



ITA Manuale d'uso

ENG User manual

→ **LEGGI E CONSERVA
QUESTE ISTRUZIONI** ←
**READ AND SAVE
THESE INSTRUCTIONS**

INDICE:

1	INTRODUZIONE.....	5
2	MODALITÀ DI CONNESSIONE.....	5
2.1	CONNESSIONE IN MODO RS485.....	5
2.2	CONNESSIONE IN MODO RS232.....	5
3	SERIALI IN CUI IL PROTOCOLLO È DISPONIBILE	6
4	ATTIVAZIONE DEL PROTOCOLLO.....	6
4.1	SELEZIONE DELL'INDIRIZZO DI SUPERVISIONE.....	6
4.2	SELEZIONE DEL BAUDRATE DI COMUNICAZIONE	7
4.3	SELEZIONE DEL FRAME DI COMUNICAZIONE.....	7
5	MAPPATURA DEL DATABASE CAREL IN QUELLO MODBUS	8
5.1	DISTINZIONE TRA INDIRIZZAMENTO NEL FRAME (PDU) ED INDIRIZZAMENTO DI DATO	8
5.2	SOGLIA.....	8
5.3	RELAZIONE TRA INDICE CAREL DELLE VARIABILI ED INDIRIZZO DI DATO MODBUS.....	9
5.4	CORRISPONDENZA DATABASE CAREL CON DATABASE MODBUS	9
5.4.1	<i>Corrispondenza Carel – Modbus con modbus versioni 3 e 5.....</i>	<i>9</i>
5.4.2	<i>Corrispondenza Carel - Modbus con modbus versioni 30 e 50.....</i>	<i>10</i>
5.4.3	<i>Corrispondenza Carel – Modbus con modbus versione 33.....</i>	<i>11</i>
6	COMANDI MODBUS.....	12
6.1	CODICI DI ERRORE (MODBUS EXCEPTION).....	12
6.2	RISPOSTA AL MESSAGGIO REPORT SLAVE ID.....	12
6.2.1	<i>Rappresentazione della versione BIOS.....</i>	<i>13</i>
6.2.2	<i>Esempio di risposta.....</i>	<i>13</i>
7	IMPOSTAZIONE TIMEOUT DI SUPERVISIONE	13

1 Introduzione

Mediante il protocollo Modbus Slave è possibile connettere direttamente i controlli di tipo pCO ad un sistema di supervisione Modbus. Il protocollo implementato è di tipo RTU (Remote Terminal Unit). La comunicazione col supervisore avviene mediante codifica dei dati ad 8 bit e controllo degli errori con CRC a 16 bit. La comunicazione è di tipo seriale asincrono a 8 bit dati, parità e numero di stop bit impostabili, così come sono impostabili baudrate e indirizzo di supervisione.

2 Modalità di connessione

La connessione può avvenire sia in modalità RS485 che in modalità RS232 (point to point half duplex), quest'ultima solo per le seriali in cui è prevista la scheda opzionale relativa (vedi manuale pCO sistema)

2.1 Connessione in modo RS485

La connessione si realizza mediante collegamento diretto alla rete modbus, tramite il connettore della seriale del controllo o della scheda opzionale usata. Il baudrate massimo dipende dal tipo di seriale usata per la connessione e dal tipo di controllo (vedi par. 4.2). Per le caratteristiche tecniche ed i significati delle connessioni (pin), nonché per le fasi di inserzione dell'eventuale scheda opzionale, seguire le istruzioni riportate nel foglio istruzioni allegato alla confezione della scheda stessa, o nel manuale istruzioni del controllo.

2.2 Connessione in modo RS232

La connessione (point to point) si realizza collegando il supervisore modbus direttamente al controllo, attraverso il connettore della scheda opzione usata. Il baudrate massimo è 38400 bps. Il tipo di cavo da usare dipende dal connettore RS232 del master. Se, come succede nella maggioranza dei casi, il connettore RS232 del master è di tipo DTE¹ (fig.1), il cavo da usare per la connessione è un cavo NULL MODEM DB9F – DB9F (fig.2), in cui il pin 2 (RxD) ad una estremità del cavo è connesso al pin 3 (TxD) dell'altra e viceversa.



Fig. 1



Fig. 2

Per le caratteristiche tecniche ed i significati delle connessioni (pin), e per le fasi di inserzione, seguire le istruzioni riportate nel foglio istruzioni allegato alla confezione della scheda opzionale.

¹ Data Terminal Equipment, DB9 pin, maschio

3 Seriali in cui il protocollo è disponibile

Le seriali su cui è possibile selezionare il protocollo dipendono dal tipo di controllo usato. In Tab. 1 viene riportato lo schema riassuntivo.

Controllo	pLAN	BMS	FIELDBUS	BMS_2	FIELDBUS_2
pCO2		<input checked="" type="checkbox"/>			
pCO1 ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
pCOXS ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
pCO3 ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
pCOCOMPACT ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
SuperNodo ⁽²⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
pCO5 ⁽²⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Tab 1

(1) Il protocollo non è disponibile contemporaneamente su seriali diverse.

(2) Il protocollo è disponibile contemporaneamente sulla seriale BMS_2 ed una tra le seriali pLAN, BMS, FIELDBUS

4 Attivazione del protocollo

L'attivazione del protocollo si effettua mediante impostazione delle variabili di sistema usate come selettore di protocollo di comunicazione per l'interfaccia seriale desiderata. A seconda del valore usato per attivare la comunicazione, il database delle variabili (registers e coils) avrà dimensione diversa. I valori che devono assumere le variabili di sistema per attivare il protocollo modbus sono rappresentati in Tab.2.

Variabile di sistema	Valore
COM_PROTOCOL_PLAN ⁽¹⁾	3, 30
COM_PROTOCOL_BMS ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁵⁾	3, 30, 33
COM_PROTOCOL_FIELDBUS ⁽¹⁾	5, 50
COM_PROTOCOL_BMS2 ⁽³⁾⁽⁴⁾	33

Tab 2

(1) I valori 30 e 50 sono consentiti solo sui controlli dotati di 512Kbyte di RAM.

