

STRUMENTAZIONE ELETTRONICA PROFESSIONALE
PROFESSIONAL ELECTRONIC INSTRUMENTS



RHM 232/2 – 60A

MISURA DELLA TEMPERATURA DEGLI AVVOLGIMENTI DI CARICHI IN ALTERNATA

La misura delle temperature degli avvolgimenti di un motore o di altre macchine elettriche (trasformatori, bobine di telerruttori ecc.), è sempre più necessaria in fase di progettazione per un corretto dimensionamento degli stessi in relazione alle condizioni di funzionamento e presenta una serie di difficoltà dipendenti dal metodo di misura attuato.

Per misurare il riscaldamento degli avvolgimenti di un motore, i metodi principalmente in uso sono quello con termocoppia (metodo diretto) e quello della resistenza con milliohmetro in continua (metodo indiretto).

Il metodo della termocoppia ha il vantaggio di poter monitorare con continuità la temperatura degli avvolgimenti del motore e consente di verificare il punto di intervento di un eventuale protettore termico inserito sul motore.

Si hanno però diversi inconvenienti; il principale è la necessità di dover inserire la termocoppia a diretto contatto degli avvolgimenti; questo comporta una costruzione apposita del motore, inoltre la misura della temperatura dipende fortemente dal punto in cui viene inserita la termocoppia.

Il secondo metodo consiste nel controllare le variazioni di resistenza del materiale in prova (rame, alluminio, ecc.) per effetto del riscaldamento e, conoscendone il relativo coefficiente termico, risalire alla temperatura.

La formula normalmente usata, anche in relazione a specifiche normative, è la seguente per temperature in gradi centigradi:

$$\Delta t = \frac{(R_2 - R_1)}{R_1} (\alpha + t_1) - (t_2 - t_1)$$

con R2 = resistenza a fine test
 R1 = resistenza inizio test
 t2 = temperatura ambiente fine test
 t1 = temperatura ambiente inizio test
 Δt = sovratemperatura rispetto all'ambiente
 α = coefficiente di temperatura (234.5 per il rame)

La misura si esegue con un milliohmetro o con un ponte ad intervalli regolari disconnettendo dall'alimentazione il carico in prova per poter procedere alla lettura della resistenza degli avvolgimenti. Si ha così una misura di temperatura precisa perchè riguarda tutto l'avvolgimento interessato.

Con questa metodologia, assai macchinosa, non si può monitorare in modo continuo la resistenza degli avvolgimenti su un motore in condizioni operative e il fatto di dover disconnettere l'alimentazione comporta l'alterazione della misura della variazione della temperatura in funzione del tempo: questo inconveniente è dovuto al raffreddamento del motore durante l'acquisizione della misura di resistenza e non consente di poter verificare il punto di intervento di un eventuale protettore termico a causa della impossibilità di eseguire misure di resistenza dopo l'intervento del protettore stesso.

Il **RESISTANCE METER RS232** è uno strumento che dà la possibilità di leggere la resistenza sia con una misura a due fili che a quattro (misura compensata) di un carico in funzionamento, semplificando enormemente e rendendo più precisa la misura stessa.

GENERALITA'

Il **RESISTANCE METER RS232** è uno strumento che consente di misurare, durante il funzionamento, la resistenza degli avvolgimenti di statore di un motore monofase o trifase, o di un altro carico in alternata (ad esempio trasformatori o resistenze).

Il **RESISTANCE METER RS232** permette di misurare la resistenza del carico durante il funzionamento dello stesso permettendo così di misurare e tenere sotto controllo la variazione di temperatura di un motore o di qualsiasi altro carico.

Il **RESISTANCE METER RS232** comunica con un qualsiasi calcolatore tramite una porta seriale standard; inoltre ha la possibilità di essere indirizzabile, ciò consente di poter collegare in parallelo sulla stessa porta seriale fino a dieci **RESISTANCE METER RS232** senza alcun costo aggiuntivo di eventuali schede di espansione. Il settaggio dell'indirizzo dello strumento avviene tramite il commutatore rotativo posteriore; è inoltre da notare che l'uscita seriale è isolata otticamente dallo strumento stesso garantendo così una elevata sicurezza di funzionamento.

Il **RESISTANCE METER RS232** oltre alla misura della resistenza del carico consente contemporaneamente anche la misura della tensione applicata al carico e della temperatura ambiente tramite una apposita sonda.

