polarizzazione della linea

Quando sulla linea RS485 non è in corso uno scambio dati, solitamente tutti i dispositivi ad essa collegati (incluso il Master) hanno il loro transceiver commutato in ricezione; in questa condizione occorre che la linea sia polarizzata per assicurare che la linea stessa si trovi in uno stato definito e riconoscibile dai ricevitori.

Tale stato è verificato se, in assenza di comunicazione, si misura una differenza di potenziale tra i fili A(+) e B(-) superiore a +200mV.

Frequentemente il Master (PLC o sistema di acquisizione) dispone internamente della polarizzazione della linea, che può essere attivata tramite dip switch o ponticelli, oppure tramite una configurazione software del modulo di comunicazione (consultare il produttore del PLC o del sistema di acquisizione).

Se questo non fosse vero, occorre aggiungere la polarizzazione ad una delle due estremità della linea in questo modo:

2.2.1 Rimuovere la resistenza di terminazione originale e sostituirla con una da 133 Ohm 1/4 W

2.2.2 Collegare una resistenza da 619 Ohm 1/4 W tra il filo A(+) ed una sorgente di alimentazione a +5 V d.c.

10	14/12/17	Inserita la baud-rate 57600 e QUBO96 / Added the baud-rate 57600 and QUBO96	E. Palazzi	A. Miori
9	07/11/14	Aggiunto registro di stato / Status register added	E. Palazzi	A. Miori
8	16/05/14	Nuovi registri per Q72 e Q72C3L / New registers for Q72 and Q72C3L	E. Palazzi	A. Miori
7	24/05/14	Le variabili Ah+ e Ah- sono stati spostate dai registri 285-286 e 321-322 ai registri 417÷420; sono state create le nuove variabili Ah multiplier, Q max Sys e Q avg Sys nei registri 421÷426 / The variables Ah+ and Ah- was shifted from registers 285-286 and 321-322 to 417÷420; it was created the new variables Ah multiplier, Q max Sys and Q avg Sys in the registers 421÷426.	E. Palazzi	A. Miori
Rev.	Data / Date	Descrizione / Description	Preparata / Prepared	Approvata / Approved

Nota: La sorgente di alimentazione deve essere isolata e flottante.

- 2.2.3 Collegare una resistenza da 619 Ohm 1/4 W tra il filo B(-) e la massa della sopra citata sorgente di alimentazione.
- 2.2.4 Verificare che, in assenza di comunicazione, si misuri una differenza di potenziale tra i fili A(+) e B(-) superiore a +200mV.

Nota: I valori di resistenza sopra citati sono validi per un cavo con impedenza caratteristica di 120 Ohm e per una sorgente di alimentazione di +5 V.

Nota: Frequentemente, in ambienti elettromagneticamente poco disturbati, anche con un cablaggio eseguito in modo sommario ed in mancanza delle corrette terminazioni e polarizzazione della linea, la comunicazione funziona apparentemente senza problemi.

Questo non deve indurre a trascurare la necessità di realizzare il cablaggio in modo corretto, incluse le terminazioni e la polarizzazione: solo in questo modo è possibile ottenere una linea di comunicazione robusta ed affidabile.

2.3 Denominazione dei morsetti

Allo stato attuale esistono due modi per denominare i due fili della linea RS485:

Secondo lo standard EIA-485: A(-) e B(+).

Secondo la convenzione di molti produttori di transceiver (tra i quali Texas Instruments, Maxim, Intersil): A(+) e B(-).

I segni (+) e (-) indicano quale dei due conduttori deve avere un potenziale maggiore rispetto all'altro quando la linea è inattiva (idle).

FRER ha adottato, nella denominazione dei morsetti sui propri strumenti, la seconda opzione: A(+) e B(-).

Questo perchè, pur non essendo aderente alla norma EIA-485, è la denominazione maggiormente diffusa in ambito industriale.