(2) Il valore 33 è consentito solo sui controlli SuperNodo, pCOCOMPACT e pCO5.

(3) Il valore 33 è consentito solo sui controlli SuperNodo e pCO5

(4) Il valore 33 è selezionabile solo a partire dal BIOS 5.04 e successivi.

(5) Il valore 33 è selezionabile solo a partire dal BIOS 5.17 e successivi.

4.1 Selezione dell'indirizzo di supervisione

L'indirizzo di supervisione è impostabile mediante le variabili di sistema BMS_ADDRESS, BMS2_ADDRESS. Nel caso il protocollo sia attivato su una delle tre seriali pLAN, BMS o FIELDBUS, l'indirizzo di supervisione si imposta mediante BMS_ADDRESS. Se invece il protocollo è attivato sulla seriale BMS2, si imposta mediante BMS2_ADDRESS (Tab. 3)

Seriale	Indirizzo di supervisione
pLAN, BMS, FIELDBUS	BMS_ADDRESS
BMS2	BMS2_ADDRESS

Tab 3

4.2 Selezione del baudrate di comunicazione

Il baudrate di comunicazione viene selezionato in base al valore assegnato alle variabili di sistema usate come selettore di baudrate per l'interfaccia seriale su cui il protocollo è stato attivato. I valori che possono essere assunti da tali variabili sono riportate in Tab. 4.

Variabile di sistema	Baudrate					
	1200	2400	4800	9600	19200	38400
COM_BAUDRATE_PLAN	0	1	2	3	4	
COM_BAUDRATE_BMS ⁽¹⁾⁽³⁾	0	1	2	3	4	5
COM_BAUDRATE_FIELDBUS	0	1	2	3	4	
COM_BAUDRATE_BMS2 ⁽²⁾⁽³⁾	0	1	2	3	4	5

Tab 4

⁽¹⁾ Il valore 5 (38400 bps) è selezionabile solo su SuperNodo, Pccompact e pCO5.

⁽²⁾ Il valore 5 (38400 bps) è selezionabile solo su SuperNodo e pCO5.

⁽³⁾ Il valore 5 (38400 bps) è selezionabile solo a partire dal BIOS 5.17 e successivi.

4.3 Selezione del frame di comunicazione

Il formato del frame di comunicazione (parità, numero di stop bit) viene impostato mediante valori appropriati da assegnare alle variabili di sistema COM_CONFIG². Tali variabili sono organizzate come bitfield. Per ognuna di queste variabili, il significato dei bit è descritto in Tab. 5

Bit15 – Bit6	Bit5 – Bit4	Bit3 – Bit1	Bit0
---	Parity	---	Stop

Tab 5

dove

Bit	Nome	Descrizione
0	Stop	Numero di stop bit 0: 2 stop bit 1: 1 stop bit
1÷3	Non utilizzati	
4÷5	Parità	Impostano la parità di comunicazione Bit4 = 0, Bit5 = 0: nessuna parità Bit4 = 1, Bit5 = 0: parità pari Bit4 = 0, Bit5 = 1: parità dispari
6÷15	Non utilizzati	

Così ad esempio, se si desidera una trasmissione ad 1 stop bit e parità dispari, bisognerà assegnare alle variabili il valore 0x21 (d33).

²COM_CONFIG_PLAN, COM_CONFIG_BMS, COM_CONFIG_FIELDBUS, COM_CONFIG_BMS2,
COM_CONFIG_FIELDBUS2

5 Mappatura del database Carel in quello Modbus

Le variabili digitali del database Carel vengono mappate in variabili modbus di tipo coils, mentre sia le variabili analogiche che quelle intere vengono mappate in variabili modbus di tipo registers. La rappresentazione dei valori dei registri è di tipo WORD (16 bit). I valori dei registri relativi alle variabili Carel di tipo analogico corrispondono al valore delle variabili moltiplicato per 10.

Tipo Carel	Tipo Modbus
Digitale	Coil
Analogica	Register
Intera	Register

Fig. 3

La distinzione tra registri modbus relativi a variabili carel di tipo analogico e intero, avviene mediante l'uso di un offset (threshold), il cui valore dipende dal valore usato per l'attivazione del protocollo e dal valore della variabile di sistema BMS_EXTENSION (vedi par. 5.2)

5.1 Distinzione tra indirizzamento nel frame (PDU) ed indirizzamento di dato

L'**indirizzo nel frame** di un dato nel protocollo modbus è l'indirizzo che compare nei messaggi scambiati sulla linea seriale³. Tutti gli indirizzi nei messaggi modbus (indirizzi PDU) sono riferiti a 0.

L'**indirizzo del modello di dato** di un dato⁴ è l'indirizzo del dato nella rappresentazione modbus in funzione del suo tipo (coil #1, holding register #23, ecc).

Il legame tra indirizzo nel frame ed indirizzo del modello di dato è il seguente:

$$\text{Indirizzo modello di dato} = \text{indirizzo PDU} + 1$$

Così ad esempio il primo coil di un dispositivo, conosciuto come coil 1 nel modello di dato del protocollo modbus, sarà indirizzato nel frame modbus (PDU) come coil di indirizzo 0x0000 nel campo address dei messaggi modbus. L'holding register di indice 108, sarà indirizzato come holding register di indice 107 nel campo indirizzo dei messaggi modbus, con valore 0x006B.

5.2 Soglia

La soglia, usata per distinguere i registri modbus dedicati alle variabili carel analogiche da quelli riservati alle variabili carel intere, dipende dal valore di attivazione del protocollo (Tab.2) e dal valore della variabile di sistema BMS_EXTENSION. L'indirizzo di frame (PDU) della soglia Th è descritto in Tab. 6.