Tramite la porta seriale si possono settare tutti i vari comandi dello strumento: portate, delay, bypass, lettura della grandezza interessata.

Le portate di resistenza comandabili sono quattro: 2Ω , 20Ω , 200Ω , 2000Ω .

Con il comando DELAY è possibile scegliere il tempo di risposta del **RESISTANCE METER RS232**, adattandolo alle diverse esigenze, diminuendo le perturbazioni alla misura causate da carichi pulsanti quali ad esempio i motori per compressore.

Con il comando BYPASS si collega direttamente il carico alla rete di alimentazione bypassando cioè lo strumento stesso, consentendo così di operare con carichi con corrente di spunto superiore alla nominale.

La risoluzione delle grandezze in uscita è molto elevata e varia da 4095 punti a 2000 punti relativamente alla grandezza stessa.

Il valore di resistenza viene trasmesso con una risoluzione di 12 bit (4095 punti) riferita al fondo scala; il valore di tensione viene trasmesso anch'esso con una risoluzione di 12 bit riferita ad un fondo scala di 500 volt; la temperatura ambiente viene invece trasmessa con un risoluzione di 2000 punti su di un range di temperatura di 0÷50 gradi centigradi.

Il **RESISTANCE METER RS232** permette inoltre la misura a 4 fili della resistenza del carico, il che permette di poter eseguire la misura su carichi distanti dallo strumento senza che questa ne venga falsata. Questo tipo di misura necessita solamente di due ulteriori collegamenti di piccola sezione; nel caso di errato collegamento dei morsetti di SENSE (inversioni degli stessi) lo strumento è internamente protetto ed inoltre lo strumento segnala l'errato collegamento.

Nel caso non sia richiesta una elevata precisione nella misura i morsetti di SENSE possono essere cortocircuitati con i corrispondenti morsetti di INJECTION.

Le varie versioni si differenziano principalmente per il limite massimo di corrente ammessa nel carico (20 Aeff. oppure 60 Aeff.), per il numero di canali di lettura (singolo o doppio) e per la diversa realizzazione (portatile e a cassette EURO RACK).

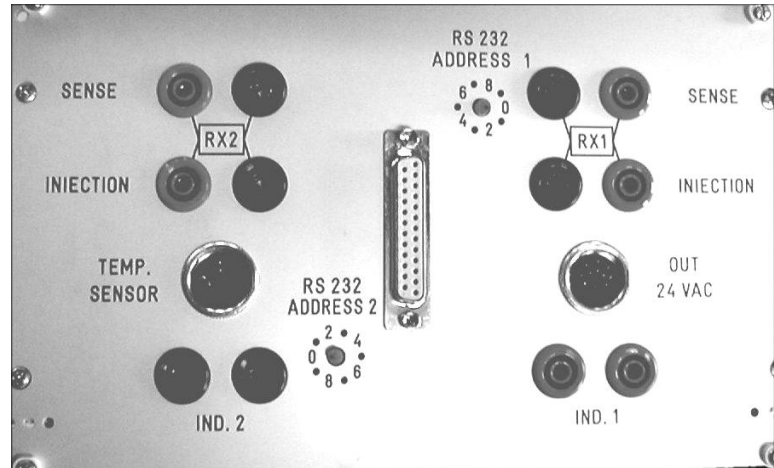
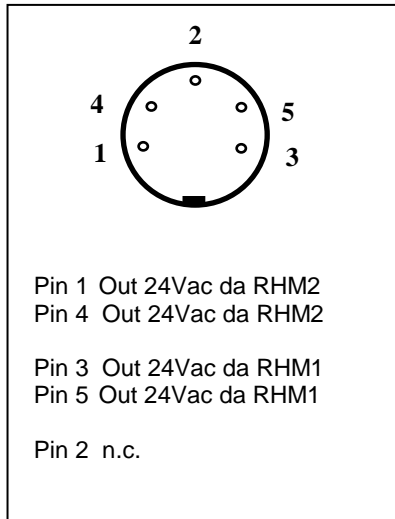
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il **RESISTANCE METER RS232** si basa essenzialmente sul principio tipico dei misuratori di resistenza, e cioè, sulla iniezione di corrente sul carico da misurare. La misura di resistenza viene effettuata tramite il rapporto raziometrico tra la tensione sul carico, depurata dalla componente alternata di alimentazione, e la componente continua della corrente iniettata sul carico.