In caso si riscontrassero problemi nello stabilire la comunicazione, una delle prime prove da effettuare è l'inversione dei due fili A e B: questo non comporta alcun pericolo di danneggiamento nè per i trasmettitori nè per i ricevitori.

2. WIRING OF THE LINE

- 2.1 *It is of fundamental importance, for its proper operation, to perform a correct wiring of the RS485 line and of all devices connected to it.*

- 2.1.1 *Use a good quality cable, suitable for a 485 line, preferably 24 AWG, shielded, twisted pair type (Belden 9841 or similar).*

Note: The RS485 interface of FRER instruments is completely isolated and floating, and therefore does not requires the ground connection.

- 2.1.2 *Connect all the devices in cascade (such as in-out) without making stubs from the main line.*

Note: Ensure the continuity of the screen between a piece of wire and the next.

- 2.1.3 *Terminate the line at both ends with a resistance equal to the characteristic impedance of the cable used (typically 120 ohm 1/4 W)*

Note: Frequently the master (PLC or data acquisition system) has internal terminating resistor that can be inserted via dip switches or jumpers, or through a software configuration of the communication module (consult the manufacturer of the PC or the acquisition system).

- 2.1.4 *Connect the shield to ground at one end only of the line.*

2.2 Polarization of the line

When on the RS485 line is not in progress a data exchange, usually all the devices connected to it (including the Master) have their transceiver switched to reception; in this condition it is necessary that the line is polarized to ensure that the line itself is in a defined state recognizable by the receivers.

This state is verified when, in the absence of communication, it is possible to measure a potential difference between the wires A(+) and B(-) greater than +200 mV.

Frequently the master (PLC or data acquisition system) is equipped internally with the polarization of the line, which can be activated via dip switches or jumpers, or through a software configuration of the communication module (consult the manufacturer of the PC or the acquisition system).

If this were not true, it is necessary to add the polarization to one of the two ends of the line in this way:

- 2.2.1 *Remove the original terminating resistor and replace it with a 133 ohm 1/4 W*

- 2.2.2 *Connect a resistor of 619 ohm 1/4 W between the wire A(+) and a dc power source of +5 V*

Note: The power source must be isolated and floating.

2.2.3 Connect a resistor of 619 ohm 1/4 W between the wire B(-) and the ground of the above-mentioned power source.

2.2.4 Verify that, in the absence of communication, it is possible to measure a potential difference between the wires A (+) and B (-) greater than +200 mV.

Note: The over mentioned resistors values are valid for a cable with a characteristic impedance of 120 ohms and a power source of +5 V.

Note: Frequently, in environments with small electromagnetic disturbances, the communication may appear to function smoothly, even with a poor wiring, and also in the absence of the proper termination and polarization of the line.

This should not lead to neglect the need of performing a correct wiring, including termination and polarization: this is the only way to get a robust and reliable communication line.

2.3 Terminals naming

At present there are two ways to name the two wires of the RS485:

According to the EIA-485 standard: A(-) and B(+).

According to many manufacturers of transceivers (including Texas Instruments, Maxim, Intersil): A(+) and B(-).

The signs (+) and (-) indicate which of the two conductors must have a greater potential than the other when the line is idle.

FRER adopted, for the designation of the terminals on its instruments, the second option: A(+) and B(-).

This is because, while not adhering to the EIA-485 standard, it is the denomination most widely used in the industrial field.

If you are having problems establishing communication, one of the first tests to be done is the inversion of the two wires A and B: it does not involve any danger of damage to either the transmitters or receivers.

3. PROTOCOLLO MODBUS

Il protocollo usato è il ModBus, in modalità RTU.

Le funzioni supportate sono:	03	Read holding registers
	08	Diagnostics, solo Sotto-funzione 00, Return query data
	16 (10 Hex)	Preset multiple holding registers

Gli strumenti agiscono come “slaves”; il loro indirizzo logico può essere programmato da 1 a 247.