NUMERO DI SELEZIONE MODBUS	BMS_EXTENSION	
	0	1
3,5	Th = 128	Th = 208
30,50	Th = 5001	Th = 5001
33	Th = 128	Th = 5001

Tab. 6

³ Modbus PDU addressing, dove l'acronimo PDU sta per **P**acket **D**ata **U**nit

⁴ Modbus Data Model addressing

5.3 Relazione tra indice carel delle variabili ed indirizzo di dato modbus

La soglia descritta al paragrafo precedente consente di calcolare, a partire dall'indice di supervisione della variabile carel (**A**nalogiche, **I**ntere, **D**igitali), il corrispondente indice (vedi par. 5.1) del relativo dato modbus (Register, Coil). In Tab. 7 viene mostrata la corrispondenza, dove con Th si intende la soglia descritta in Tab. 6.

CAREL	MODBUS
A[N]	REGISTER[N+1]
I[N]	REGISTER[Th+N+1]
D[N]	COIL[N+1]

Tab. 7

Così ad esempio la prima variabile analogica A[1], corrisponderà al registro Reg[2], la seconda A[2] al registro Reg[3], e così via. La stessa cosa per le variabili digitali, solo che in questo caso la mappatura avviene nei coil modbus invece che nei registri. Analogamente, la prima variabile intera I[1], sarà mappata nel registro Reg[130] se la soglia Th è pari a 128, nel registro Reg[210] se la soglia è 208, oppure nel registro Reg[5003] se la soglia è 5001.

5.4 Corrispondenza database carel con database modbus

La corrispondenza del database delle variabili carel con quello del protocollo modbus dipende dal numero scelto per attivare il protocollo (Tab. 2) e dalla soglia Th, ovvero dal valore della variabile BMS_EXTENSION.

5.4.1 Corrispondenza Carel – Modbus con modbus versioni 3 e 5

L'estensione del database Carel dipende dal valore della variabile BMS_EXTENSION, secondo quanto riportato in Tab. 8.

SUPERVISOR_EXTENSION = 0			SUPERVISOR_EXTENSION = 1		
127 A	127 I	199 D	207 A	207 I	207 D

Tab. 8

In questo caso la corrispondenza è rappresentata in Tab. 9. Gli indirizzi modbus sono gli indirizzi fisici dei registri e dei coil (vedi par. 5.1).

BMS_EXTENSION = 0				BMS_EXTENSION = 1			
CAREL		MODBUS		CAREL		MODBUS	
Tipo	Indirizzo	Tipo	Indirizzo	Tipo	Indirizzo	Tipo	Indirizzo
Digitale	1	Coil	2	Digitale	1	Coil	2
Digitale	2	Coil	3	Digitale	2	Coil	3
Digitale	...	Coil	...	Digitale	...	Coil	...
Digitale	198	Coil	199	Digitale	206	Coil	207
Digitale	199	Coil	200	Digitale	207	Coil	208
Analogica	1	Register	2	Analogica	1	Register	2
Analogica	2	Register	3	Analogica	2	Register	3
Analogica	...	Register	...	Analogica	...	Register	...
Analogica	126	Register	127	Analogica	206	Register	207
Analogica	127	Register	128	Analogica	207	Register	208
Intera	1	Register	130	Intera	1	Register	210
Intera	2	Register	131	Intera	2	Register	211
Intera	...	Register	...	Intera	...	Register	...
Intera	126	Register	127	Intera	206	Register	415
Intera	127	Register	256	Intera	207	Register	416

Tab. 9

5.4.2 Corrispondenza Carel - Modbus con modbus versioni 30 e 50

I database dei tre tipi di variabili si estendono oltre il massimo indice gestito dal protocollo CAREL (207). L'estensione del database delle variabili carel in questo caso è di 5000A, 5000I, 2048D. La corrispondenza è rappresentata in Tab. 10. In grassetto sono indicati gli indici gestiti dal protocollo CAREL, in corsivo quelli relativi all'estensione oltre il massimo indice. In altre parole, con questo tipo di configurazione, il software applicativo può gestire indirizzi che vanno oltre il massimo previsto dal protocollo CAREL per ciascun tipo di variabile. Gli indirizzi modbus sono gli indirizzi fisici dei registri e dei coil (vedi par. 5.1). La variabile BMS_EXTENSION non modifica la soglia Th di separazione dei registri relativi alle variabili di tipo analogico da quelli delle variabili di tipo intero (Tab. 6).

CAREL		MODBUS	
Tipo	Indirizzo	Tipo	Indirizzo
Digitale	1	Coil	2
Digitale	2	Coil	3
Digitale	...	Coil	...
Digitale	207	Coil	208
<i>Digitale</i>	<i>208</i>	<i>Coil</i>	<i>209</i>
<i>Digitale</i>	<i>209</i>	<i>Coil</i>	<i>210</i>
<i>Digitale</i>	<i>...</i>	<i>Coil</i>	<i>...</i>
<i>Digitale</i>	<i>2047</i>	<i>Coil</i>	<i>2048</i>
<i>Digitale</i>	<i>2048</i>	<i>Coil</i>	<i>2049</i>
<hr/>			
Analogica	1	Register	2
Analogica	2	Register	3
Analogica	...	Register	...
Analogica	207	Register	208
<i>Analogica</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>209</i>
<i>Analogica</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
<i>Analogica</i>	<i>4999</i>	<i>Register</i>	<i>5000</i>
<i>Analogica</i>	<i>5000</i>	<i>Register</i>	<i>5001</i>
<hr/>			
Intera	1	Register	5003
Intera	2	Register	5004
Intera	...	Register	...
Intera	207	Register	5209
<i>Intera</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>5210</i>
<i>Intera</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
<i>Intera</i>	<i>4999</i>	<i>Register</i>	<i>10001</i>
<i>Intera</i>	<i>5000</i>	<i>Register</i>	<i>10002</i>

Tab. 10

5.4.3 Corrispondenza Carel – Modbus con modbus versione 33

La dimensione dei database delle variabili e la relativa estensione oltre il massimo indice previsto dal protocollo CAREL dipendono dal valore della variabile di sistema BMS_EXTENSION, secondo quanto riportato in Tab. 11.