Per impedire che la corrente iniettata entri in rete, sono presenti nello strumento dei condensatori elettrolitici di elevata capacità e qualità. L'elevata capacità dei condensatori consente di minimizzare la caduta di tensione su di essi con elevati assorbimenti di corrente, in tal maniera la tensione sul carico non differisce apprezzabilmente da quella di rete.

CARATTERISTICHE GENERALI

- Protocollo di trasmissione:** 1 bit start.
8 bit dati.
parità dispari (even).
1 bit stop.
velocità 4800 BAUD
(a richiesta 300,600,1200 BAUD).
nessuna linea di controllo (handshake)
- Limiti di misura:** 500V eff. monofase o trifase.
- Misura di resistenza:** 2 Ω , 20 Ω , 200 Ω , 2000 Ω ; precisione 0.5% f.s.; risoluzione 12 bit (0.025%).
- Misura di tensione:** 500V eff.f.s.; precisione 0.5% f.s.(vero valore efficace); risoluzione 12 bit (0.025%).
- Misura di temperatura:** 0÷50°C; linearità 0.05°C (con sonda linearizzata); precisione 0.5°C (errore costante dovuto alla sonda ed eventualmente correggibile).
- Isolamento:** 2000V dc 60 sec.
- Corrente continua iniettata:** 100mA 2 ohm f.s.
100mA 20 ohm f.s.
10mA 200 ohm f.s.
1mA 2000 ohm f.s.

CASSETTO DI MISURA RM232/2

L'uscita 24Vac pin1-4 va connessa ai relativi pin1-4 del DIN5P del POWER BOX
L'uscita 24Vac pin 3-5 va connessa ai relativi pin 3-5 del DIN5P del POWER BOX

Fig. 1. Frontale del cassetto di misura e numerazione connettore 5 POLI "OUT 24 AC"

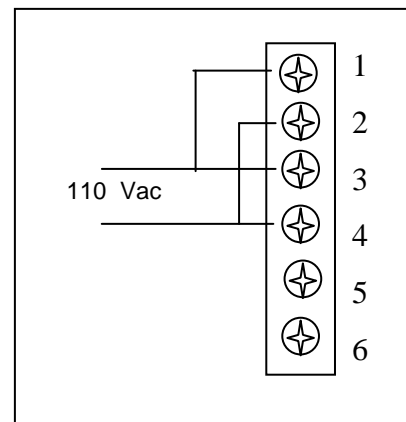
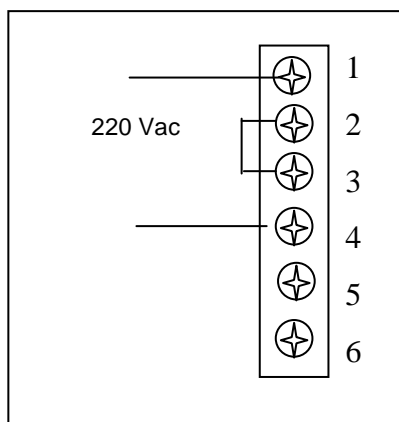
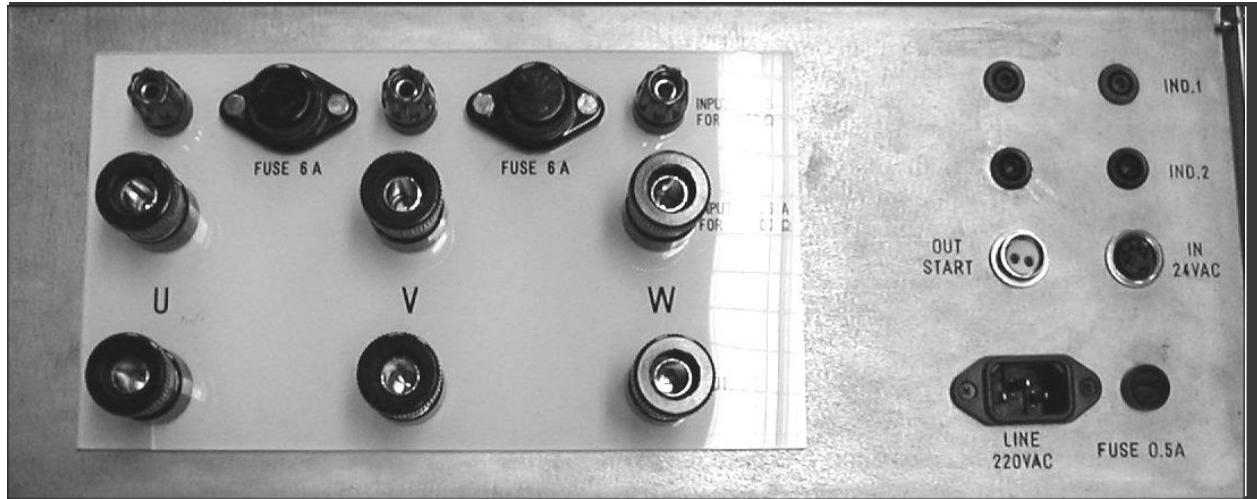