Nelle operazioni di scrittura, i dispositivi possono essere indirizzati anche con l'indirizzo broadcast (00h); in questo caso tutti i dispositivi connessi al bus verranno scritti e nessuno di loro invierà una risposta.

Temporizzazione:

Minimo intervallo tra la fine di una risposta e l'inizio della richiesta successiva (verso lo stesso dispositivo): 150 ms.

Minimo intervallo tra la fine di una risposta e l'inizio della richiesta successiva (verso un dispositivo differente): 15 ms.

Minimo time-out alla risposta (da impostare sul master): 500 ms.

Le exception responses supportate sono:

01	Illegal function	(funzione non supportata o scrittura non abilitata)
02	Illegal data address	(l'indirizzo dei dati ricevuto non è valido)
03	Illegal data value	(il valore dei dati ricevuto non è valido)

3. MODBUS PROTOCOL

The used protocol is the ModBus, in RTU mode

<i>The supported functions are:</i>	03	<i>Read holding registers</i>
	08	<i>Diagnostics, Sub-function 00 only, Return query data</i>
	16 (10 Hex)	<i>Preset multiple holding registers</i>

The instruments act as “slaves”; their logic address can be set from 1 to 247.

In writing operations, the devices can be also addressed with the broadcast address (00h); in this case all the devices connected to the bus will be written and none of them will send a response.

Timing:

*Minimum interval between the end of a response and the beginning of the next query (to the same device): 150ms.
Minimum interval between the end of a response and the beginning of the next query (to a different device): 15ms.
Minimum response time-out (to be set on the master): 500ms.*

The supported exception responses are:

- | | | |
|----|-----------------------------|--|
| 01 | <i>Illegal function</i> | <i>(function not supported or writing not enabled)</i> |
| 02 | <i>Illegal data address</i> | <i>(the received data address is invalid)</i> |
| 03 | <i>Illegal data value</i> | <i>(the received data value is invalid)</i> |

4. TABELLA REGISTRI

La seguente tabella contiene le variabili disponibili e gli indirizzi dei registri dove sono allocate.

I registri segnati con "R" sono di sola lettura, quelli segnati con "R/W" sono registri di lettura e scrittura.

Tutte le misure sono espresse in valori reali (primari): i rapporti dei TA e dei TV sono già inclusi.

Alcune variabili sono contenute in due registri. Questi due registri devono sempre essere letti o scritti insieme usando la funzione 03 "Read Holding registers" o 16 (10 hex) "Preset multiple holding registers"; leggere o scrivere un numero dispari di registri, o un numero pari di registri ma a cavallo di una coppia non è permesso e genera una exception response 02 "Illegal data address".

Nelle operazioni di lettura, utilizzando la funzione 03 "Read Holding registers", il numero massimo di registri che possono essere richiesti in una singola query è 124 (38 nel caso del Q15/96B4W).

La richiesta di più di 124 (38) registri in una singola query genera una exception response 03 "Illegal data value".

Le operazioni di scrittura devono essere precedute dalla scrittura del valore 0000 00A5h nei registri Write enable (40513 e 40514). La scrittura rimane abilitata fino a quando viene modificato tale valore o fino a quando lo strumento viene spento.

Le operazioni di scrittura eseguite mentre i registri Write enable non contengono il valore corretto generano una exception response 01 "Illegal function".

Il formato dei dati è:

- long (intero a 32 bits), big-endian, per le variabili contenute in due registri;
- word (intero a 16 bits), per le variabili contenute in un registro.

Le variabili che possono assumere un valore negativo sono espresse in "complemento a 2".

I registri delle variabili non disponibili per un modello specifico contengono un valore pari a zero.

Per le versioni monofase i registri disponibili sono quelli di sistema (Sys) o, in mancanza di questi, quelli della fase 1 (L1)

I dati della distorsione armonica totale THD (contenuti nei registri dal 40307 al 40318) e quelli delle singole armoniche (contenuti nei registri dal 41281 al 41792) sono espressi o come % del valore nominale, o come % del valore RMS o come % del valore della fondamentale, secondo come impostato nel menu di programmazione dello strumento.