SUPERVISOR_EXTENSION = 0			SUPERVISOR_EXTENSION = 1		
127 A	10000 I	2048 D	5000 A	10000 I	2048 D

Tab. 11

Col valore 0 il database delle variabili analogiche non presenta alcuna estensione, e la dimensione coincide con quella prevista nel caso delle versioni 3 e 5 del protocollo modbus (vedi Tab. 8). Col valore 1 invece si ha la stessa estensione prevista dalle versioni 30 e 50 (vedi Tab. 10). Le variabili intere e digitali presentano invece sempre estensione oltre il massimo indice gestito dal protocollo CAREL (207). La corrispondenza è rappresentata in Tab. 12, dove in grassetto sono indicato gli indici gestiti dal protocollo CAREL, in corsivo quelli relativi all'estensione dei database nel caso in cui la variabile di sistema BMS_EXTENSION sia 1. Gli indirizzi modbus sono gli indirizzi fisici dei registri e dei coil (vedi par. 5.1).

BMS_EXTENSION = 0				BMS_EXTENSION = 1			
CAREL		MODBUS		CAREL		MODBUS	
Tipo	Indirizzo	Tipo	Indirizzo	Tipo	Indirizzo	Tipo	Indirizzo
Digitale	1	Coil	2	Digitale	1	Coil	2
Digitale	2	Coil	3	Digitale	2	Coil	3
Digitale	...	Coil	...	Digitale	...	Coil	...
Digitale	207	Coil	208	Digitale	207	Coil	208
<i>Digitale</i>	<i>208</i>	<i>Coil</i>	<i>209</i>	<i>Digitale</i>	<i>208</i>	<i>Coil</i>	<i>209</i>
<i>Digitale</i>	<i>209</i>	<i>Coil</i>	<i>210</i>	<i>Digitale</i>	<i>209</i>	<i>Coil</i>	<i>210</i>
<i>Digitale</i>	<i>...</i>	<i>Coil</i>	<i>...</i>	<i>Digitale</i>	<i>...</i>	<i>Coil</i>	<i>...</i>
<i>Digitale</i>	<i>2047</i>	<i>Coil</i>	<i>2048</i>	<i>Digitale</i>	<i>2047</i>	<i>Coil</i>	<i>2048</i>
<i>Digitale</i>	<i>2048</i>	<i>Coil</i>	<i>2049</i>	<i>Digitale</i>	<i>2048</i>	<i>Coil</i>	<i>2049</i>
Analogica	1	Register	2	Analogica	1	Register	2
Analogica	2	Register	3	Analogica	2	Register	3
Analogica	...	Register	...	Analogica	...	Register	...
Analogica	126	Register	127	Analogica	206	Register	207
Analogica	127	Register	128	Analogica	207	Register	208
				<i>Analogica</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>209</i>
				<i>Analogica</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
				<i>Analogica</i>	<i>4999</i>	<i>Register</i>	<i>5000</i>
				<i>Analogica</i>	<i>5000</i>	<i>Register</i>	<i>5001</i>
Intera	1	Register	130	Intera	1	Register	5003
Intera	2	Register	131	Intera	2	Register	5004
Intera	...	Register	...	Intera	...	Register	...
Intera	207	Register	336	Intera	207	Register	5209
<i>Intera</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>337</i>	<i>Intera</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>5210</i>
<i>Intera</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>	<i>Intera</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
<i>Intera</i>	<i>9999</i>	<i>Register</i>	<i>127</i>	<i>Intera</i>	<i>9999</i>	<i>Register</i>	<i>15001</i>
<i>Intera</i>	<i>10000</i>	<i>Register</i>	<i>10129</i>	<i>Intera</i>	<i>10000</i>	<i>Register</i>	<i>15002</i>

Tab. 12

6 Comandi Modbus

I comandi modbus implementati sono descritti in Tab. 13. Le variabili digitali possono essere lette tanto col comando di lettura Read Coil status (codice 1) che Read Input Status (codice 2). Il controllo tratta queste richieste del supervisore allo stesso modo. Analogamente, le variabili analogiche ed intere possono essere lette tanto con il comando Read Holding Register (codice 3) che Read Input Register (codice 4).

La lettura/scrittura delle variabili di supervisione mediante i comandi descritti in Tab. 13 durante il normale funzionamento del controllore, dipende dal programma applicativo che le gestisce.

Il controllore non effettua alcun controllo sul range dei valori ricevuti per la scrittura delle variabili di supervisione di tipo analogico e/o intero, mediante i comandi modbus Preset Single/Multiple Register.

Codice funzione	Comando modbus	Effetto
1	Read Coil Status	Lettura variabili digitali
2	Read Input Status	Lettura variabili digitali
3	Read Holding Register	Lettura variabili analogiche e/o intere
4	Read Input Register	Lettura variabili analogiche e/o intere
5	Force Single Coil	Scrive una variabile digitale
6	Preset Single Register	Scrive una variabile analogica o intera
15	Force Multiple Coils	Scrive una serie consecutiva di variabili digitali
16	Preset Multiple Registers	Scrive una serie consecutiva di variabili analogiche e/o intere
17	Report Slave ID	Richiede informazioni sul controllo

Tab. 13

6.1 Codici di errore (modbus exception)

Quando il controllo non è in grado di assolvere le richieste del supervisore, ritorna dei messaggi di errore (modbus exception). I codici dei messaggi modbus di exception gestiti dal controllore sono descritti in Tab. 14.

Tipo	Exception code	Descrizione
0x01	ILLEGAL FUNCTION	La funzione richiesta non è implementata nel controllo
0x02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Uno o più indirizzi della richiesta sono out of range

Tab. 14

6.2 Risposta al messaggio Report Slave ID

Il messaggio Report Slave ID consente di richiedere informazioni specifiche sul controllore, quali la versione di BIOS e la mappatura del database delle variabili carel nel database modbus. La struttura del messaggio di risposta è descritta in Tab. 16.