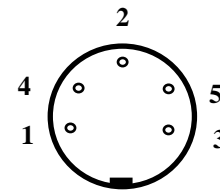
Fig. 2. Retro cassetto di misura con alimentazione a 220 Vac e 110 Vac

POWER BOX RM232/2

Pin 1 Input 24Vac da RHM2
Pin 4 Input 24Vac da RHM2

Pin 3 Input 24Vac da RHM1
Pin 5 Input 24Vac da RHM1

Pin 2 n.c.

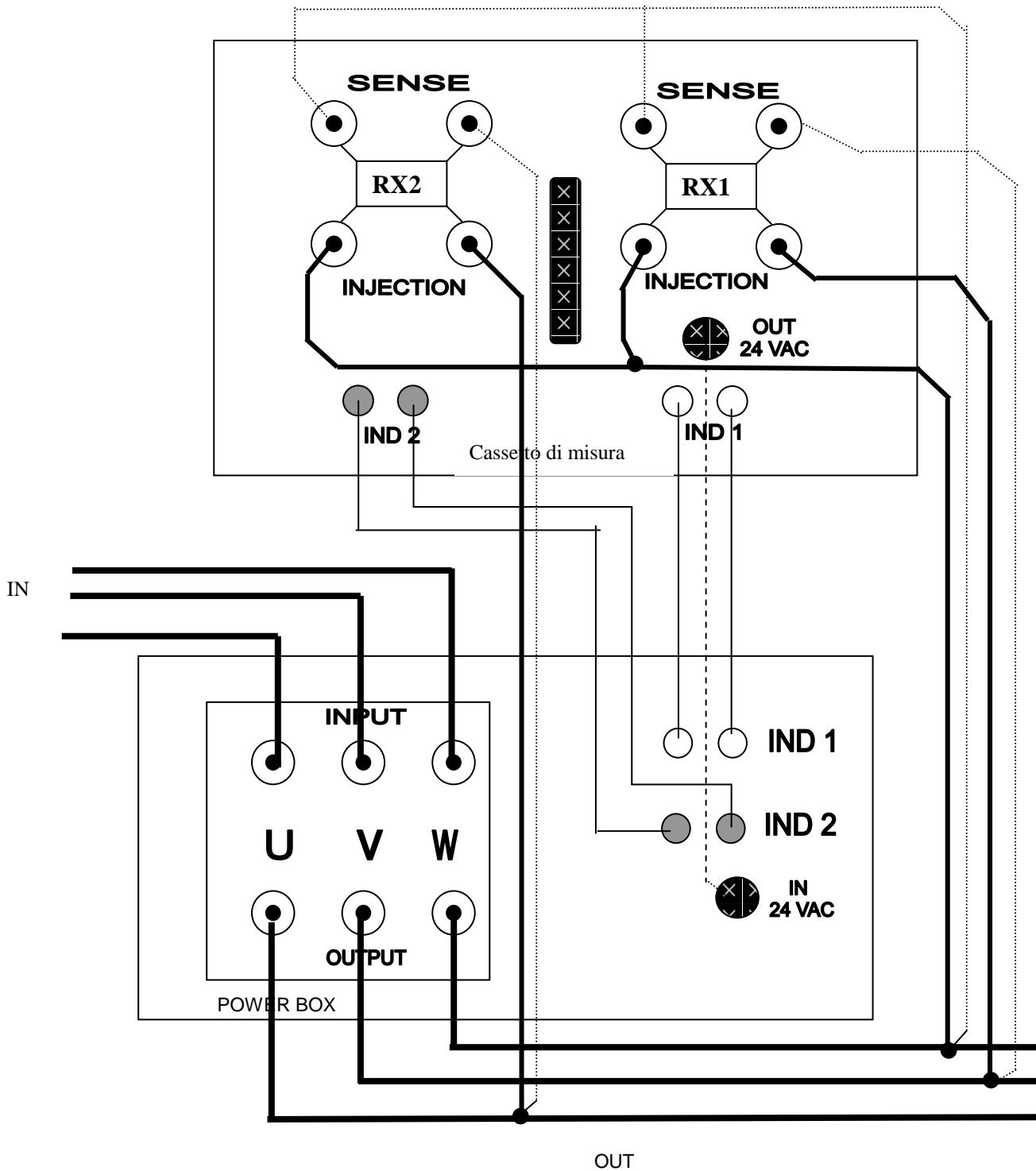


I pin 1-4 sono connessi internamente al connettore DIN2P (OUT START) per eccitare un teleruttore esterno tramite apposito comando da RHM2

I pin 3-5 sono connessi internamente al teleruttore che pilota il bypass dei condensatori (BYPASS da RHM1)

Fig. 3 POWER BOX e connettore DIN 5 POLI "IN 24VAC"

CONNESSIONE POWER BOX e CASSETTO DI MISURA



PROTOCOLLO DI TRASMISSIONE

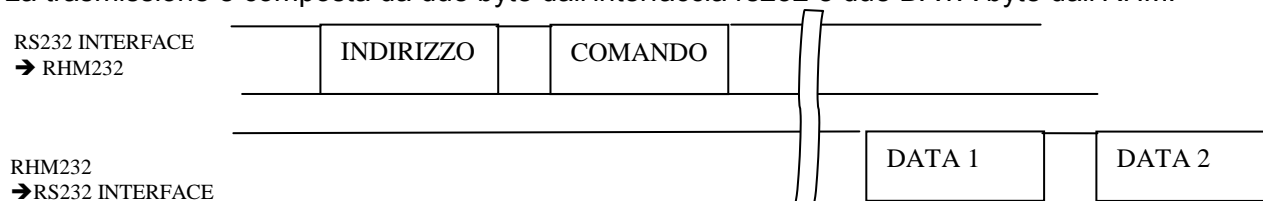
Il **RESISTANCE METER RS232** comunica tramite porta seriale con il seguente protocollo di trasmissione:

- 1 START BIT
- 8 DATA BIT
- 1 PARITA' PARI (even)
- 1 STOP BIT
- VELOCITA' 4800 BAUD (internamente settabile a 600, 1200, 2400)
- NESSUNA LINEA DI CONTROLLO (handshake)

Esempio1:

100 OPEN"COM1:4800,E,8,1"AS#1

La trasmissione é composta da due byte dall'interfaccia rs232 e due DATA byte dall'RHM.



INDIRIZZO

Il **RESISTANCE METER RS232** ha la possibilità di essere indirizzabile, ciò consente di poter collegare in parallelo fino a dieci resistance meter rs232 sulla stessa porta seriale. Il settaggio dell'indirizzo avviene tramite il commutatore rotativo posteriore. L'indirizzo da trasmettere deve avere il bit 7 sempre a 1.