Quando si leggono i valori delle energie (kWh+, kVArh+, kWh-, kVArh-, Partial kWh+), devono essere letti anche i registri del moltiplicatore delle energie (40287 e 40288).

Quindi il contenuto dei registri delle energie deve essere moltiplicato per il moltiplicatore delle energie, al fine di ottenere i valori di energia corretti (espressi in Wh o VArh).

Il valore del moltiplicatore delle energie è regolato automaticamente dagli strumenti quando i valori primari dei TA e dei TV vengono impostati, e non cambia più fino a quando non vengono nuovamente modificati

Si tratta di una sorta di auto-range per accogliere i valori di energia (che possono variare da pochi kWh o kVArh a molti GWh o GVArh, a seconda dei valori primari dei TA e dei TV) in numeri a 32 bit (due registri).

4. REGISTERS TABLE

The following table contains the available variables and the addresses of the registers where they are allocated.

Registers marked with "R" are read only, those marked with "R/W" are read and write registers.

All the measurements are expressed in real (primary) values: the CT's and VT's ratios are already included.

Some variables use two registers; when reading or writing these values, both registers must be read or written together using the function 03 "Read Holding registers" or 16 (10 hex) "Preset multiple holding registers"; Reading or writing an odd number of registers, or an even number of registers but across a couple is not allowed and generates an exception response 02 "Illegal data address".

In reading operations, using the function 03 "Read holding registers", the maximum number of registers that can be requested in a single query is 124 (38 for Q15/96B4W).

Requesting more than 124 (38) registers in a single query generates an exception response 03 "illegal data value"

Writing operations must be preceded by writing the value 0000 00A5h in the Write enable registers (40513 and 40514). Writing remains enabled until this value is changed or the instrument is switched off.

Writing operations performed when the content of the Write enable registers is incorrect generate an exception response 01 "Illegal function"

Data format is:

- long (32 bits integer), big-endian, for the variables using two registers;
- word (16 bits integer), for the variables using one register.

Variables which could be negative are expressed in "two's complement".

The registers of the variables not available for a specific model contain a value equal to zero.

The registers available for the single-phase versions are the system ones (Sys) or, in their absence, those of the phase1 (L1).

Registers from 40307 to 40318 (containing data of total harmonic distortion THD) and from 41281 to 41792 (containing data of individual harmonics) are expressed or as % of nominal value, or as % of RMS value, or as % of the fundamental value, according to the mode set in the programming menu of the instrument.

When reading the energy values (kWh+, kVArh+, kWh-, kVArh-, Partial kWh+), the Energy multiplier registers (40287 and 40288) must also be read.

Then the content of the energy registers must be multiplied by the Energy multiplier in order to get the correct energy values (expressed in Wh or VArh).

The Energy multiplier value is automatically adjusted by the meter when the primary values of the CT's and VT's are set, and will not change anymore as long as they are not changed again.

This is a sort of auto-scale to accommodate the energy values (which can vary from few kWh or kVArh to many GWh or GVArh according to the VT's and CT's primary values) in 32 bit numbers (two registers).