6.2.1 Rappresentazione della versione BIOS

La versione di BIOS è rappresentata rispettivamente dai byte 6 e 7. Nel caso di BIOS di test e non ufficiali il contenuto dei due bytes sarà costituito dai codici ASCII delle lettere 'T' ed 'E'. Altrimenti sarà il numero del BIOS nella forma a.bb (vedi Tab. 15)

Versione di BIOS	BYTE 6	BYTE 7
TE	'T' = 0x54	'E' = 0x45
A.BB	A	BB

Tab. 15

6.2.2 Esempio di risposta

In Fig. 4 è rappresentato un esempio di risposta al messaggio Report Slave ID da parte del controllore, nelle seguenti ipotesi:

Indirizzo = 1

BIOS = 5.12

Versione Modbus = 33

BMS_EXTENSION = 1

01,11,16,C9,FF,05,0C,13,88,27,10,08,00,00,02,13,89,13,8B,3A,9A,00,02,08,01,64,08

Fig. 4

Byte	Contenuto	Descrizione
4	Codice del controllo	201 (tipo pCO)
5	0xFF	Run status: ON
6,7	Bios version	Versione di BIOS installata nel controllo
8,9	Numero massimo var. analogiche	Vedi par. 5
10,11	Numero massimo var. intere	Vedi par. 5
12,13	Numero massimo var. digitali	Vedi par. 5
14,15	Indirizzo di dato del registro della prima variabile analogica	Vedi par. 5
16,17	Indirizzo di dato del registro dell'ultima variabile analogica	Vedi par. 5
18,19	Indirizzo di dato del registro della prima variabile intera	Vedi par. 5
20,21	Indirizzo di dato del registro dell'ultima variabile intera	Vedi par. 5
22,23	Indirizzo di dato del coil della prima variabile digitale	Vedi par. 5
24,25	Indirizzo di dato del coil dell'ultima variabile digitale	Vedi par. 5

Tab. 16

7 Impostazione timeout di supervisione

Il valore dei timeout da impostare nel supervisore per l'attesa della risposta da parte del controllo, dipendono dal baudrate di comunicazione. Valori tipici per baudrate 19200 sono:

timeout: ≥1000 ms

turnaround delay⁵: da 50 a 200 ms

⁵ Tempo di attesa prima di una successiva richiesta dopo aver ricevuto la risposta a quella precedente.

CONTENTS:

1	INTRODUCTION	3
2	CONNECTION MODES.....	3
2.1	CONNECTION IN RS485 MODE.....	3
2.2	CONNECTION IN RS232 MODE.....	3
3	SERIAL INTERFACES THE PROTOCOL IS AVAILABLE ON	4
4	PROTOCOL ACTIVATION.....	4
4.1	SELECTING THE SUPERVISOR ADDRESS	4
4.2	SELECTING THE COMMUNICATION BAUD RATE.....	5
4.3	SELECTING THE COMMUNICATION FRAME.....	5
5	MAPPING THE CAREL DATABASE TO MODBUS	6
5.1	DISTINCTION BETWEEN SETTING THE FRAME ADDRESS (PDU) AND SETTING THE DATA ADDRESS	6
5.2	THRESHOLD	6
5.3	RELATIONSHIP BETWEEN CAREL VARIABLE INDEX AND MODBUS DATA ADDRESS	7
5.4	CORRESPONDENCE BETWEEN CAREL DATABASE AND MODBUS DATABASE	7
5.4.1	<i>Carel – Modbus correspondence with Modbus versions 3 and 5.....</i>	7
5.4.2	<i>Carel - Modbus correspondence with Modbus versions 30 and 50.....</i>	8
5.4.3	<i>Carel – Modbus correspondence with Modbus version 33</i>	9
6	MODBUS COMMANDS	10
6.1	ERROR CODES (MODBUS EXCEPTIONS)	10
6.2	RESPONSE TO THE REPORT SLAVE ID MESSAGE.....	10
6.2.1	<i>BIOS version representation</i>	11
6.2.2	<i>Example response.....</i>	11
7	SUPERVISOR TIMEOUT SETTING.....	11

1 Introduction

The Modbus Slave protocol can be used to directly connect pCO controllers to a Modbus supervisory system. The protocol implemented is RTU (Remote Terminal Unit). Communication with the supervisor is managed by 8-bit data encoding and 16-bit CRC error control. Communication is asynchronous serial, 8 data bits, parity and settable stop bits; the baud rate and supervisor address can also be set.

2 Connection modes

Connection can be managed over both RS485 and RS232 (half duplex point-to-point), the latter only for serial communication using the corresponding optional card (see pCO sistema manual)

2.1 Connection in RS485 mode

A direct connection is established to the Modbus network via the serial port on the controller or the optional card. The maximum baud rate depends on the type of serial interface used for connection and the type of controller (see par. 4.2). For the technical specifications, meanings of the connections (pins) and details on activation, see the instructions shown on the instruction sheet included in the packaging on the card itself, or in the controller instruction manual.

2.2 Connection in RS232 mode

Connection (point to point) is established by connecting the Modbus supervisor directly to the controller, via the connector on the optional card. The maximum baud rate is 38400 bps. The type of cable used depends on the RS232 connector on the master. If, as in the majority of cases, the RS232 connector on the master is DTE⁶ (Fig.1), the cable used for connection must be a NULL MODEM cable DB9F – DB9F (Fig.2), in which pin 2 (RxD) at one end of the cable is connected to pin 3 (TxD) on the other end, and vice-versa.



Fig. 5



Fig. 6

For the technical specifications, meanings of the connections (pins) and details on the activation procedure, see the instructions shown on the instruction sheet included in the packaging on the optional card.

⁶ Data Terminal Equipment, DB9 pin, male

3 Serial interfaces the protocol is available on

The serial interfaces that the protocol can be selected on depend on the type of controller used. Tab. 1 summarises the options.

Controller	pLAN	BMS	FIELDDBUS	BMS_2	FIELDDBUS_2
pCO2		<input checked="" type="checkbox"/>			
pCO1 ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
pCOXS ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
pCO3 ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
pCOCOMPACT ⁽¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
SuperNode ⁽²⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
pCO5 ⁽²⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Tab. 17

(1) The protocol is not available on different serial interfaces at the same time.