Da cui:

INDIRIZZO	TRASMISSIONE
0	128
1	129

n	n+128

9	137
10	138

Esempio2:

110 PRINT #1,CHR\$(n+128)

COMANDI

La parola di comando deve avere sempre il bit 7 pari a 0.
I comandi sono:

BIT	COMANDO
0	lettura temperatura
1	lettura tensione
2	lettura resistenza
3	cambi portata resistenza (vedi tabella)
4	cambi portata resistenza (vedi tabella)
5	start (bypass condensatori)
6	delay (lettura filtrata della resistenza)

Cambi portata resistenza

BIT 4	BIT 5	PORTATA
0	0	2 Ω
0	1	20 Ω
1	0	200 Ω
1	1	2000 Ω

da cui i diversi pesi:ù

lettura temperatura	1
lettura tensione	2
lettura resistenza	4
portata 2 Ω	0
portata 20 Ω	8
portata 200 Ω	16
portata 2000 Ω	24
bypass	32
delay	64

I diversi pesi vanno sommati per avere il comando voluto.

Esempio3:

Portata 20 Ω	8+	
Delay	64+	
Lettura resistenza	4=	
TOT	76	parola da trasmettere

Esempio4:

Portata 200 Ω	16+	
Lettura tensione	2=	
TOT	18	parola da trasmettere

Il comando trasmesso viene completamente settato ad ogni trasmissione e memorizzato fino alla successiva trasmissione, per cui è conveniente lasciare sempre settata la portata ohmica scelta; ciò è dovuto al fatto che il tempo di assestamento del valore ohmico è molto lungo.