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	R/W	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	O52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	O52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
40001	0000	RESERVED															
...	...																
40256	00FF																
40257	0100	V L1-N	1mV	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40258	0101						☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40259	0102	V L2-N	1mV	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40260	0103						☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40261	0104	V L3-N	1mV	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40262	0105						☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40263	0106						☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40264	0107	V L1-L2	1mV	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	RW	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
40265	0108	V L2-L3	1mV	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40266	0109																
40267	010A	V L3-L1	1mV	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40268	010B																
40269	010C	I L1	1mA	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40270	010D																
40271	010E	I L2	1mA	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40272	010F																
40273	0110	I L3	1mA	R			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40274	0111																
40275	0112	F	1mHz	R	L1		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40276	0113																
40277	0114	P Sys	1W	R	P L1 + P L2 + P L3	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
40278	0115	(P for C/Q15/96UCL and Q52/72/96C3L)															
40279	0116	Q Sys	1VAr	R	Q L1 + Q L2 + Q L3	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40280	0117																
40281	0118	P.F. Sys	0.001	R	P Sys / S Sys		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40282	0119																
40283	011A	kWh+ Sys	1Wh	R/W		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
40284	011B																
40285	011C	kVArh+ Sys	1VArh	R/W		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40286	011D																
40287	011E	Energy multiplier	1	R		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
40288	011F																
40289	0120	V L-L Sys	1mV	R	(V L1-L2 + V L2-L3 + V L3-L1) / 3						☺	☺	☺		☺	☺	
40290	0121																
40291	0122	V L-N Sys	1mV	R	(V L1-N + V L2-N + V L3-N) / 3							☺		☺	☺	☺	☺
40292	0123	(V for C/Q15/96UCL and Q52/72/96C3L)															
40293	0124	I Sys	1mA	R	(I L1 + I L2 + I L3) / 3						☺	☺		☺	☺	☺	☺
40294	0125	(I for C/Q15/96UCL and Q52/72/96C3L)															
40295	0126	Delta V L-L	%	R	(V LL max - V LL min) / V LL med							☺				☺	
40296	0127																
40297	0128	Delta V L-N	%	R	(V LN max - V LN min) / V LN med							☺				☺	
40298	0129																
40299	012A	Delta I	%	R	(I L max - I L min) / I L med							☺				☺	
40300	012B																
40301	012C	I Neutral	1mA	R	Vector sum I L1 + I L2 + I L3				☺	☺		☺			☺	☺	
40302	012D																
40303	012E	Cos Phi Sys	0.001	R	P Sys / S Sys (Fundamentals)				☺	☺		☺			☺	☺	
40304	012F																
40305	0130	P.F. Avg Sys	0.001	R	kWh+ / kVAh+				☺	☺		☺					
40306	0131																
40307	0132	THD V L1	0.1 %	R	% Nom. or RMS or Fundamental				☺	☺		☺			☺	☺	
40308	0133																
40309	0134	THD V L2	0.1 %	R	% Nom. or RMS or Fundamental				☺	☺		☺			☺	☺	
40310	0135																
40311	0136	THD V L3	0.1 %	R	% Nom. or RMS or Fundamental				☺	☺		☺			☺	☺	
40312	0137																
40313	0138	THD I L1	0.1 %	R	% Nom. or RMS or Fundamental				☺	☺		☺			☺	☺	
40314	0139																
40315	013A	THD I L2	0.1 %	R	% Nom. or RMS or Fundamental				☺	☺		☺			☺	☺	

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	R/W	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
40316	013B																
40317	013C	THD I L3	0.1 %	R	% Nom. or RMS or Fundamental				☺	☺		☺				☺	☺
40318	013D																
40319	013E	kWh- Sys	1Wh	R/W		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	☺	☺
40320	013F																
40321	0140	kVArh- Sys	1VArh	R/W		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺				☺	☺
40322	0141																
40323	0142	S Sys	1VA	R	S L1 + S L2 + S L3		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40324	0143																
40325	0144	P L1	1W	R				☺		☺	☺	☺	☺			☺	☺
40326	0145																
40327	0146	P L2	1W	R				☺		☺	☺	☺	☺			☺	☺
40328	0147																
40329	0148	P L3	1W	R				☺		☺	☺	☺	☺			☺	☺
40330	0149																
40331	014A	Q L1	1VAr	R				☺		☺	☺	☺	☺			☺	☺
40332	014B																
40333	014C	Q L2	1VAr	R				☺		☺	☺	☺	☺			☺	☺
40334	014D																
40335	014E	Q L3	1VAr	R				☺		☺	☺	☺	☺			☺	☺
40336	014F																
40337	0150	S L1	1VA	R	V L1 rms x I L1 rms			☺		☺	☺	☺				☺	☺
40338	0151																
40339	0152	S L2	1VA	R	V L2 rms x I L2 rms			☺		☺	☺	☺				☺	☺
40340	0153																
40341	0154	S L3	1VA	R	V L3 rms x I L3 rms			☺		☺	☺	☺				☺	☺
40342	0155																
40343	0156	P.F. L1	0.001	R	P L1 / S L1	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40344	0157																
40345	0158	P.F. L2	0.001	R	P L2 / S L2	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40346	0159																
40347	015A	P.F. L3	0.001	R	P L3 / S L3	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40348	015B																
40349	015C	Cos Phi L1	0.001	R	P L1 / S L1 (Fundamentals)				☺	☺		☺				☺	☺
40350	015D																
40351	015E	Cos Phi L2	0.001	R	P L2 / S L2 (Fundamentals)				☺	☺		☺				☺	☺
40352	015F																
40353	0160	Cos Phi L3	0.001	R	P L3 / S L3 (Fundamentals)				☺	☺		☺				☺	☺
40354	0161																
40355	0162	P max Sys	1W	R/W		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺
40356	0163																
40357	0164	P avg Sys	1W	R/W	Moving average	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	☺	☺
40358	0165																
40359	0166	I max L1 (I max Sys for Q52/72/96C3L)	1mA	R/W			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40360	0167																
40361	0168	I max L2	1mA	R/W			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40362	0169																
40363	016A	I max L3	1mA	R/W			☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40364	016B																
40365	016C	I avg L1 (I avg Sys for Q52/72/96C3L)	1mA	R/W	Moving average		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺			☺	☺
40366	016D																

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	RW	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
40367	016E	I avg L2	1mA	R/W	Moving average		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40368	016F						☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40369	0170	I avg L3	1mA	R/W	Moving average		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40370	0171						☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺		☺	☺	
40371	0172	THDa V L1	1mV	R	Absolute value				☺	☺		☺					
40372	0173								☺	☺		☺					
40373	0174	THDa V L2	1mV	R	Absolute value				☺	☺		☺					
40374	0175								☺	☺		☺					
40375	0176	THDa V L3	1mV	R	Absolute value				☺	☺		☺					
40376	0177								☺	☺		☺					
40377	0178	THDa I L1	1mA	R	Absolute value				☺	☺		☺					
40378	0179								☺	☺		☺					
40379	017A	THDa I L2	1mA	R	Absolute value				☺	☺		☺					
40380	017B								☺	☺		☺					
40381	017C	THDa I L3	1mA	R	Absolute value				☺	☺		☺					
40382	017D								☺	☺		☺					
40383	017E	Phases sequence	123/132	R	123 = Correct				☺	☺		☺				☺	
40384	017F								☺	☺		☺				☺	
40385	0180	Total hours run	0.1h	R/W					☺	☺	☺	☺	☺				
40386	0181								☺	☺	☺	☺	☺				
40387	0182	Partial hours run	0.1h	R/W									☺			☺	☺
40388	0183												☺			☺	☺
40389	0184	Hours to maintenance	0.1h	R/W	Stops at 0								☺				
40390	0185												☺				
40391	0186	Temperature	0.1°C	R	Internal switchboard								☺			☺	☺
40392	0187												☺			☺	☺
40393	0188	Crest Factor V L1	0.001	R					☺	☺		☺					
40394	0189								☺	☺		☺					
40395	018A	Crest Factor V L2	0.001	R					☺	☺		☺					
40396	018B								☺	☺		☺					
40397	018C	Crest Factor V L3	0.001	R					☺	☺		☺					
40398	018D								☺	☺		☺					
40399	018E	Crest Factor I L1	0.001	R					☺	☺		☺					
40400	018F								☺	☺		☺					
40401	0190	Crest Factor I L2	0.001	R					☺	☺		☺					
40402	0191								☺	☺		☺					
40403	0192	Crest Factor I L3	0.001	R					☺	☺		☺					
40404	0193								☺	☺		☺					
40405	0194	Pase Angle Sys	0.001 deg.	R											☺		
40406	0195														☺		
40407	0196	Phase Angle L1	0.001 deg.	R											☺		
40408	0197														☺		
40409	0198	Phase Angle L2	0.001 deg.	R											☺		
40410	0199														☺		
40411	019A	Phase Angle L3	0.001 deg.	R											☺		
40412	019B														☺		
40413	019C	Partial kWh+ Sys	1Wh	R/W												☺	☺
40414	019D															☺	☺
40415	019E	User Register	1	R/W												☺	☺
40416	019F															☺	☺
40417	01A0	Ah+	1mAh	R/W										☺			☺

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	R/W	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52... (NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
40418	01A1																
40419	01A2	Ah-	1mAh	R/W													
40420	01A3															☺	
40421	01A4	Ah Multiplier	1	R													
40422	01A5															☺	
40423	01A6	Q max Sys	1var	R/W													
40424	01A7																
40425	01A8	Q avg Sys	1var	R/W	Moving average												
40426	01A9																
40427	01AA	Status	---	R	LSB = 0: Contact open LSB = 1: Contact closed												
40428	01AB																
40429	01AC																
...	...	RESERVED FOR FUTURE ADDITIONAL VARIABLES															
40512	01FF																
40513	0200	WRITE ENABLE		R/W	0000 00A5 = Enabled	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
40514	0201																
40515	0202	DEVICE LOGIC ADDRESS		R/W		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
40516	0203																
40517	0204																
...	...	SYSTEM DATA AND SETTINGS (MODEL SPECIFIC)															
40768	02FF																
40769	0300																
...	...	RESERVED															
41024	03FF																
41025	0400																
...	...	RESERVED FOR FUTURE ADDITIONAL VARIABLES															
41280	04FF																
41281	0500	H1 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41282	0501	H1 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41283	0502	H1 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41284	0503	H2 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41285	0504	H2 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41286	0505	H2 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41287	0506	H3 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41288	0507	H3 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41289	0508	H3 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41290	0509	H4 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41291	050A	H4 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41292	050B	H4 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41293	050C	H5 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41294	050D	H5 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41295	050E	H5 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41296	050F	H6 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41297	0510	H6 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41298	0511	H6 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41299	0512	H7 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41300	0513	H7 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41301	0514	H7 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41302	0515	H8 V L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41303	0516	H8 V L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41304	0517	H8 V L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	RW	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
41305	0518	H9 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41306	0519	H9 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41307	051A	H9 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41308	051B	H10 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41309	051C	H10 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41310	051D	H10 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41311	051E	H11 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41312	051F	H11 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41313	0520	H11 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41314	0521	H12 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41315	0522	H12 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41316	0523	H12 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41317	0524	H13 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41318	0525	H13 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41319	0526	H13 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41320	0527	H14 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41321	0528	H14 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41322	0529	H14 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41323	052A	H15 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41324	052B	H15 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41325	052C	H15 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41326	052D	H16 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41327	052E	H16 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41328	052F	H16 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41329	0530	H17 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41330	0531	H17 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41331	0532	H17 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41332	0533	H18 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41333	0534	H18 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41334	0535	H18 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41335	0536	H19 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41336	0537	H19 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41337	0538	H19 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41338	0539	H20 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41339	053A	H20 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41340	053B	H20 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41341	053C	H21 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41342	053D	H21 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41343	053E	H21 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41344	053F	H22 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41345	0540	H22 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41346	0541	H22 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41347	0542	H23 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41348	0543	H23 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41349	0544	H23 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41350	0545	H24 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41351	0546	H24 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41352	0547	H24 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41353	0548	H25 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41354	0549	H25 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41355	054A	H25 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	RW	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
41356	054B	H26 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41357	054C	H26 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41358	054D	H26 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41359	054E	H27 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41360	054F	H27 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41361	0550	H27 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41362	0551	H28 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41363	0552	H28 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41364	0553	H28 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41365	0554	H29 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41366	0555	H29 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41367	0556	H29 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41368	0557	H30 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41369	0558	H30 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41370	0559	H30 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41371	055A	H31 V L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41372	055B	H31 V L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41373	055C	H31 V L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41374	055D	RESERVED FOR FUTURE ADDITIONAL VARIABLES															
...	...																
41536	05FF																
41537	0600	H1 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41538	0601	H1 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41539	0602	H1 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41540	0603	H2 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41541	0604	H2 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41542	0605	H2 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41543	0606	H3 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41544	0607	H3 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41545	0608	H3 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41546	0609	H4 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41547	060A	H4 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41548	060B	H4 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41549	060C	H5 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41550	060D	H5 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41551	060E	H5 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41552	060F	H6 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41553	0610	H6 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41554	0611	H6 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41555	0612	H7 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41556	0613	H7 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41557	0614	H7 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41558	0615	H8 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41559	0616	H8 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41560	0617	H8 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41561	0618	H9 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41562	0619	H9 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41563	061A	H9 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41564	061B	H10 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41565	061C	H10 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41566	061D	H10 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					

REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	RW	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
41567	061E	H11 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41568	061F	H11 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41569	0620	H11 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41570	0621	H12 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41571	0622	H12 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41572	0623	H12 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41573	0624	H13 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41574	0625	H13 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41575	0626	H13 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41576	0627	H14 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41577	0628	H14 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41578	0629	H14 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41579	062A	H15 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41580	062B	H15 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41581	062C	H15 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41582	062D	H16 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41583	062E	H16 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41584	062F	H16 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41585	0630	H17 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41586	0631	H17 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41587	0632	H17 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41588	0633	H18 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41589	0634	H18 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41590	0635	H18 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41591	0636	H19 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41592	0637	H19 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41593	0638	H19 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41594	0639	H20 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41595	063A	H20 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41596	063B	H20 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41597	063C	H21 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41598	063D	H21 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41599	063E	H21 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41600	063F	H22 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41601	0640	H22 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41602	0641	H22 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41603	0642	H23 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41604	0643	H23 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41605	0644	H23 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41606	0645	H24 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41607	0646	H24 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41608	0647	H24 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41609	0648	H25 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41610	0649	H25 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41611	064A	H25 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41612	064B	H26 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41613	064C	H26 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41614	064D	H26 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41615	064E	H27 I L1	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41616	064F	H27 I L2	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					
41617	0650	H27 I L3	0.1 %	R					⊗	⊗		⊗					



REGISTER	ADDRESS (HEX)	VARIABLE	UNIT	R/W	NOTES	C 15/96...L	Q 15/96 E2/U2 / MCUU	MCU	Q 15 U2H	MCUH	Q 96 U4L	Q 96 U4H	Q 15/96 B4W	C/Q 15/96 UCL	MCOU... / MC2U...	Q52...(NaNo) / Q72/96 (Qubo) / M52H	Q52C3L (NaNo dc)-Q72/96C3L (Qubo dc)
41618	0651	H28 I L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41619	0652	H28 I L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41620	0653	H28 I L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41621	0654	H29 I L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41622	0655	H29 I L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41623	0656	H29 I L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41624	0657	H30 I L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41625	0658	H30 I L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41626	0659	H30 I L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41627	065A	H31 I L1	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41628	065B	H31 I L2	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41629	065C	H31 I L3	0.1 %	R					☺	☺		☺					
41630	065D																
...	...	RESERVED FOR FUTURE ADDITIONAL VARIABLES															
41792	06FF																