(2) The protocol is available on BMS_2 and either pLAN, BMS or FIELDDBUS at the same time

4 Protocol activation

The protocol is activated by setting the system variables used as communication protocol selector for the required serial interface. The size of the variable database (registers and coils) will vary depending on the value used to activate communication. The system variable values required to activate Modbus protocol are shown in Tab.2.

System variable	Value
COM_PROTOCOL_PLAN ⁽¹⁾	3, 30
COM_PROTOCOL_BMS ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁵⁾	3, 30, 33
COM_PROTOCOL_FIELDDBUS ⁽¹⁾	5, 50
COM_PROTOCOL_BMS2 ⁽³⁾⁽⁴⁾	33

Tab. 18

(1) Values 30 and 50 are only allowed on controllers with 512Kbyte RAM.

(2) The value 33 is only allowed on Supernode, pCOCOMPACT and pCO5 controllers.

(3) The value 33 is only allowed on Supernode and pCO5 controllers

(4) The value 33 can only be selected starting from BIOS 5.04 and higher.

(5) The value 33 can only be selected starting from BIOS 5.17 and higher.

4.1 Selecting the supervisor address

The supervisor address can be set using the BMS_ADDRESS and BMS2_ADDRESS system variables. If the protocol is activated on the pLAN, BMS or FIELDDBUS serial interface, the supervisor address is set using BMS_ADDRESS. If, on the other hand, the protocol is activated on BMS2, it's set using BMS2_ADDRESS (Tab. 3)

Serial	Supervisor address
pLAN, BMS, FIELDDBUS	BMS_ADDRESS
BMS2	BMS2_ADDRESS

Tab. 19

4.2 Selecting the communication baud rate

The communication baud rate is selected based on the value assigned to the corresponding system variables for the serial interface the protocol has been activated on. The possible values of these variables are shown in Tab. 4.

System variable	Baud rate					
	1200	2400	4800	9600	19200	38400
COM_BAUDRATE_PLAN	0	1	2	3	4	
COM_BAUDRATE_BMS ⁽¹⁾⁽³⁾	0	1	2	3	4	5
COM_BAUDRATE_FIELDBUS	0	1	2	3	4	
COM_BAUDRATE_BMS2 ⁽²⁾⁽³⁾	0	1	2	3	4	5

Tab. 20

⁽¹⁾ The value 5 (38400 bps) can only be selected on Supernode, pCOCOMPACT and pCO5.

⁽²⁾ The value 5 (38400 bps) can only be selected on Supernode and pCO5.

⁽³⁾ The value 5 (38400 bps) can only be selected starting from BIOS 5.17 and higher.

4.3 Selecting the communication frame

The format of the communication frame (parity, number of stop bits) is set by assigning appropriate values to the COM_CONFIG system variables⁷. These variables are bit fields. The meaning of the bits for each of these variables is described in Tab. 5

Bit15 – Bit6	Bit5 – Bit4	Bit3 – Bit1	Bit0
---	Parity	---	Stop

Tab 21

where

Bit	Name	Description
0	Stop	Number of stop bits 0: 2 stop bits 1: 1 stop bits
1-3	Not used	
4-5	Parity	Sets the communication parity Bit4 = 0, Bit5 = 0: no parity Bit4 = 1, Bit5 = 0: even parity Bit4 = 0, Bit5 = 1: odd parity
6-15	Not used	

As an example, to transmit with 1 stop bit and odd parity, the variables must be assigned the value 0x21 (d33).

⁷COM_CONFIG_PLAN, COM_CONFIG_BMS, COM_CONFIG_FIELDBUS, COM_CONFIG_BMS2, COM_CONFIG_FIELDBUS2

5 Mapping the Carel database to Modbus

The digital variables in the Carel database are mapped to Modbus coil variables, while both analogue and integer variables are mapped to Modbus register variables. The values of registers are represented as WORDS (16 bits). The values of registers corresponding to Carel analogue variables correspond to the value of the variables multiplied by 10.

Carel type	Modbus type
Digital	Coil
Analogue	Register
Integer	Register

Fig. 7

The distinction between Modbus registers corresponding to Carel analogue and integer variables is made by using an offset (threshold), the value of which depends on the value used to activate the protocol and the value of the BMS_EXTENSION system variable (see par. 5.2)

5.1 Distinction between setting the frame address (PDU) and setting the data address

The **frame address** of a datum in the Modbus protocol is the address displayed in the messages exchanged over the serial line⁸. All addresses in Modbus messages (PDU addresses) refer to 0.

The **data model address** of a datum⁹ is its address in Modbus representation based on its type (coil #1, holding register #23, etc.).

The link between address in the frame and data model address is the following:

Data model address = PDU address+ 1
--

Therefore, for example, the first coil of a device, known as coil 1 in the Modbus protocol data model, will in the Modbus frame (PDU) be a coil with address 0x0000 in the address field of Modbus messages. The holding register with index 108 will be a holding register with index 107 in the address field of Modbus messages, where the value will be 0x006B.

5.2 Threshold

The threshold, used to distinguish Modbus registers reserved for Carel analogue variables from those reserved for Carel integer variables, depends on the protocol activation value (Tab. 2) and the value of the BMS_EXTENSION system variable. The frame address (PDU) of threshold Th is described in Tab. 6.

MODBUS SELECTION NUMBER	BMS_EXTENSION	
	0	1
3, 5	Th = 128	Th = 208
30, 50	Th = 5001	Th = 5001
33	Th = 128	Th = 5001

Tab. 22

⁸ Modbus PDU addressing, where PDU stands for **P**acket **D**ata **U**nit

⁹ Modbus Data Model addressing

5.3 Relationship between Carel variable index and Modbus data address

The threshold described in the previous paragraph is used to calculate, based on the supervisor index of the Carel variable (**Analogue**, **Integer**, **Digital**), the corresponding Modbus data (Register, Coil) index (see par. 5.1). Tab. 7 shows the correspondence, where Th refers to the threshold described in Tab. 6.