Il comando "delay" serve a cambiare la costante di tempo di risposta del misuratore di resistenza, ciò può tornare utile in caso di alimentazione di rete molto variabile o addirittura con alimentazione del carico impulsiva; anche in questo caso bisogna trasmettere sempre il codice relativo al comando "delay".

Con il comando "bypass" si collega il carico direttamente in rete consentendo così di poter operare con carichi con corrente di spunto superiore alla nominale; anche in questo caso il comando "bypass" deve essere trasmesso ad ogni trasmissione fino a che l'assorbimento di corrente del carico si è stabilizzato.

Esempio5: idirizzo 5 e comandi dell'esempio 3 (comando=76)
110 PRINT #1,CHR\$(133) ; CHR\$(76);

Esempio6: idirizzo 0 e comandi dell'esempio 4 (comando=18)
110 PRINT #1,CHR\$(128) ; CHR\$(18);

DATI

I dati in uscita vengono trasmessi in due pacchetti da otto bit; il primo pacchetto contiene i bit da 1 a 7, il secondo da 8 a 11 oltre all'eventuale segno e al segnale di over-range.

BYTE 1	DATO	BYTE 2	DATO
b0	d0	b0	d8
b1	d1	b1	d9
b2	d2	b2	d10
b3	d3	b3	d11
b4	d4	b4	over-range
b5	d5	b5	polarità
b6	d6	b6	*
b7	d7	b7	*

da cui:

$A=(\text{BYTE1}) \text{ AND } 255$

$B=(\text{BYTE2}) \text{ AND } 15$

$(\text{DATO})=B*256+A$

$(\text{OVERRANGE})=(\text{BYTE2}) \text{ AND } 16$ (over-range=1)

$(\text{POLARITA}')=(\text{BYTE2}) \text{ AND } 32$

TEMPERATURA: viene trasmessa con 2000 punti su un range di 0:50 gradi centigradi; non viene trasmesso il segno e neppure l'overrange.

TENSIONE: viene trasmessa con 4095 punti su un massimo di 500 volt r.m.s.; non viene trasmesso il segno.

RESISTENZA: viene trasmessa con 4095 punti sui diversi fondi scala (2, 20, 200, 2000 Ω); il bit di polarità indica un errato collegamento dei fili di *SENSE*, cioè se il bit di polarità è pari a 1 vuol dire che i collegamenti di *SENSE* sono invertiti rispetto ai rispettivi fili di iniezione; nel caso di bit di polarità pari a 0 il collegamento è corretto.

Nel caso di misura di resistenza nulla od infinita il bit di segno non è un valido indicatore di corretto collegamento.

Da cui:

```
temperatura=(DATO)*50/2000
tensione=(DATO)*500/4095
resistenza=(DATO)*2/4095      (scala 2Ω)
resistenza=(DATO)*20/4095     (scala 20Ω)
resistenza=(DATO)*200/4095    (scala 200Ω)
resistenza=(DATO)*2000/4095   (scala 2000Ω)
```

Esempio7:

```
120 A$=INPUT$(1,#1):B$=INPUT$(1,#1)
130 A=ASC(A$) AND 255
140 B=ASC(B$) AND 15
150 DATO0=256*B+A
160 OVERRANGE=INT((ASC(B$) AND 16)/16)
170 SEGNO=INT((ASC(B$) AND 32)/32)
```

PRECISIONE DELLA TEMPERATURA

La sonda di temperatura é linearizzata per un errore massimo di 0.16 gradi centigradi nel range da 10 a 40 gradi. Le caratteristiche della sonda sono le seguenti:

TEMPERATURA	TEMPERATURA VISUALIZZATA	ERRORE
0	1.42	+1.42
5	5.59	+0.59
10	10.07	+0.07
15	14.88	0.12
20	19.84	0.16
25	24.94	0.06
30	30.07	+0.07
35	35.16	+0.16
40	40.07	+0.07
45	44.77	-0.23
50	49.27	0.73

Con una interpolazione appropriata l'errore di linearità diventa trascurabile.

Una possibile funzione di interpolazione è la seguente:

$$y=((a*x+b)*x+c)*x+d$$

dove : y= valore corretto di temperatura, x= valore letto, a= +110.3E-6, b= -8.913E-3, c= +1.213, d= -1.4