CAREL	MODBUS
A[N]	REGISTER[N+1]
I[N]	REGISTER[Th+N+1]
D[N]	COIL[N+1]

Tab. 23

Consequently, for example, the first analogue variable A[1] will correspond to register Reg[2], the second A[2] to register Reg[3], and so on. The same is true for digital variables, only these are mapped to Modbus coils rather than registers. Similarly, the first integer variable I[1], will be mapped to register Reg[130] if the threshold Th is equal to 128, to register Reg[210] if the threshold is 208, or to register Reg[5003] if the threshold is 5001.

5.4 Correspondence between Carel database and Modbus database

The correspondence between the Carel variable database and the Modbus protocol database depends on the number chosen to activate the protocol (Tab. 2) and the threshold Th, i.e. the value of the BMS_EXTENSION variable.

5.4.1 Carel – Modbus correspondence with Modbus versions 3 and 5

The extension of the Carel database depends on the value of the BMS_EXTENSION variable, as shown in Tab. 8.

SUPERVISOR_EXTENSION = 0			SUPERVISOR_EXTENSION = 1		
127 A	127 I	199 D	207 A	207 I	207 D

Tab. 24

In this case the correspondence is represented in Tab. 9. The Modbus addresses are the physical addresses of the registers and coils (see par. 5.1).

BMS_EXTENSION = 0				BMS_EXTENSION = 1			
CAREL		MODBUS		CAREL		MODBUS	
Type	Address	Type	Address	Type	Address	Type	Address
Digital	1	Coil	2	Digital	1	Coil	2
Digital	2	Coil	3	Digital	2	Coil	3
Digital	...	Coil	...	Digital	...	Coil	...
Digital	198	Coil	199	Digital	206	Coil	207
Digital	199	Coil	200	Digital	207	Coil	208
Analogue	1	Register	2	Analogue	1	Register	2
Analogue	2	Register	3	Analogue	2	Register	3
Analogue	...	Register	...	Analogue	...	Register	...
Analogue	126	Register	127	Analogue	206	Register	207
Analogue	127	Register	128	Analogue	207	Register	208
Integer	1	Register	130	Integer	1	Register	210
Integer	2	Register	131	Integer	2	Register	211
Integer	...	Register	...	Integer	...	Register	...
Integer	126	Register	127	Integer	206	Register	415
Integer	127	Register	256	Integer	207	Register	416

Tab. 25

5.4.2 Carel - Modbus correspondence with Modbus versions 30 and 50

The database of the three types of variables extends beyond the maximum index managed by the Carel protocol (207). The extension of the Carel variable database in this case is 5000A, 5000I, 2048D. The correspondence is shown in Tab. 10. The indices in bold are those managed by the Carel protocol, while those in italics correspond to the extension beyond the maximum index. In other words, with this type of configuration, the application software can manage addresses that go beyond the maximum envisaged by the Carel protocol for each type of variable. The Modbus addresses are the physical addresses of the registers and coils (see par. 5.1). The BMS_EXTENSION variable does not modify the threshold Th that distinguishes the registers corresponding to analogue variables from those corresponding to integer variables (Tab. 6).

CAREL		MODBUS	
Type	Address	Type	Address
Digital	1	Coil	2
Digital	2	Coil	3
Digital	...	Coil	...
Digital	207	Coil	208
<i>Digital</i>	<i>208</i>	<i>Coil</i>	<i>209</i>
<i>Digital</i>	<i>209</i>	<i>Coil</i>	<i>210</i>
<i>Digital</i>	<i>...</i>	<i>Coil</i>	<i>...</i>
<i>Digital</i>	<i>2047</i>	<i>Coil</i>	<i>2048</i>
<i>Digital</i>	<i>2048</i>	<i>Coil</i>	<i>2049</i>
<hr/>			
Analogue	1	Register	2
Analogue	2	Register	3
Analogue	...	Register	...
Analogue	207	Register	208
<i>Analogue</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>209</i>
<i>Analogue</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
<i>Analogue</i>	<i>4999</i>	<i>Register</i>	<i>5000</i>
<i>Analogue</i>	<i>5000</i>	<i>Register</i>	<i>5001</i>
<hr/>			
Integer	1	Register	5003
Integer	2	Register	5004
Integer	...	Register	...
Integer	207	Register	5209
<i>Integer</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>5210</i>
<i>Integer</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
<i>Integer</i>	<i>4999</i>	<i>Register</i>	<i>10001</i>
<i>Integer</i>	<i>5000</i>	<i>Register</i>	<i>10002</i>

Tab. 26

5.4.3 Carel – Modbus correspondence with Modbus version 33

The size of the variable database and the corresponding extension beyond the maximum index envisaged by the Carel protocol depend on the value of the BMS_EXTENSION system variable, as shown in Tab. 11.

SUPERVISOR_EXTENSION = 0			SUPERVISOR_EXTENSION = 1		
127 A	10000 I	2048 D	5000 A	10000 I	2048 D

Tab. 27

When the value is 0 the analogue variable database has no extension, and the size coincides with the value envisaged for versions 3 and 5 of the Modbus protocol (see Tab. 8). When the value is 1, on the other hand, the extension is the same as envisaged by versions 30 and 50 (see Tab. 10). The integer and digital variables always extend beyond the maximum index managed by the Carel protocol (207). The correspondence is shown in Tab. 12, where the indices in bold are those managed by the Carel protocol, while those in italics correspond to the extension of the database if the BMS_EXTENSION system variable is 1. The Modbus addresses are the physical addresses of the registers and coils (see par. 5.1).

BMS_EXTENSION = 0				BMS_EXTENSION = 1			
CAREL		MODBUS		CAREL		MODBUS	
Type	Address	Type	Address	Type	Address	Type	Address
Digital	1	Coil	2	Digital	1	Coil	2
Digital	2	Coil	3	Digital	2	Coil	3
Digital	...	Coil	...	Digital	...	Coil	...
Digital	207	Coil	208	Digital	207	Coil	208
<i>Digital</i>	<i>208</i>	<i>Coil</i>	<i>209</i>	<i>Digital</i>	<i>208</i>	<i>Coil</i>	<i>209</i>
<i>Digital</i>	<i>209</i>	<i>Coil</i>	<i>210</i>	<i>Digital</i>	<i>209</i>	<i>Coil</i>	<i>210</i>
<i>Digital</i>	<i>...</i>	<i>Coil</i>	<i>...</i>	<i>Digital</i>	<i>...</i>	<i>Coil</i>	<i>...</i>
<i>Digital</i>	<i>2047</i>	<i>Coil</i>	<i>2048</i>	<i>Digital</i>	<i>2047</i>	<i>Coil</i>	<i>2048</i>
<i>Digital</i>	<i>2048</i>	<i>Coil</i>	<i>2049</i>	<i>Digital</i>	<i>2048</i>	<i>Coil</i>	<i>2049</i>
Analogue	1	Register	2	Analogue	1	Register	2
Analogue	2	Register	3	Analogue	2	Register	3
Analogue	...	Register	...	Analogue	...	Register	...
Analogue	126	Register	127	Analogue	206	Register	207
Analogue	127	Register	128	Analogue	207	Register	208
				<i>Analogue</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>209</i>
				<i>Analogue</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
				<i>Analogue</i>	<i>4999</i>	<i>Register</i>	<i>5000</i>
				<i>Analogue</i>	<i>5000</i>	<i>Register</i>	<i>5001</i>
Integer	1	Register	130	Integer	1	Register	5003
Integer	2	Register	131	Integer	2	Register	5004
Integer	...	Register	...	Integer	...	Register	...
Integer	207	Register	336	Integer	207	Register	5209
<i>Integer</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>337</i>	<i>Integer</i>	<i>208</i>	<i>Register</i>	<i>5210</i>
<i>Integer</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>	<i>Integer</i>	<i>...</i>	<i>Register</i>	<i>...</i>
<i>Integer</i>	<i>9999</i>	<i>Register</i>	<i>127</i>	<i>Integer</i>	<i>9999</i>	<i>Register</i>	<i>15001</i>
<i>Integer</i>	<i>10000</i>	<i>Register</i>	<i>10129</i>	<i>Integer</i>	<i>10000</i>	<i>Register</i>	<i>15002</i>

Tab. 28

6 Modbus commands

The Modbus commands implemented are described in Tab. 13. Digital variables can be read both with Read Coil Status (code 1) and Read Input Status (code 2). The controller manages these supervisor requests in the same way. Similarly, analogue and integer variables can be read with Read Holding Register (code 3) and Read Input Register (code 4).

Reading/writing of supervisor variables using the commands described in Tab. 13 during normal controller operation depends on the application software that manages these.

The controller does not verify the range of values received by writing analogue and/or integer supervisor variables using the Modbus Preset Single/Multiple Register commands.

Function code	Modbus command	Effect
1	Read Coil Status	Read digital variables
2	Read Input Status	Read digital variables
3	Read Holding Register	Read analogue and/or integer variables
4	Read Input Register	Read analogue and/or integer variables
5	Force Single Coil	Write a digital variable
6	Preset Single Register	Write an analogue or integer variable
15	Force Multiple Coils	Write a consecutive series of digital variables
16	Preset Multiple Registers	Write a consecutive series of analogue and/or integer variables
17	Report Slave ID	Request information from the controller

Tab. 29

6.1 Error codes (Modbus exceptions)

When the controller cannot perform requests from the supervisor, it returns error messages (Modbus exceptions). The Modbus exception codes managed by the controller are described in Tab. 14.

Type	Exception code	Description
0x01	ILLEGAL FUNCTION	The requested function is not implemented on the controller
0x02	ILLEGAL DATA ADDRESS	One or more addresses in the request are out of range

Tab. 30

6.2 Response to the Report Slave ID message

The Report Slave ID message is used to request specific information from the controller, such as the BIOS version and mapping of the Carel variable database to the Modbus database. The structure of the response message is described in Tab. 16.

6.2.1 BIOS version representation

The BIOS version is represented respectively by byte 6 and 7. For test or unofficial BIOS versions the content of the two bytes will be the ASCII codes for letters 'T' and 'E'. Otherwise it will be the BIOS version number, in the format a.bb (see Tab. 15)

BIOS version	BYTE 6	BYTE 7
TE	'T' = 0x54	'E' = 0x45
A.BB	A	BB

Tab. 31

6.2.2 Example response

Fig. 4 shows an example of a response to the Report Slave ID message by the controller, assuming the following:

Address = 1

BIOS = 5.12

Modbus version = 33

BMS_EXTENSION = 1

01,11,16,C9,FF,05,0C,13,88,27,10,08,00,00,02,13,89,13,8B,3A,9A,00,02,08,01,64,08

Fig. 8

Byte	Contained	Description
4	Controller code	201 (type pCO)
5	0xFF	Run status: ON
6,7	BIOS version	BIOS version installed on the controller
8,9	Maximum number of analogue var.	See par. 5
10,11	Maximum number of integer var.	See par. 5
12,13	Maximum number of digital var.	See par. 5
14,15	Data address of the register corresponding to the first analogue variable	See par. 5
16,17	Data address of the register corresponding to the last analogue variable	See par. 5
18,19	Data address of the register corresponding to the first integer variable	See par. 5
20,21	Data address of the register corresponding to the last integer variable	See par. 5
22,23	Data address of the coil corresponding to the first digital variable	See par. 5
24,25	Data address of the coil corresponding to the last digital variable	See par. 5

Tab. 32

7 Supervisor timeout setting

The value of the timeout to be set on the supervisor to await a response from the controller depends on the communication baud rate. Typical values when the baud rate is 19200 are:

timeout: ≥ 1000 ms

turnaround delay¹⁰: from 50 to 200 ms

¹⁰ Delay before a subsequent request after having received the response to the previous one.

CAREL

CAREL INDUSTRIES HeadQuarters

Via dell'Industria, 11 - 35020 Brugine - Padova (Italy)

Tel. (+39) 049.9716611 - Fax (+39) 049.9716600

e-mail: carel@carel.com - www.carel.com

Agenzia / Agency: