



SCHEDA A MICROCONTROLLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE

Descrizione delle caratteristiche della scheda 0030

F. Fiocchi, M. Morsiani, G. Maccaferri, A. Orlati

Rapporto interno IRA N°359/04



Indice argomenti

| | | |
|-----------|--|----|
| 1. | DESCRIZIONE DELLA SCHEDA | 6 |
| 2. | COMPONENTI MONTATI SULLA SCHEDA | 8 |
| 2.1 | MICROCONTROLORE | 9 |
| 2.1.1 | <i>Caratteristiche del microcontrollore</i> 10 | |
| 2.2 | RESET | 11 |
| 2.3 | OROLOGIO | 12 |
| 2.4 | TERMOMETRO | 13 |
| 2.5 | EEPROM | 14 |
| 2.5.1 | <i>Caratteristiche della eeprom</i> 14 | |
| 2.6 | CONVERTITORI A/D A 24BIT | 15 |
| 2.6.1 | <i>Alimentazione del convertitore A/D a 24bit</i> 18 | |
| 2.6.2 | <i>Selezione del clock dei convertitori A/D a 24bit</i> 19 | |
| 2.6.2.1 | Canali 8 e 9 del convertitore U7 (A/D a 24bit) | 20 |
| 2.6.2.2 | Canali 10 e 11 del convertitore U8 (A/D a 24bit) | 20 |
| 2.6.2.3 | Canali 12 e 13 del convertitore U9 (A/D a 24bit) | 21 |
| 2.6.2.4 | Canali 14 e 15 del convertitore U10 (A/D a 24bit) | 21 |
| 2.6.3 | <i>Selezione dei riferimenti dei convertitori A/D a 24bit</i> 22 | |
| 2.6.3.1 | Canali 8 e 9 del convertitore U7 (A/D a 24bit) | 23 |
| 2.6.3.1.1 | Tensione di riferimento per i canali 8 e 9 | 23 |
| 2.6.3.1.2 | Tensione di bias per i canali 8 e 9 | 23 |
| 2.6.3.2 | Canali 10 e 11 del convertitore U8 (A/D a 24bit) | 24 |
| 2.6.3.2.1 | Tensione di riferimento per i canali 10 e 11 | 24 |
| 2.6.3.2.2 | Tensione di bias per i canali 10 e 11 | 24 |
| 2.6.3.3 | Canali 12 e 13 del convertitore U9 (A/D a 24bit) | 25 |
| 2.6.3.3.1 | Tensione di riferimento per i canali 12 e 13 | 25 |
| 2.6.3.3.2 | Tensione di bias per i canali 12 e 13 | 25 |
| 2.6.3.4 | Canali 14 e 15 del convertitore U10 (A/D a 24bit) | 26 |
| 2.6.3.4.1 | Tensione di riferimento per i canali 14 e 15 | 26 |
| 2.6.3.4.2 | Tensione di bias per i canali 14 e 15 | 26 |
| 2.6.4 | <i>Caratteristiche del convertitore</i> 27 | |
| 2.7 | CPLD | 28 |
| 3. | INPUT/OUTPUT DELLA SCHEDA | 30 |
| 3.1 | SEZIONE DIGITALE | 32 |
| 3.2 | SEZIONE ANALOGICA | 34 |
| 3.2.1 | <i>Input analogico</i> 34 | |
| 3.2.2 | <i>Output analogico</i> 36 | |
| 4. | CANALI DI COMUNICAZIONE DELLA SCHEDA | 37 |
| 4.1 | CANALE SERIALE IIC | 37 |
| 4.2 | CANALE SERIALE SCI | 38 |
| 4.2.1 | <i>RS232</i> 39 | |
| 4.2.2 | <i>RS485</i> 40 | |
| 4.3 | CANALE SERIALE CAN | 41 |
| 4.4 | CANALE SERIALE SPI | 42 |



| | | |
|-------|--|----|
| 5. | SVILUPPO E PROGRAMMAZIONE DELLA SCHEDA | 43 |
| 5.1 | SVILUPPO E PROGRAMMAZIONE DEL MICROCONTROLLORE | 43 |
| 5.1.1 | <i>Software di sviluppo del microcontrollore</i> | 44 |
| 5.1.2 | <i>Software di programmazione del microcontrollore</i> | 45 |
| 5.2 | SVILUPPO E PROGRAMMAZIONE DELLA CPLD | 46 |
| 5.2.1 | <i>Software di sviluppo della CPLD</i> | 47 |
| 5.2.2 | <i>Software di programmazione della CPLD</i> | 48 |
| 6. | CONNESSIONI DELLA SCHEDA | 49 |
| 6.1 | CONNETTORE J1 DA 60 PIN (SEZIONE LOGICA) | 49 |
| 6.2 | CONNETTORE J2 DA 60 PIN (SEZIONE ANALOGICA) | 50 |
| 6.3 | CONNETTORE J3 DA 6 PIN (ALIMENTAZIONI SEZIONI LOGICA/ANALOGICA/OROLOGIO) | 51 |
| 6.4 | CONNETTORE J4 DA 6 PIN (CANALE DI PROGRAMMAZIONE DELLA CPLD) | 51 |
| 6.5 | CONNETTORE J5 DA 14 PIN (RS232 / RS485 PRIMARIA NON ISOLATA PER APPLICAZIONE LOCALE) | 52 |
| 6.6 | CONNETTORE J6 DA 4 PIN (CAN BUS PRIMARIO NON ISOLATO PER APPLICAZIONE LOCALE) | 52 |
| 6.7 | CONNETTORE J7 DA 4 PIN (IIC BUS NON ISOLATO PER APPLICAZIONE LOCALE) | 53 |
| 7. | INGOMBRI | 54 |
| 8. | CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELLA SCHEDA | 55 |
| 8.1 | SEZIONE LOGICA | 55 |
| 8.1.1 | <i>Tensioni di alimentazione logica</i> | 55 |
| 8.1.2 | <i>Input/Output logici</i> | 56 |
| 8.2 | SEZIONE ANALOGICA | 57 |
| 8.2.1 | <i>Tensioni di alimentazione analogica</i> | 57 |
| 8.2.2 | <i>Input/Output analogici</i> | 58 |
| 9. | LISTATO COMPONENTI | 59 |
| 10. | SCHEMATICO ELETTRONICO COMPLESSIVO DELLA SCHEDA | 64 |



Indice figure

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Vista scheda 0030 | 6 |
| Figura 2 - Vista schede 0030 e 0040 accoppiate | 7 |
| Figura 3 - Architettura del microcontrollore | 9 |
| Figura 4 - Schema interno del DS1811 | 11 |
| Figura 5 - Schema del circuito di reset | 11 |
| Figura 6 - Schema interno del DS1302 | 12 |
| Figura 7 - Schema dell'orologio e della connessione alla batteria | 12 |
| Figura 8 - Schema interno del LM74 | 13 |
| Figura 9 - Schema del termometro | 13 |
| Figura 10 - Schema interno del M95640 | 14 |
| Figura 11 - Schema della EEPROM | 14 |
| Figura 12 - Schema interno del AD7710 | 15 |
| Figura 13 - Collegamento dei canali A/D a 24 bit (particolare del connettore J2) | 15 |
| Figura 14 - Misura con riferimento fisso | 16 |
| Figura 15 - Misura con riferimento variabile | 16 |
| Figura 16 - Alimentazione analogica (particolari dei connettori J2 e J3) | 17 |
| Figura 17 - Schema dei convertitori A/D a 24bit | 17 |
| Figura 18 - Modalità bipolare (particolare dei connettori J2 e J3) | 18 |
| Figura 19 - Modalità unipolare (particolare dei connettori J2 e J3) | 18 |
| Figura 20 - Collegamento dei canali 8 e 9 (particolare del connettore J2) | 23 |
| Figura 21 - Collegamento dei canali 10 e 11 (particolare del connettore J2) | 24 |
| Figura 22 - Collegamento dei canali 12 e 13 (particolare del connettore J2) | 25 |
| Figura 23 - Collegamento dei canali 14 e 15 (particolare del connettore J2) | 26 |
| Figura 24 - Schema interno del M4A5 64/64 | 28 |
| Figura 25 - Schema della CPLD | 29 |
| Figura 26 - Connettore di programmazione della CPLD | 29 |
| Figura 27 - Schema elettrico funzionale dei tipi di ingressi/uscite del microcontrollore. | 30 |
| Figura 28 - Connessioni Input/Output digitali ed analogici al microcontrollore | 31 |
| Figura 29 - Connessioni Input/Output digitali - collegamento tra microcontrollore e J1 | 32 |
| Figura 30 - Connessioni Input/Output analogici - collegamento tra microcontrollore e J2 | 34 |
| Figura 31 - Schema interno del convertitore A/D a 10bit del microcontrollore | 35 |
| Figura 32 - Schema interno del convertitore D/A a 8/10bit del microcontrollore | 36 |
| Figura 33 - Schema canale seriale IIC | 37 |
| Figura 34 - Collegamento del canale IIC (particolare del connettore J1) | 37 |
| Figura 35 - Schema canale seriale SCI | 38 |
| Figura 36 - Collegamento del secondo canale SCI (particolare del connettore J1) | 38 |
| Figura 37 - Schema del cavetto adattatore dal connettore J5 a DB9 femmina | 39 |
| Figura 38 - Connessione a J5 tipo DTE/DCE | 39 |
| Figura 39 - Schema canale seriale CAN BUS | 41 |
| Figura 40 - Collegamento del secondo canale CAN (particolare del connettore J1) | 41 |
| Figura 41 - Collegamento del canale SPI (particolare del connettore J1) | 42 |
| Figura 42 - Schema del cavetto adattatore dal connettore J4 a DB25 maschio | 46 |
| Figura 43 - Connettore J1 | 49 |
| Figura 44 - Connettore J2 | 50 |
| Figura 45 - Connettore J3 | 51 |
| Figura 46 - Connettore J4 | 51 |
| Figura 47 - Connettore J5 | 52 |
| Figura 48 - Connettore J6 | 52 |
| Figura 49 - Connettore J7 | 53 |
| Figura 50 - Ingombri della scheda | 54 |



Indice tabelle

| | |
|--|----|
| Tabella 1 - Relazione tra guadagno e frequenza di campionamento | 19 |
| Tabella 2 - Equivalenza componenti per selezione del clock (canali 8 e 9) | 20 |
| Tabella 3 - Equivalenza componenti per selezione del clock (canali 10 e 11) | 20 |
| Tabella 4 - Equivalenza componenti per canali 8 e 9 | 23 |
| Tabella 5 - Equivalenza componenti per canali 10 e 11 | 24 |
| Tabella 6 - Equivalenza componenti per canali 12 e 13 | 25 |
| Tabella 7 - Equivalenza componenti per canali 14 e 15 | 26 |
| Tabella 8 - Caratteristiche elettriche dei tipi di ingressi/uscite del microcontrollore. | 30 |
| Tabella 9 - Caratteristiche elettriche e funzionali degli ingressi/uscite digitali del microcontrollore. | 33 |
| Tabella 10 - Caratteristiche elettriche e funzionali degli ingressi analogici del microcontrollore. | 34 |
| Tabella 11 - Caratteristiche elettriche e funzionali delle uscite analogiche del microcontrollore. | 36 |
| Tabella 12 - Funzione dei contatti di J1. | 49 |
| Tabella 13 - Funzione dei contatti di J2. | 50 |
| Tabella 14 - Funzione dei contatti di J3. | 51 |
| Tabella 15 - Funzione dei contatti di J4. | 51 |
| Tabella 16 - Funzione dei contatti di J5. | 52 |
| Tabella 17 - Funzione dei contatti di J6. | 52 |
| Tabella 18 - Funzione dei contatti di J7. | 53 |



1. Descrizione della scheda

L'unità a microcontrollore in oggetto è stata sviluppata per semplificare la progettazione di nuove elettroniche atte a realizzare strumenti di acquisizione e/o di controllo mediante l'utilizzo di canali di input/output digitali ed analogici.

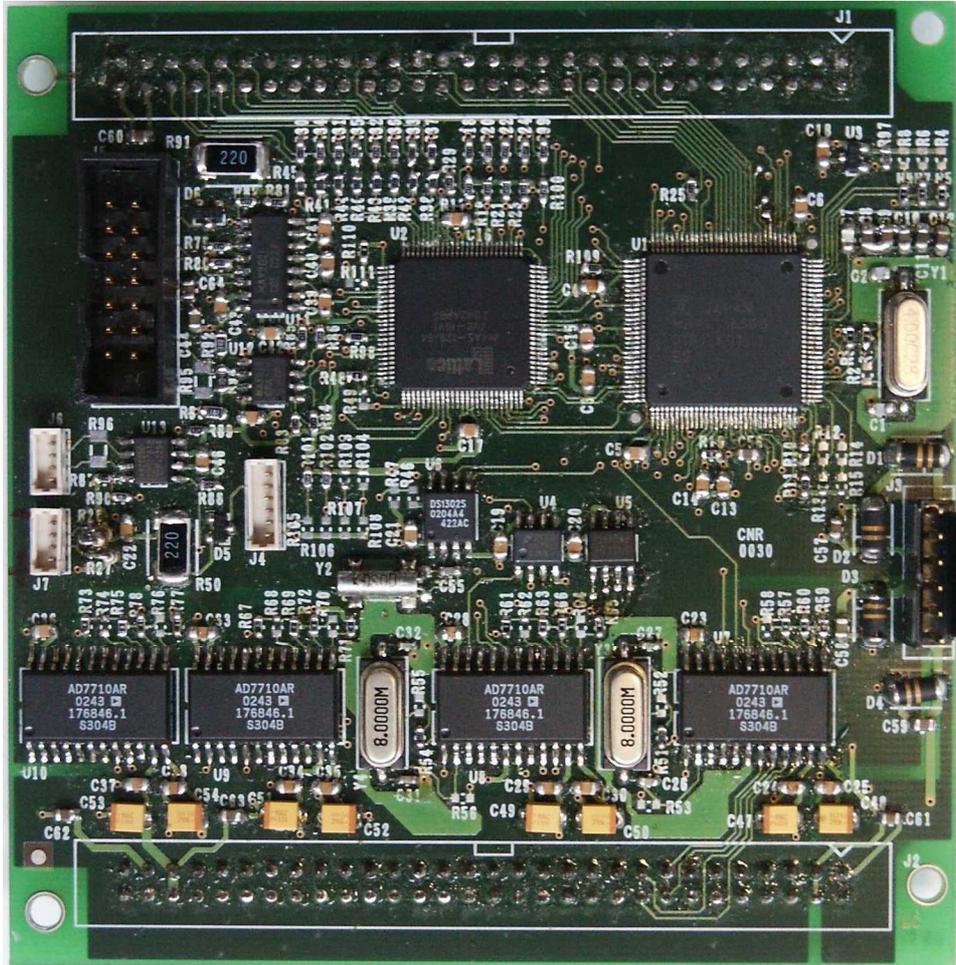


Figura 1 - Vista scheda 0030

Le principali caratteristiche sono quindi di *input/output* e di *comunicazione*, quali:

- 32 input/output *digitali TTL*.
- 8 input analogici single-ended unipolari con convertitori *A/D a 10 bit*.
- 2 output analogici single-ended unipolari con convertitori *D/A a 10 bit*
- 8 input analogici differenziali unipolari/bipolari con convertitori *A/D a 24bit*.
- 1 canale di comunicazione seriale tipo *IIC BUS*.
- 2 canali di comunicazione seriale tipo *SCI* (UART).
- 2 canali di comunicazione seriale tipo *CAN BUS*.
- 1 canale di comunicazione seriale tipo *SPI BUS*.

Il progetto della scheda è stato sviluppato in seguito ad una attenta selezione dei componenti, in modo da ottenere buone prestazioni in dimensioni ridotte e con costi contenuti. L'architettura



utilizzata è di tipo modulare in quanto consente ulteriori economie in caso si esegua il montaggio dei soli componenti strettamente necessari all'applicazione.

Tutti i dispositivi presenti sulla scheda sono collegabili al mondo esterno mediante connettori in modo da permettere l'arricchimento della struttura. Si possono aggiungere esternamente alla scheda ulteriori periferiche e realizzare elettroniche di contorno atte al condizionamento dei segnali più adeguato per l'applicazione.

Un esempio è rappresentato dalla scheda 0040 dove sono stati inseriti dei foto-accoppiatori e relè allo stato solido per isolare i canali di I/O digitali e renderli compatibili a segnali in corrente continua ed alternata fino a 48Vac/Vdc. Anche gli ingressi analogici sono stati protetti e condizionati per permettere l'acquisizione di segnali in tensione superiori rispetto alle caratteristiche dei componenti utilizzati. La scheda 0040 è sviluppata in formato singola-europa ed accoppiata con la scheda 0030 può essere inserita in un rack.

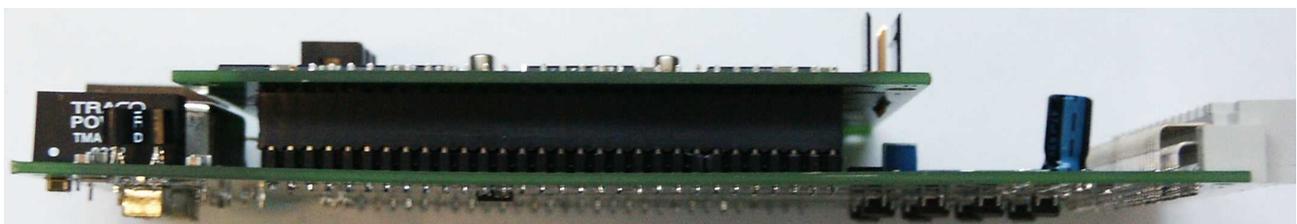
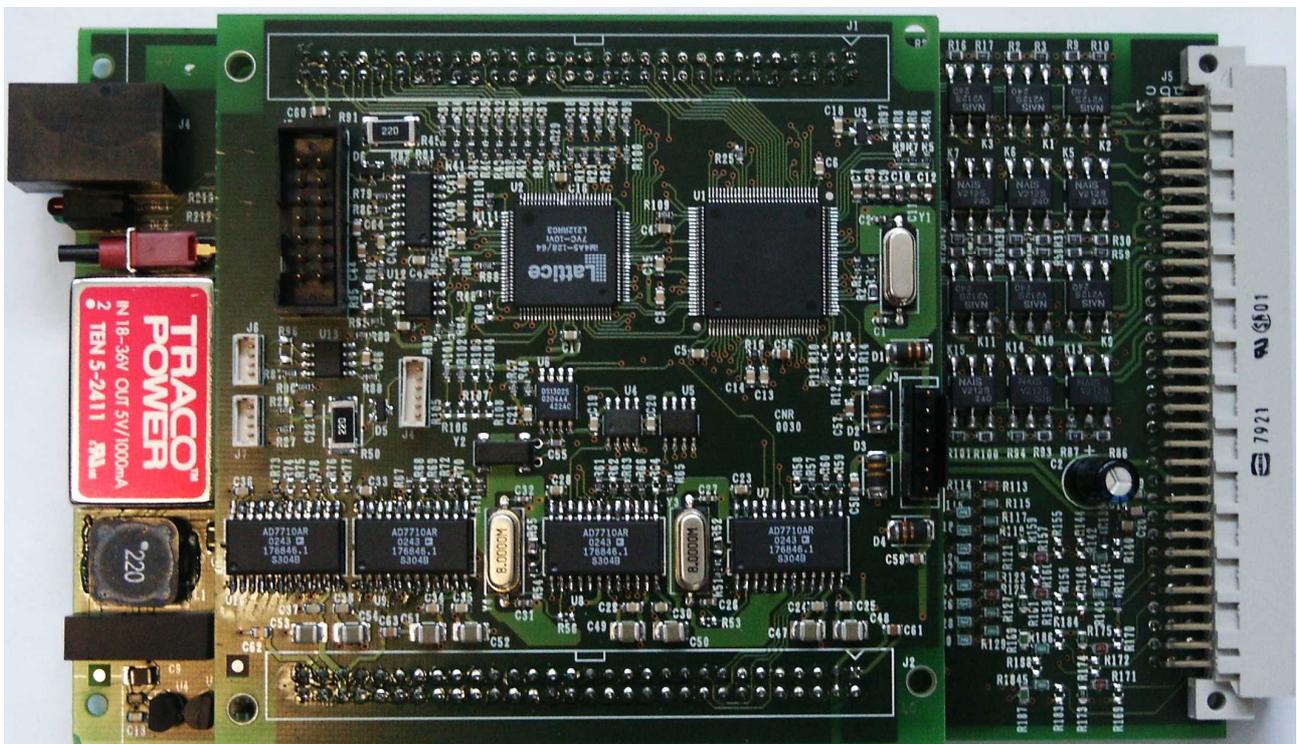


Figura 2 - Vista schede 0030 e 0040 accoppiate



2. Componenti montati sulla scheda

Il cuore del progetto è un microcontrollore ad elevate prestazioni e basso costo in grado di garantire una buona velocità di esecuzione del codice e di calcolo, con un ampio spazio di memoria per contenere i programmi, i dati volatili e non. Le caratteristiche della scheda in termini di comunicazione e di input/output analogico/digitale, a eccezione dei soli canali di input analogico a 24bit, si basano principalmente sulle potenzialità del microcontrollore stesso.

Al *microcontrollore* sono stati aggiunti:

- un monitor per l'alimentazione digitale con generatore di *reset*.
- un *orologio* in grado di funzionare anche in assenza di alimentazione mediante il collegamento di una batteria esterna.
- un *termometro*.
- una *EEPROM* per memorizzare in modo rapido i dati non volatili.
- quattro *convertitori A/D da 24 bit* a doppio canale del tipo sigma/delta con ingresso differenziale.
- una logica programmabile *CPLD*
- l'elettronica necessaria a rendere disponibile il canale seriale *IIC BUS*.
- l'elettronica necessaria a rendere disponibile uno dei due canali seriali asincroni *SCI* (UART), secondo gli standard *RS232* ed *RS485*.
- l'elettronica necessaria a rendere disponibile uno dei due canali seriali asincroni, secondo lo standard *CAN BUS* ver.2.0 A e/o B.



2.1 Microcontrollore

Il controllo della scheda è costituito da un microcontrollore RISC a 32bit della famiglia FR50 FUJITSU che, mediante un quarzo esterno da 4MHz ed un PLL interno, è in grado di operare ad una frequenza che può essere selezionata tra 2/16/24/32/40/48/64 MHz.

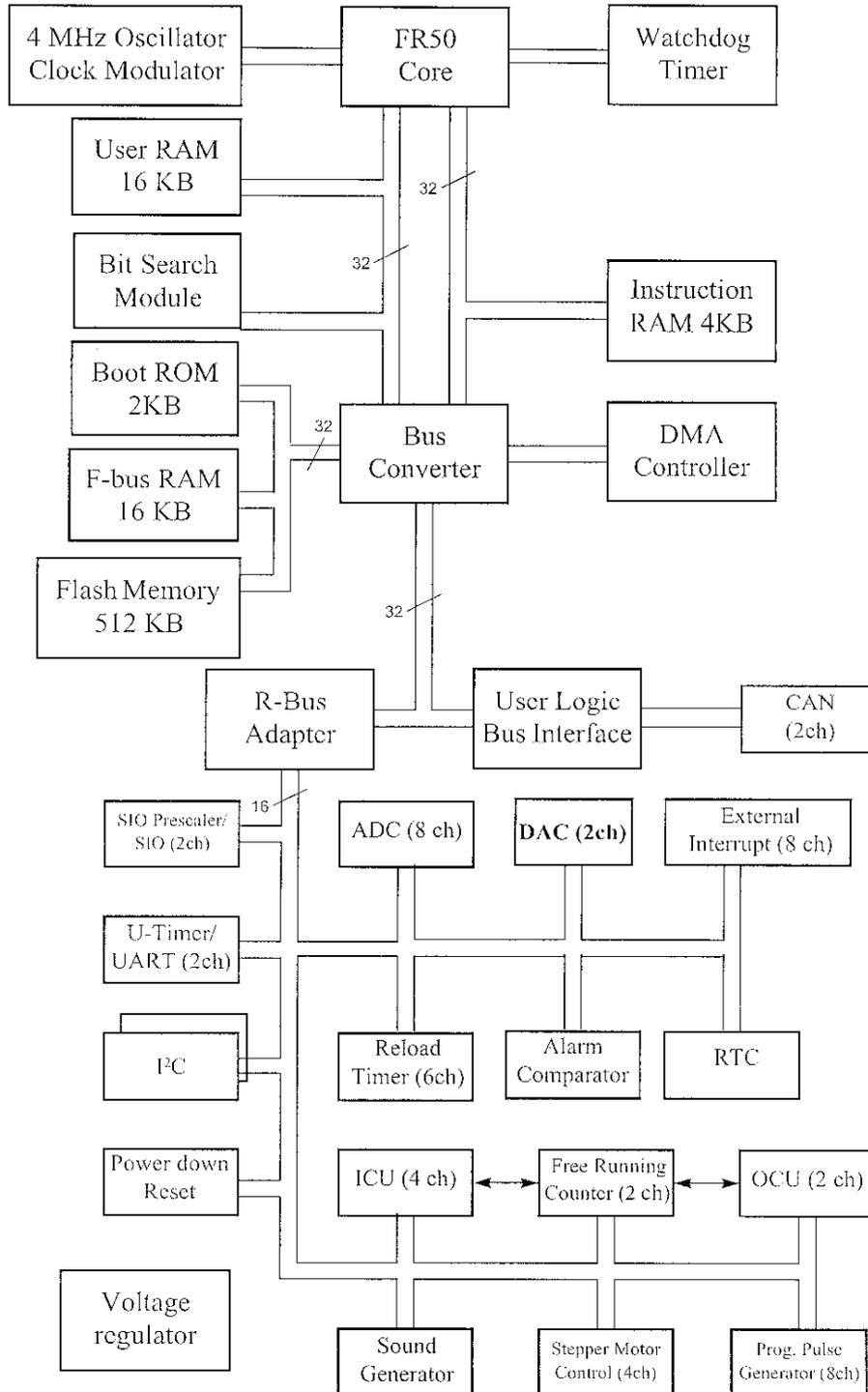


Figura 3 - Architettura del microcontrollore



2.1.1 Caratteristiche del microcontrollore

Le principali caratteristiche di questo componente sono:

- Core 32-bit Fujitsu RISC con possibilità di funzionare fino a 64MHz (15,5nsec / istruzione).
- Pipeline a 5 stadi.
- 4Kbyte di RAM per istruzioni (cache).
- 16KByte di RAM sul DATA Bus per la memorizzazione dei dati.
- 16KByte di RAM sul FLASH Bus per la memorizzazione dei dati o per l'esecuzione del codice.
- 512 KByte di memoria FLASH, divisa in settori:
 - settori 0/1/2 da 128KByte
 - settore 3 da 64KByte
 - settori 4/5 da 16KByte
 - settore 6 da 32Kbyte
- 2KByte di BOOT-ROM contenente il codice per la programmazione ISP della flash.
- DMA controller da 5 canali.
- Interrupt Controller a 16 livelli di priorità
- Convertitore A/D da 8 canali:
 - 10 Bit di risoluzione.
 - Conversione singola / continua.
 - Tipo ad approssimazioni successive con ingresso *Sample and hold*.
 - Tempo di conversione minimo: 178 cicli di clock (5,6µsec a 32MHz)
 - Selezione del trigger di conversione interno, esterno o combinato.
- Convertitore D/A da 2 canali:
 - Selezione 8/10 Bit di risoluzione.
- Generatori di suoni:
 - 8 Bit di risoluzione.
 - Frequenze da 300Hz a 5KHz.
- Canale di comunicazione seriale sincrono del tipo IIC bus compatibile versione 1.0 e 2.0:
 - Tipo di comunicazione Half-Duplex.
 - Indirizzamento a 7bit e velocità di 100Kbit/sec (ver.1.0).
 - Indirizzamento a 10bit e velocità di 400Kbit/sec (ver.2.0).
- Doppio canale di comunicazione seriale sincrono del tipo SPI:
 - Tipo di comunicazione Full-Duplex.
 - Velocità di 5Mbit/sec.
- Doppio canale di comunicazione seriale asincrono del tipo CAN bus versione 2.0A e B:
 - Tipo di comunicazione Full-Duplex.
 - Velocità di 1Mbit/sec.
- Doppio canale di comunicazione seriale asincrono del tipo UART:
 - Tipo di comunicazione Full-Duplex.
 - Velocità di 1Mbit/sec.
- Generatore di PWM ad 8 canali:
 - 16 Bit di risoluzione.
- Generatore di forme d'onda per il pilotaggio di motori di tipo STEP (fino a 16 KHz).

2.2 Reset

L'alimentazione della sezione logica è controllata dall'integrato DS1811R5 della Dallas che genera un segnale di reset da 150msec. quando la tensione scende sotto la soglia del -5%. Al di sotto di tale soglia il microcontrollore non potrebbe funzionare correttamente.

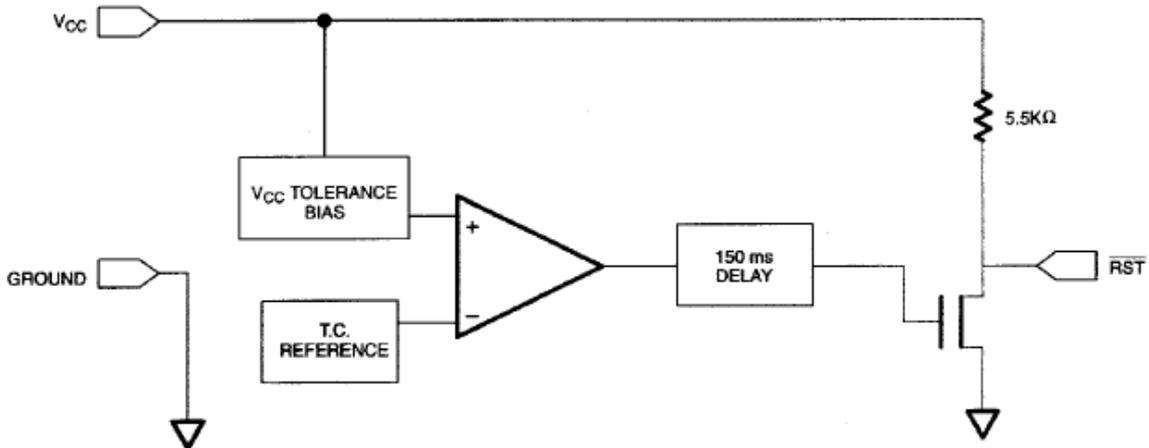


Figura 4 - Schema interno del DS1811

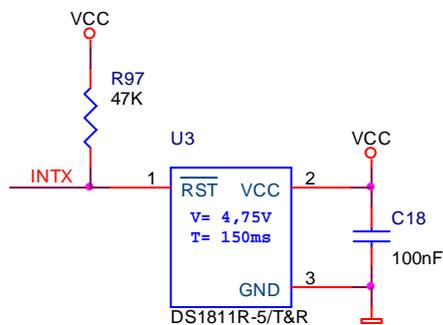


Figura 5 - Schema del circuito di reset

Di seguito sono riportate le caratteristiche del quarzo utilizzato:

- Durata impulso di reset: 150msec.
- Trip point min.: 5%.
- Trip point max.: 10%.

2.3 Orologio

L'orologio della scheda (RTC - Real Time Clock) è realizzato con l'integrato DS1302 della Dallas e può essere alimentato con una tensione compresa tra 2 e 5Vdc in modo indipendente dal resto della logica, mediante un apposito ingresso sul connettore di alimentazione della scheda. La precisione dell'orologio dipende dalla stabilità del quarzo, che lavora alla frequenza tipica di tutti gli orologi digitali compresi quelli da polso.

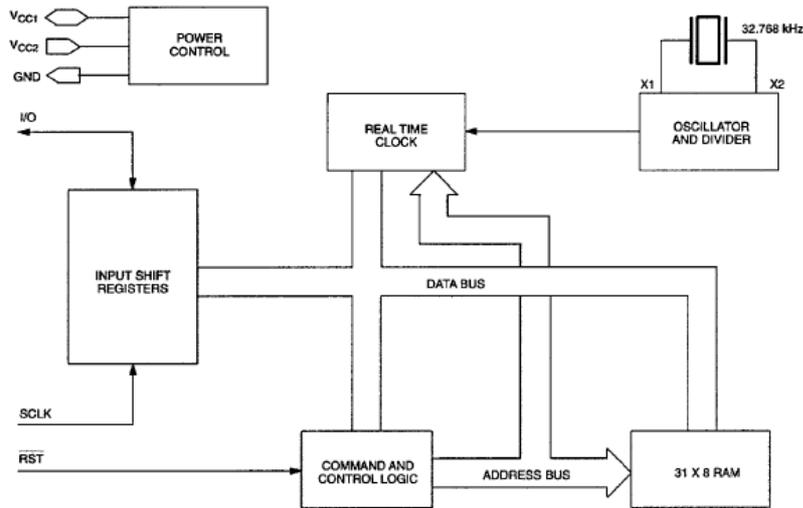


Figura 6 - Schema interno del DS1302

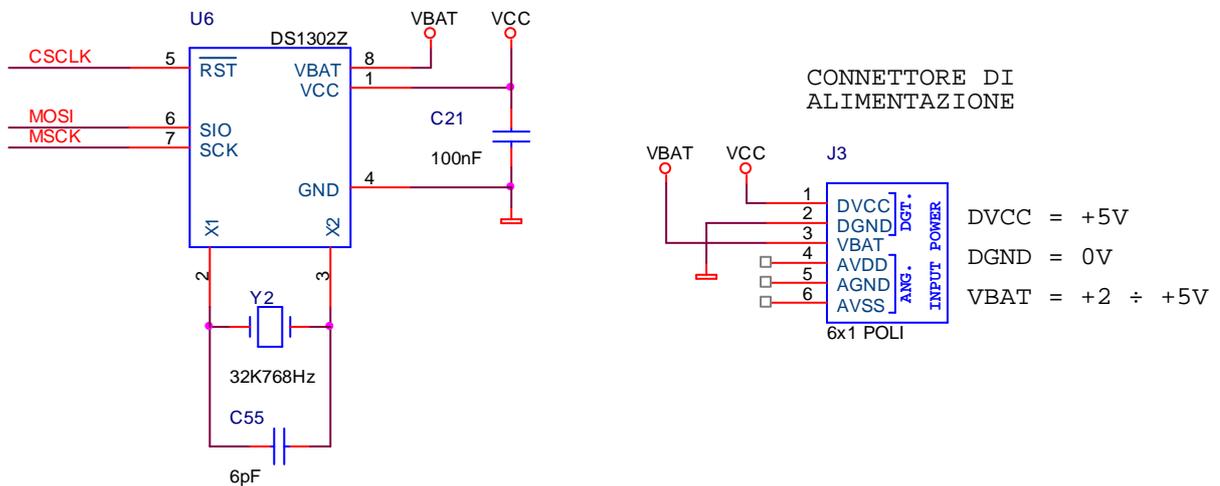


Figura 7 - Schema dell'orologio e della connessione alla batteria

Di seguito sono riportate le caratteristiche del quarzo utilizzato:

- Frequenza: 32,768KHz.
- Tolleranza min.: ± 3 ppm a 25°C.
- Tolleranza max.: ± 20 ppm tra 0°÷50%.

2.4 Termometro

La temperatura della scheda può essere letta mediante l'integrato LM74 della National. Essa può variare dipendentemente dalla frequenza di funzionamento selezionata per il core del microcontrollore.

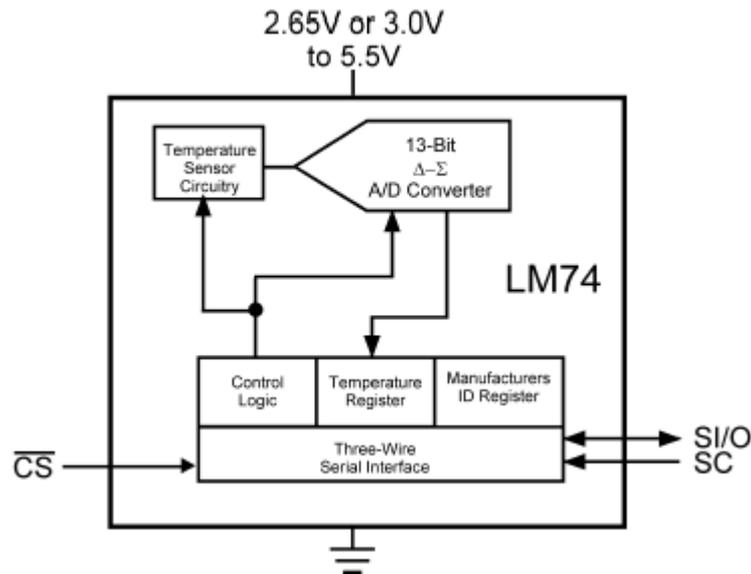


Figura 8 - Schema interno del LM74

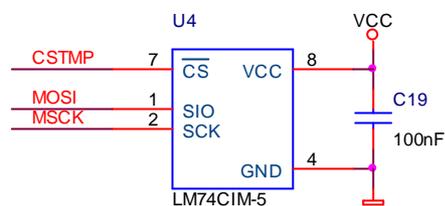


Figura 9 - Schema del termometro

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche del termometro:

- 13Bit di risoluzione (12bit + segno).
- Risoluzione di misura 0,0625°C.
- Accuratezza di $\pm 1,25^\circ\text{C}$ nell'intervallo $-10 / +65^\circ\text{C}$.
- Errore di misura di $\pm 0,3^\circ\text{C}$ per fluttuazioni di alimentazione del $\pm 10\%$.

2.5 EEPROM

Sulla scheda è presente una eeprom per la memorizzazione permanente dei dati, la cui capacità dipende dal componente montato e può variare da un minimo di 4Kbyte ad un massimo di 128KByte. La funzione principale della eeprom è di conservare i dati di configurazione della scheda, ma vi è sufficiente spazio per contenere altre informazioni come ad esempio uno storico degli errori oppure una serie di dati acquisiti mediante i canali digitali ed analogici.

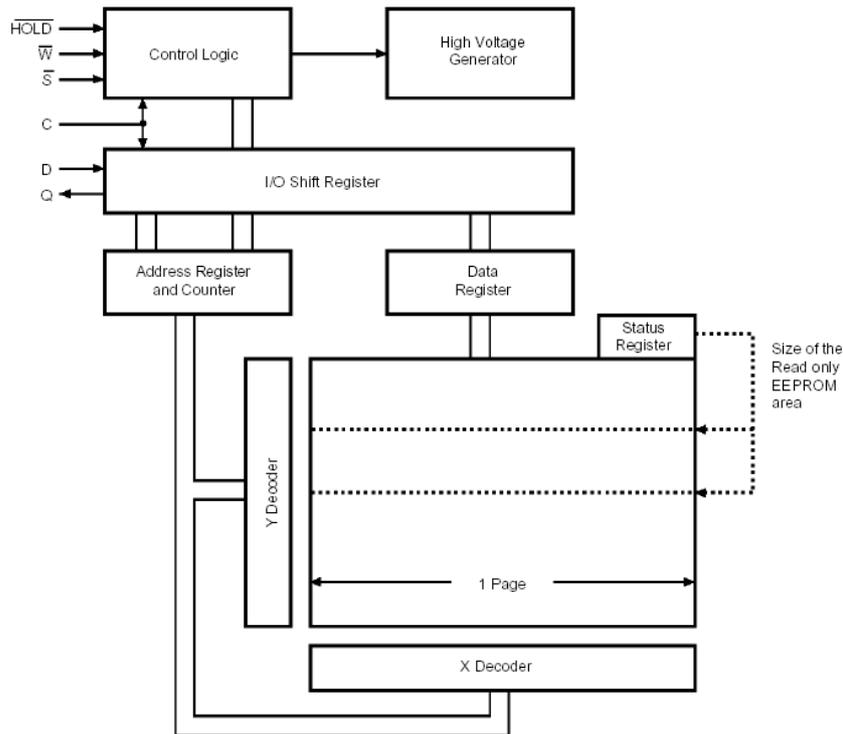


Figura 10 - Schema interno del M95640

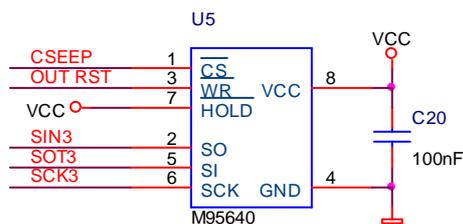


Figura 11 - Schema della EEPROM

2.5.1 Caratteristiche della eeprom

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche della eeprom montata (M95640 della ST):

- Dimensione 8Kbyte.
- Cicli di lettura/scrittura 100000.
- Ritenzione dati min.40 anni.

2.6 Convertitori A/D a 24bit

La sezione della scheda che fornisce gli 8 canali analogici (dal canale 8 al 15) unipolari/bipolari a 24bit di risoluzione, è realizzata attraverso l'utilizzo di 4 integrati AD7710 della ANALOG DEVICES. Ogni integrato possiede un unico convertitore del tipo sigma/delta ed un multiplexer a due canali a cui sono collegati due ingressi distinti. Ciascun canale è fornito di front-end indipendente con amplificatore a guadagno variabile ed un filtro passa-basso con frequenza di taglio programmabile. Gli integrati hanno inoltre un ingresso per la sincronizzazione dell'acquisizione e prevedono tre differenti modalità di calibrazione.

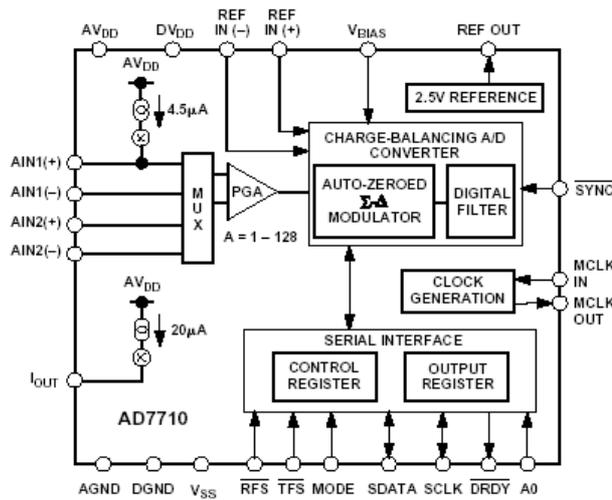


Figura 12 - Schema interno del AD7710

Gli ingressi dei segnali di riferimento e quelli di acquisizione sono di tipo differenziale e consentono un'ampia gamma di applicazioni; per questo si è cercato di disegnare un circuito applicativo che non pregiudicasse alcun tipo di soluzione, collegando al connettore della sezione analogica J2 tutti gli ingressi e le uscite dei convertitori utili allo scopo.

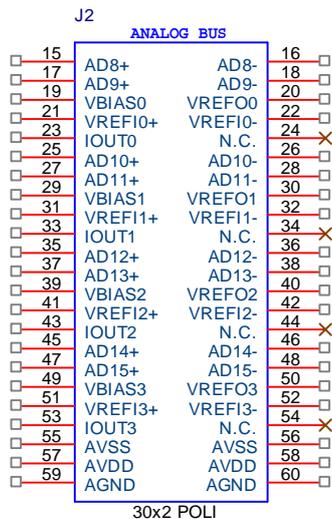


Figura 13 - Collegamento dei canali A/D a 24 bit (particolare del connettore J2)

In questo modo si possono realizzare i circuiti più adeguati al tipo di grandezza da misurare, come nei seguenti esempi applicativi.

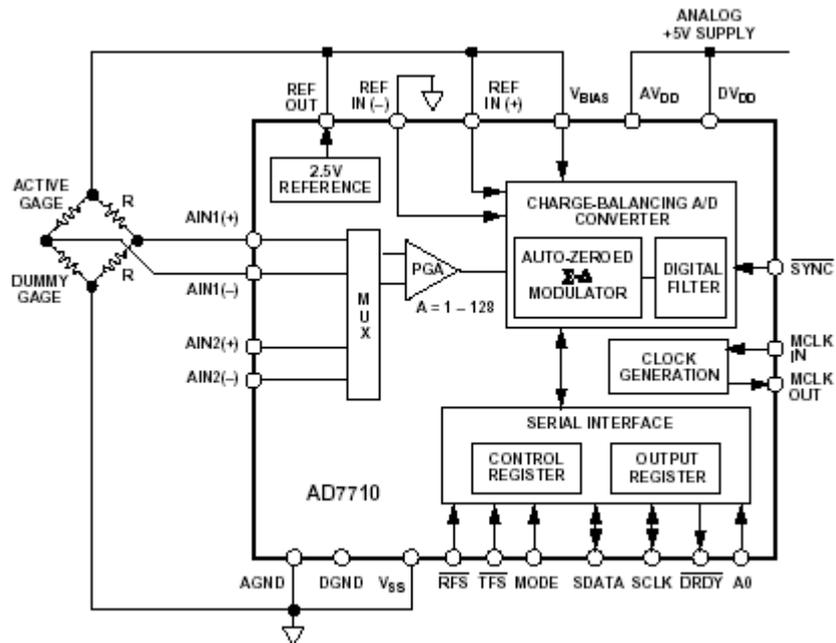


Figura 14 - Misura con riferimento fisso

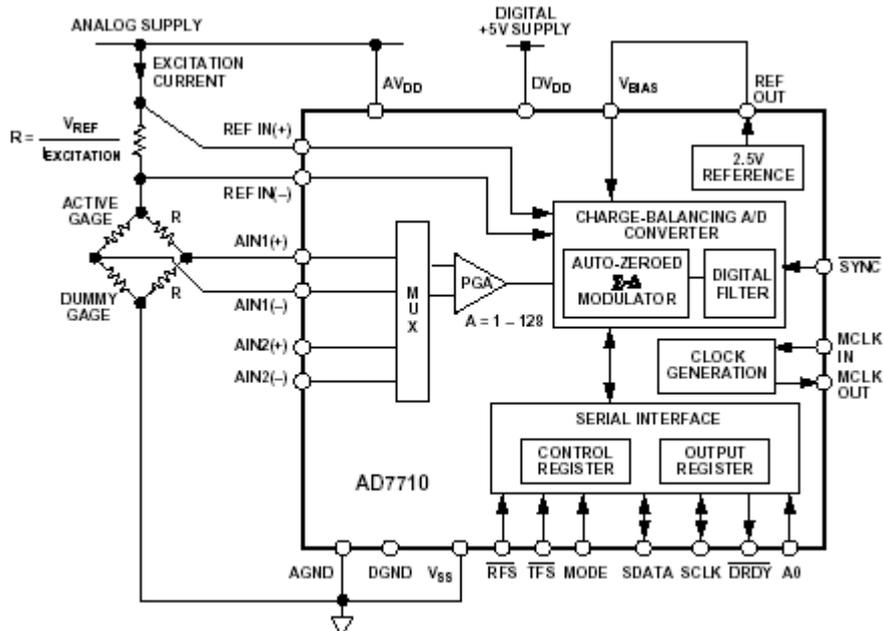


Figura 15 - Misura con riferimento variabile



Le alimentazioni necessarie agli integrati sono di due tipi, quella della sezione digitale che è collegata al resto della logica della scheda e quella della sezione analogica accessibile mediante due connettori distinti J2 e/o J3, indifferentemente utilizzabili in base alle esigenze applicative.

Attenzione: non è possibile alimentare la sezione analogica senza avere alimentato anche quella digitale, perché si potrebbero danneggiare i convertitori.

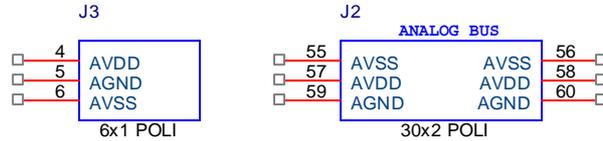


Figura 16 - Alimentazione analogica (particolari dei connettori J2 e J3)

La fonte di clock ai convertitori può essere unificata in modo da ottenere una perfetta sincronizzazione di conversione, oppure può essere differenziata mediante opportune configurazioni hardware e software. Anche i riferimenti analogici dei convertitori possono essere configurati in modo uniforme o differenziati a seconda dell'applicazione.

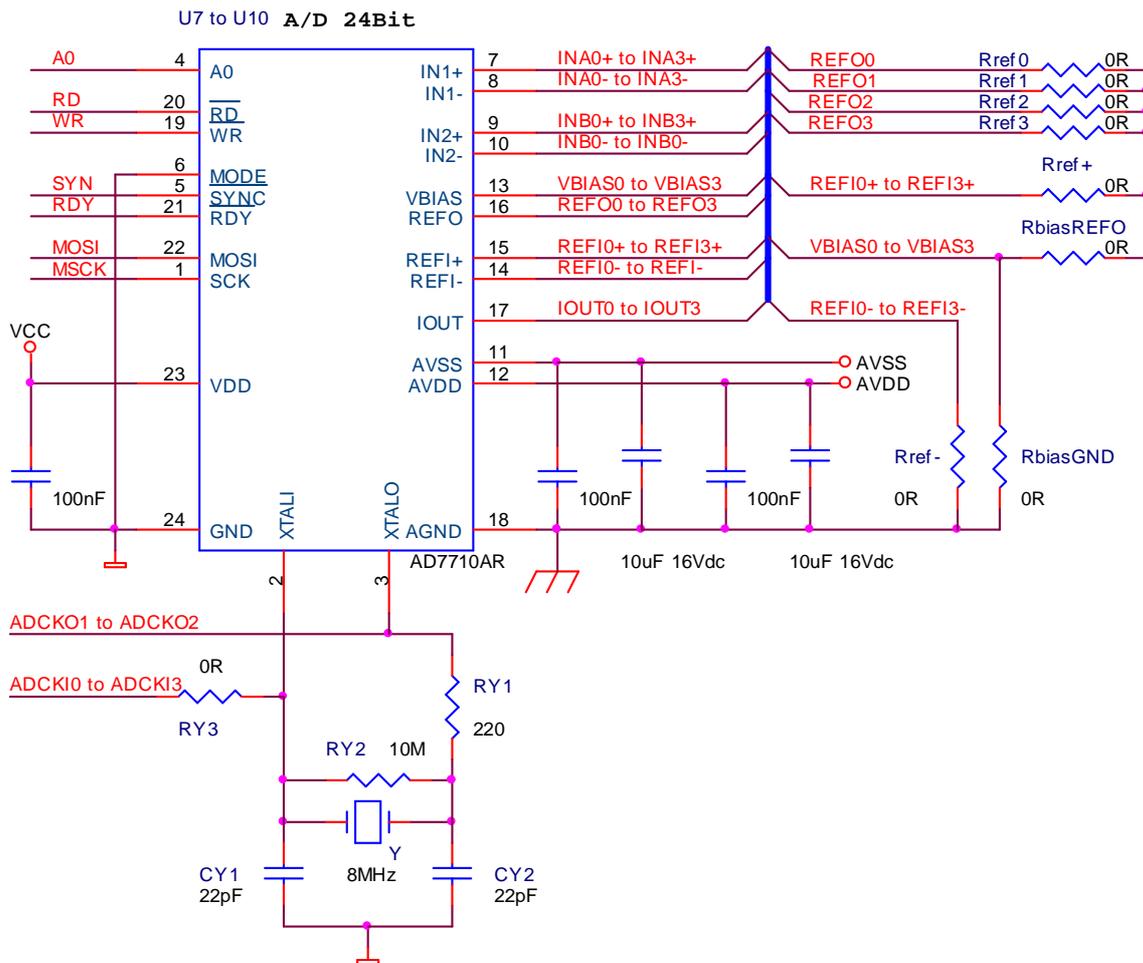


Figura 17 - Schema dei convertitori A/D a 24bit

2.6.1 Alimentazione del convertitore A/D a 24bit

L'alimentazione della sezione analogica può essere applicata attraverso il connettore di alimentazione J3 oppure attraverso il connettore di espansione della sezione analogica J2. Il tipo di alimentazione applicato alla sezione analogica determina il campo di acquisizione del segnale tra la modalità bipolare e quella unipolare per tutti e quattro i convertitori. Nelle pagine seguenti indicheremo con AVDD l'alimentazione analogica positiva, con AGND la massa analogica e con AVSS l'alimentazione analogica negativa.

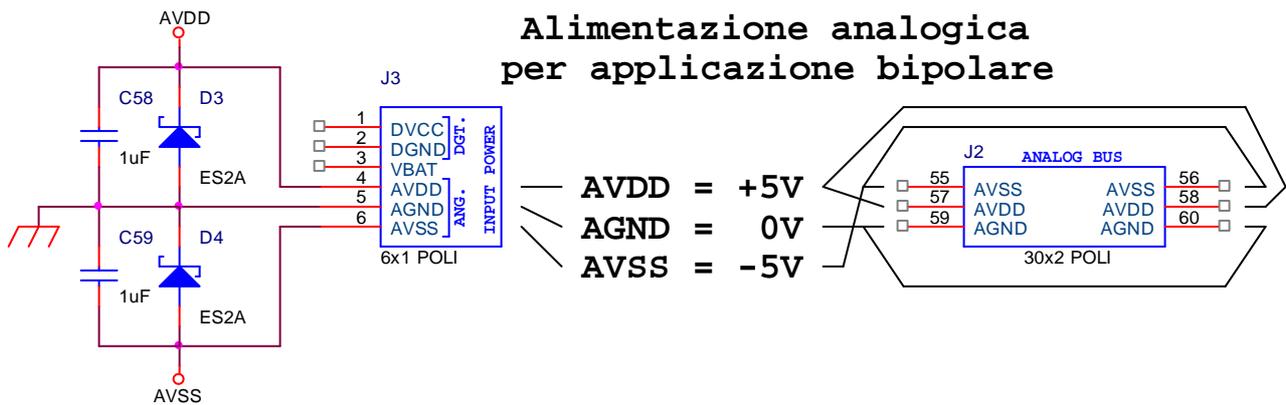


Figura 18 - Modalità bipolare (particolare dei connettori J2 e J3)

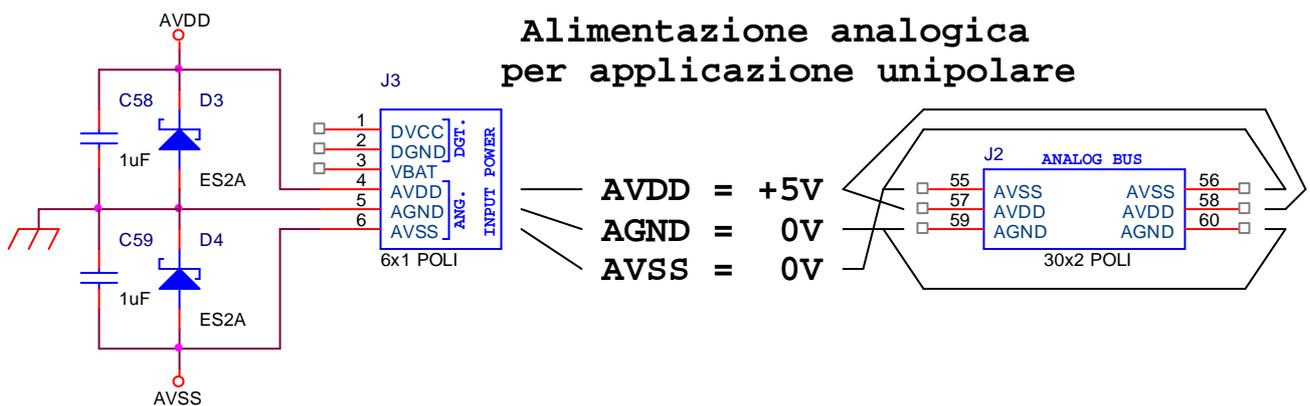
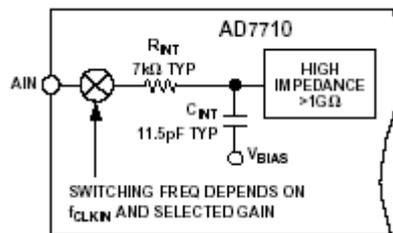


Figura 19 - Modalità unipolare (particolare dei connettori J2 e J3)

2.6.2 Selezione del clock dei convertitori A/D a 24bit

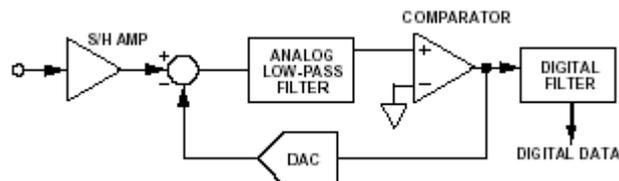
Per ciascun integrato è possibile selezionare una sorgente di clock. Se la selezione è la stessa si ottiene un perfetto sincronismo di conversione, mentre se la selezione è differenziata si possono ottenere caratteristiche di conversione e prestazioni differenziate. Si ricorda che la selezione influenza comunque una coppia di canali, in quanto gestita dal medesimo componente. La frequenza di campionamento è legata al guadagno che può essere impostato mediante un comando software.



| Gain | Input Sampling Frequency (f_s) |
|------|---|
| 1 | $f_{CLK IN}/256$ (39 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |
| 2 | $2 \times f_{CLK IN}/256$ (78 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |
| 4 | $4 \times f_{CLK IN}/256$ (156 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |
| 8 | $8 \times f_{CLK IN}/256$ (312 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |
| 16 | $8 \times f_{CLK IN}/256$ (312 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |
| 32 | $8 \times f_{CLK IN}/256$ (312 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |
| 64 | $8 \times f_{CLK IN}/256$ (312 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |
| 128 | $8 \times f_{CLK IN}/256$ (312 kHz @ $f_{CLK IN} = 10$ MHz) |

Tabella 1 - Relazione tra guadagno e frequenza di campionamento

I valori campionati passano attraverso un filtro passa-basso digitale con una frequenza di taglio che può essere selezionata mediante un comando software.



La formula per calcolare la frequenza di taglio è anche quella che determina la reale frequenza di campionamento.

$$F_{filter} = F_{sample} = (F_{clock} / 512) / N$$

N è il parametro che può essere impostato via software tra un minimo di 19 ad un massimo di 2000. Con una frequenza di clock pari a 10MHz si ottiene un campionamento da 9,7Hz a 1,027KHz.



2.6.2.1 Canali 8 e 9 del convertitore U7 (A/D a 24bit)

La sorgente di clock può essere fornita dal microcontrollore attraverso un comando software oppure generata dal convertitore stesso mediante i componenti indicati in tabella:

| CANALI 8 e 9 - U7 | | | | | |
|-------------------|------------|------------|----------|------------|------------|
| RY1 | RY2 | RY3 | Y | CY1 | CY2 |
| R51 | R52 | R53 | Y3 | C26 | C27 |

Tabella 2 - Equivalenza componenti per selezione del clock (canali 8 e 9)

- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del microcontrollore, non devono essere montati RY1, RY2, Y, CY1 e CY2; è invece necessaria la resistenza RY3. La frequenza dipende dal quarzo del microcontrollore che è 4MHz.
- Se si vuole utilizzare l'oscillatore interno del componente, è necessario montare tutti i componenti indicati in tabella ad eccezione della resistenza RY3. La frequenza dipende dal quarzo e non deve superare i 10MHz.

2.6.2.2 Canali 10 e 11 del convertitore U8 (A/D a 24bit)

La sorgente di clock può essere fornita dal microcontrollore o la medesima del convertitore dei canali 8 e 9, la selezione si esegue attraverso un comando software; si può inoltre utilizzare l'oscillatore interno del convertitore stesso mediante i componenti indicati in tabella:

| CANALI 10 e 11 - U8 | | | | | |
|---------------------|------------|------------|----------|------------|------------|
| RY1 | RY2 | RY3 | Y | CY1 | CY2 |
| R54 | R55 | R56 | Y4 | C31 | C32 |

Tabella 3 - Equivalenza componenti per selezione del clock (canali 10 e 11)

- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del microcontrollore, non devono essere montati RY1, RY2, Y, CY1 e CY2; è invece necessaria la resistenza RY3. La frequenza dipende dal quarzo del microcontrollore che è 4MHz.
- Se si vuole utilizzare l'oscillatore interno del componente, è necessario montare tutti i componenti indicati in tabella ad eccezione della resistenza RY3. La frequenza dipende dal quarzo e non deve superare i 10MHz.
- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del convertitore dei canali 8 e 9, non devono essere montati RY1, RY2, Y, CY1 e CY2; è invece necessaria la resistenza RY3. La frequenza dipende dal quarzo del convertitore U7 dei canali 8 e 9.



2.6.2.3 Canali 12 e 13 del convertitore U9 (A/D a 24bit)

La sorgente di clock può essere selezionata attraverso un comando software tra quella fornita dal microcontrollore, quella del convertitore dei canali 8 e 9 oppure quella del convertitore dei canali 10 e 11.

- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del microcontrollore, la frequenza dipende dal quarzo del microcontrollore che è 4MHz.
- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del convertitore U7 dei canali 8 e 9, la frequenza dipende dal quarzo del convertitore U7.
- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del convertitore U8 dei canali 10 e 11, la frequenza dipende dal quarzo del convertitore U8.

2.6.2.4 Canali 14 e 15 del convertitore U10 (A/D a 24bit)

La sorgente di clock può essere selezionata attraverso un comando software tra quella fornita dal microcontrollore, quella del convertitore dei canali 8 e 9 oppure quella del convertitore dei canali 10 e 11.

- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del microcontrollore, la frequenza dipende dal quarzo del microcontrollore che è 4MHz.
- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del convertitore U7 dei canali 8 e 9, la frequenza dipende dal quarzo del convertitore U7.
- Se si vuole utilizzare la sorgente di clock del convertitore U8 dei canali 10 e 11, la frequenza dipende dal quarzo del convertitore U8.



2.6.3 Selezione dei riferimenti dei convertitori A/D a 24bit

La selezione dei riferimenti dei convertitori è un capitolo che richiede una approfondita conoscenza del prodotto, per cui si consiglia di consultarne il datasheet.

I riferimenti applicabili ai convertitori sono di due tipi:

- **Vref** - determina la tensione di fondo scala del convertitore.
Nella configurazione unipolare la **Vref** indica il fondo scala positivo, quindi il risultato della conversione una tensione compresa tra 0V e +**Vref**.
Nella configurazione bipolare la **Vref** indica il fondo scala positivo e negativo, quindi il risultato della conversione una tensione compresa tra -**Vref** e +**Vref**.

La tensione **Vref** va applicata tra il piedino 15 ed il piedino 14 (**VREFI+** e **VREFI-** di [Figura 17](#)) garantendo $VREFI+ > VREFI-$ e deve esse compresa nel range:

$$Vref \leq AVDD \text{ (alimentazione analogica positiva)}$$

$$Vref \geq AVSS \text{ (alimentazione analogica negativa)}$$

- **Vbias** - determina la tensione di bias del circuito analogico interno, ovvero l'asse di simmetria del convertitore.
Nella configurazione unipolare la **Vbias** vuole posizionato a metà tra AVDD e AGND e (alimentazione analogica positiva).
Nella configurazione bipolare la **Vbias** vuole posizionato a metà tra AVDD e AVSS (alimentazione analogica positiva e negativa).

La tensione **Vbias** va applicata al piedino 13 (**VBIAS** di [Figura 17](#)) e deve esse compresa nel range:

$$Vbias + 0,85 \times Vref < AVDD \text{ (alimentazione analogica positiva)}$$

$$Vbias - 0,85 \times Vref > AVSS \text{ (alimentazione analogica negativa)}$$

Al suo interno il convertitore AD7710 possiede un generatore di tensione di riferimento compensato disponibile sul piedino 16 (**REFO** di [Figura 17](#)), in grado di erogare 1mA a 2,5V (vedi [caratteristiche del convertitore](#) o il datasheet).

La configurazione di ciascun integrato non è del tutto indipendente dagli altri, in particolare la scelta di una acquisizione bipolare o unipolare richiede una relativa scelta del tipo di alimentazione tra duale o singola che coinvolge tutti e quattro i convertitori uniformandoli.

La scelta dei riferimenti può essere eseguita su una scheda di interfaccia attraverso il connettore di espansione analogica J2, oppure localmente utilizzando i riferimenti dei convertitori stessi; la scelta si effettua in base al montaggio di alcuni componenti riferiti allo schema circuitale di [Figura 17](#) ed indicati per ciascun convertitore nelle tabelle delle pagine seguenti. Oltre alla possibilità di utilizzare per ciascun convertitore il proprio segnale di riferimento interno, è stata aggiunta quella di uniformare il riferimento a tutti gli integrati utilizzando quello generato del convertitore U7.

2.6.3.1 Canali 8 e 9 del convertitore U7 (A/D a 24bit)

I riferimenti esterni sono accessibili mediante il connettore J2 nelle posizioni:

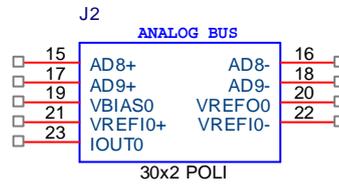


Figura 20 - Collegamento dei canali 8 e 9 (particolare del connettore J2)

I riferimenti interni sono accessibili mediante i componenti indicati in tabella:

| CANALI 8 e 9 - U7 | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|------------|
| R ref0 | R ref1 | R ref2 | R ref3 | R ref+ | R ref- | R bias REFO | R bias GND |
| - | - | - | - | R57 | R60 | R58 | R59 |

Tabella 4 - Equivalenza componenti per canali 8 e 9

2.6.3.1.1 Tensione di riferimento per i canali 8 e 9

- Se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U7), è necessario montare *Rref+* e *Rref-*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *Rref+* e *Rref-*. Il segnale di riferimento deve essere applicato col positivo sul piedino 21 ed il negativo sul piedino 22 del connettore J2.

2.6.3.1.2 Tensione di bias per i canali 8 e 9

- In modalità bipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U7), bisogna montare *RbiasGND* e smontare *RbiasREFO*;
In modalità unipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U7), bisogna montare *RbiasREFO* e smontare *RbiasGND*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *RbiasREFO* e *RbiasGND*. Il segnale di bias deve essere applicato al piedino 19 del connettore J2.

2.6.3.2 Canali 10 e 11 del convertitore U8 (A/D a 24bit)

I riferimenti esterni sono accessibili mediante il connettore J2 nelle posizioni:

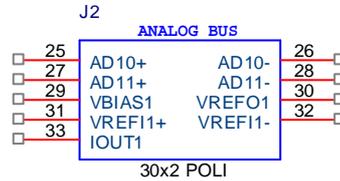


Figura 21 - Collegamento dei canali 10 e 11 (particolare del connettore J2)

I riferimenti interni sono accessibili mediante i componenti indicati in tabella:

| CANALI 10 e 11 - U8 | | | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|------------|
| R ref0 | R ref1 | R ref2 | R ref3 | R ref+ | R ref- | R bias REFO | R bias GND |
| R61 | R62 | - | - | R63 | R66 | R64 | R65 |

Tabella 5 - Equivalenza componenti per canali 10 e 11

2.6.3.2.1 Tensione di riferimento per i canali 10 e 11

- Se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U8), è necessario montare *Rref1*, *Rref+* e *Rref-*. Per utilizzare lo stesso segnale di riferimento del convertitore U7, è necessario montare *Rref0*, *Rref+* e *Rref-*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *Rref+* e *Rref-*. Il segnale di riferimento deve essere applicato col positivo sul piedino 31 ed il negativo sul piedino 32 del connettore J2.

2.6.3.2.2 Tensione di bias per i canali 10 e 11

- In modalità bipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U8) oppure lo stesso del riferimento di U7, bisogna montare *RbiasGND* e smontare *RbiasREFO*;
In modalità unipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U8) oppure lo stesso del riferimento di U7, bisogna montare *RbiasREFO* e smontare *RbiasGND*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *RbiasREFO* e *RbiasGND*. Il segnale di bias deve essere applicato al piedino 29 del connettore J2.

2.6.3.3 Canali 12 e 13 del convertitore U9 (A/D a 24bit)

I riferimenti esterni sono accessibili mediante il connettore J2 nelle posizioni:

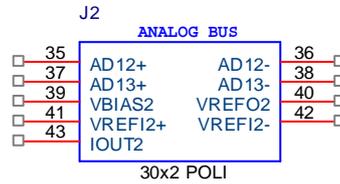


Figura 22 - Collegamento dei canali 12 e 13 (particolare del connettore J2)

I riferimenti interni sono accessibili mediante i componenti indicati in tabella:

| CANALI 12 e 13 - U9 | | | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|------------|
| R ref0 | R ref1 | R ref2 | R ref3 | R ref+ | R ref- | R bias REFO | R bias GND |
| R67 | - | R68 | - | R69 | R72 | R70 | R71 |

Tabella 6 - Equivalenza componenti per canali 12 e 13

2.6.3.3.1 Tensione di riferimento per i canali 12 e 13

- Se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U9), è necessario montare *Rref2*, *Rref+* e *Rref-*. Per utilizzare lo stesso segnale di riferimento del convertitore U7, è necessario montare *Rref0*, *Rref+* e *Rref-*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *Rref+* e *Rref-*. Il segnale di riferimento deve essere applicato col positivo sul piedino 41 ed il negativo sul piedino 42 del connettore J2.

2.6.3.3.2 Tensione di bias per i canali 12 e 13

- In modalità bipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U9) oppure lo stesso del riferimento di U7, bisogna montare *RbiasGND* e smontare *RbiasREFO*;
In modalità unipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U9) oppure lo stesso del riferimento di U7, bisogna montare *RbiasREFO* e smontare *RbiasGND*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *RbiasREFO* e *RbiasGND*. Il segnale di bias deve essere applicato al piedino 39 del connettore J2.

2.6.3.4 Canali 14 e 15 del convertitore U10 (A/D a 24bit)

I riferimenti esterni sono accessibili mediante il connettore J2 nelle posizioni:

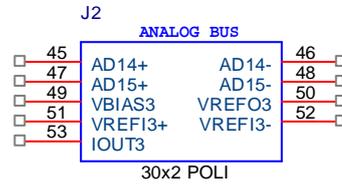


Figura 23 - Collegamento dei canali 14 e 15 (particolare del connettore J2)

I riferimenti interni sono accessibili mediante i componenti indicati in tabella:

| CANALI 14 e 15 - U10 | | | | | | | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|------------|
| R ref0 | R ref1 | R ref2 | R ref3 | R ref+ | R ref- | R bias REFO | R bias GND |
| R73 | - | - | 74 | R75 | R78 | R76 | R77 |

Tabella 7 - Equivalenza componenti per canali 14 e 15

2.6.3.4.1 Tensione di riferimento per i canali 14 e 15

- Se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U10), è necessario montare *Rref3*, *Rref+* e *Rref-*. Per utilizzare lo stesso segnale di riferimento del convertitore U7, è necessario montare *Rref0*, *Rref+* e *Rref-*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *Rref+* e *Rref-*. Il segnale di riferimento deve essere applicato col positivo sul piedino 51 ed il negativo sul piedino 52 del connettore J2.

2.6.3.4.2 Tensione di bias per i canali 14 e 15

- In modalità bipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U10) oppure lo stesso del riferimento di U7, bisogna montare *RbiasGND* e smontare *RbiasREFO*;
In modalità unipolare, se si utilizza il segnale di riferimento di 2,5V presente sul componente del convertitore (U10) oppure lo stesso del riferimento di U7, bisogna montare *RbiasREFO* e smontare *RbiasGND*.
- Se si intende utilizzare un segnale di riferimento esterno, devono essere smontate *RbiasREFO* e *RbiasGND*. Il segnale di bias deve essere applicato al piedino 49 del connettore J2.



2.6.4 Caratteristiche del convertitore

Le principali caratteristiche del componente AD7710 sono :

- Front-End a due canali con guadagno differenziato:
 - Selezione guadagno tra 1/2/4/8/16/32/64/128.
- Frequenza di campionamento massima:
 - 312KHz (con clock da 10MHz).
- Frequenza di conversione massima:
 - 1KHz (con clock da 10MHz).
- Filtro passa basso con frequenza di taglio:
 - Selezione frequenza tra 9,76Hz a 1028KHz (con quarzo da 10MHz).
- Calibrazione del drift per effetto della temperatura selezionabile:
 - Automatica (On-chip).
 - Remota con procedura di calibrazione.
 - Parametri di calibrazione accessibili in lettura e scrittura.
- Generatore di tensione di riferimento compensato in temperatura:
 - Tensione +2,5Vdc.
 - Tolleranza iniziale $\pm 1\%$ (a 25°C).
 - Drift 20ppm/°C.
 - Rumore 30 μ V
- Generatore di corrente di riferimento:
 - Corrente 20 μ Adc.
 - Tolleranza iniziale $\pm 4\mu$ Adc (a 25°C).
 - Drift 35ppm/°C.
- Convertitore A/D da:
 - Selezione per 16 o 24 Bit di risoluzione.
 - Non linearità $\pm 0,0015\%$.
 - Conversione singola / continua.
 - Tipo Sigma-Delta.
 - Selezione differenziata per canale, tra misura bipolare e unipolare.



2.7 CPLD

La logica programmabile CPLD (Complex Programmable Logic Device) svolge la sola funzione di ausilio al microcontrollore nel controllo dei dispositivi montati sulla scheda.

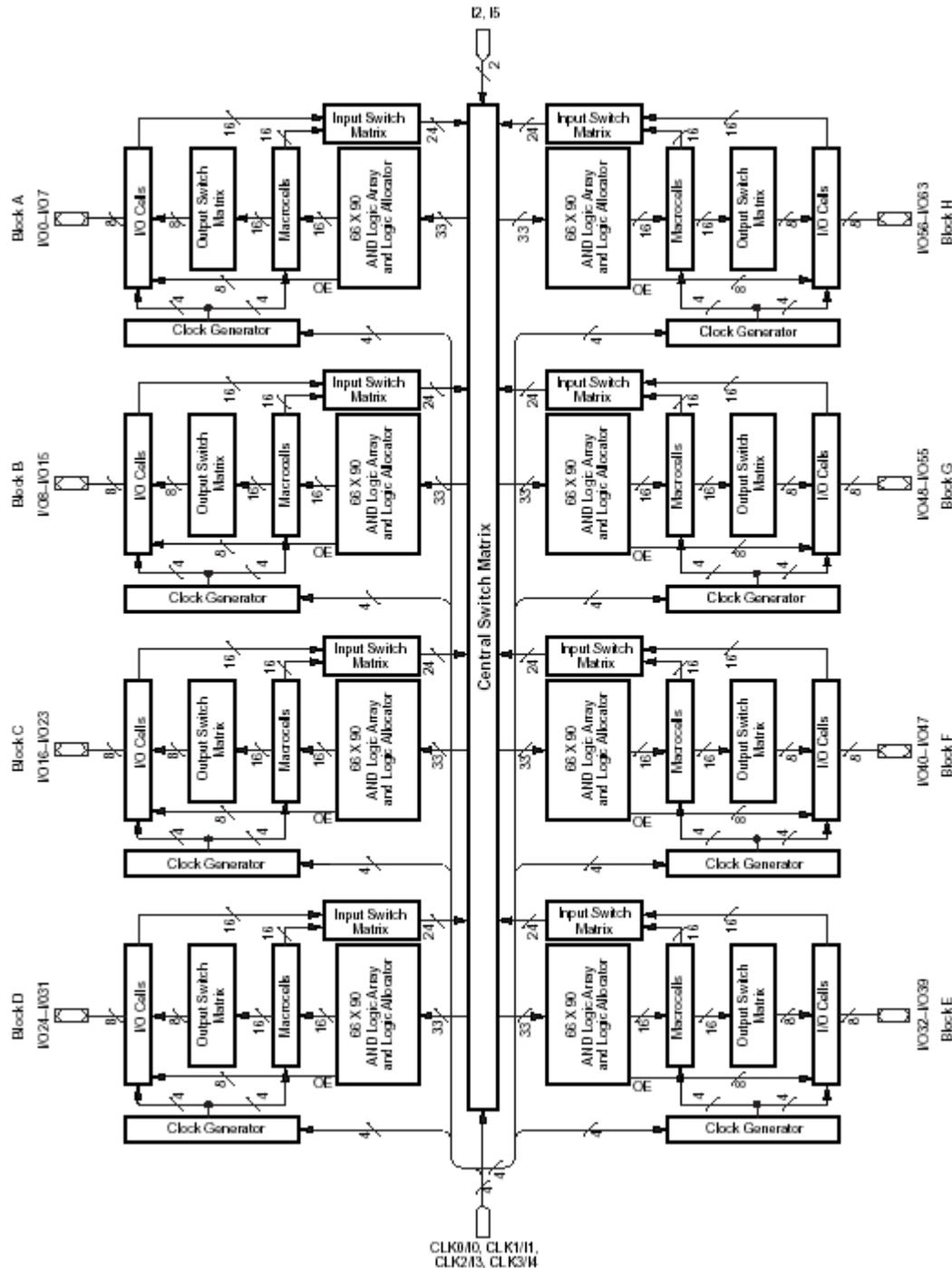


Figura 24 - Schema interno del M4A5 64/64

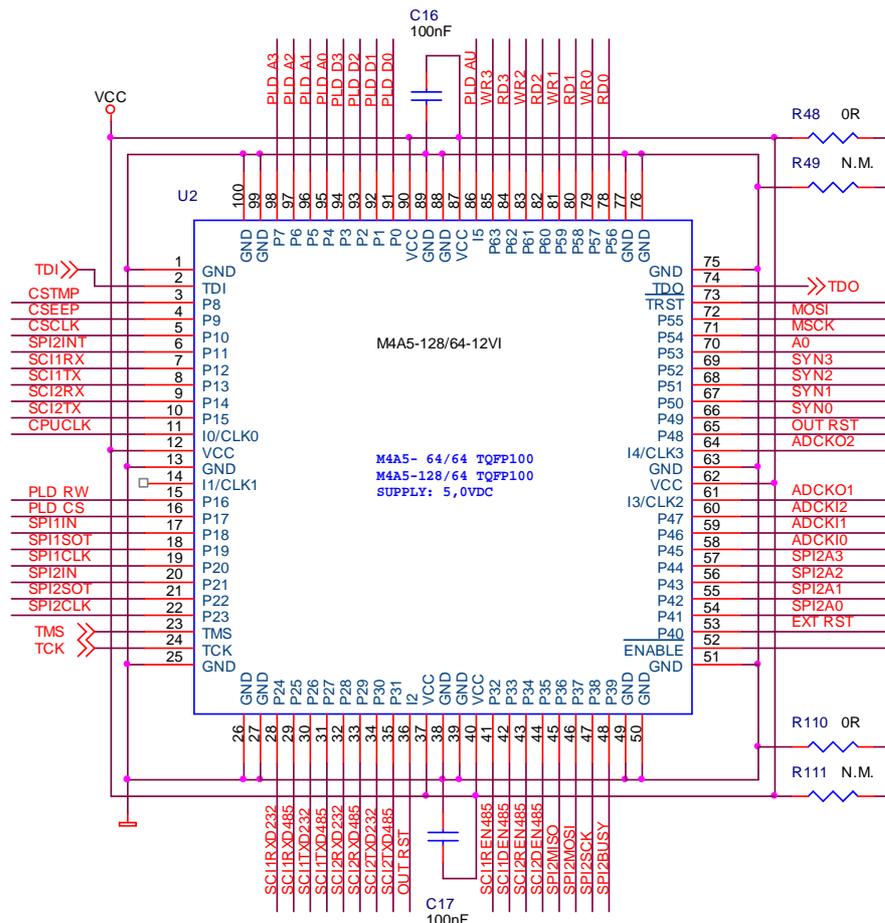


Figura 25 - Schema della CPLD

La programmazione si effettua mediante alcuni piedini dedicati del dispositivo a cui è stato collegato il connettore J4 per eseguire un *ISP* (In-Circuit-Programming).

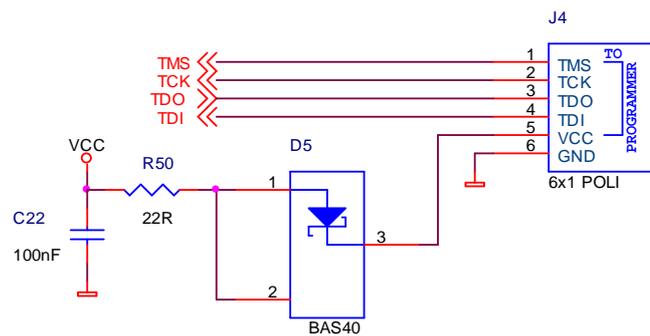


Figura 26 - Connettore di programmazione della CPLD

Per i dettagli vedere il capitolo *Sviluppo e programmazione della CPLD*.

3. Input/Output della scheda

Questa sezione descrive le caratteristiche elettriche e funzionali dei canali di input/output digitale ed analogico, eccezion fatta per gli ingressi analogici a 24 bit descritti in dettaglio nel capitolo [Convertitori A/D a 24bit](#).

Prima di iniziare il capitolo *Input/Output*, conviene fare una rapida panoramica sulle caratteristiche elettriche e circuitali del microcontrollore. All'interno del suddetto componente sono presenti moduli hardware dedicati allo svolgimento di funzioni specifiche quali la generazione o l'acquisizione di forme d'onda digitali, la conversione digitale/analogica o analogico/digitale, la comunicazione secondo standard quali UART, CAN bus, IIC bus, etc.. Queste funzioni possono essere attivate e rese accessibili dall'esterno attraverso le porte di input/output mediante l'opportuna configurazione di registri interni. Lo schema hardware di ogni porta di ingresso/uscita dipende quindi dal tipo di funzione speciale a cui può essere collegata, così come le relative caratteristiche elettriche. Di seguito sono riportati lo schematico interno e le caratteristiche elettriche delle porte utilizzate come input/output digitale ed analogico della scheda.

| Type | Circuit type | Remarks |
|------|--------------|---|
| A | | <ul style="list-style-type: none"> I/O, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, STOP control, IOH = 4 mA, IOL = 4 mA |
| B | | <ul style="list-style-type: none"> I/O, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, Analog Input, STOP control, IOH = 4 mA, IOL = 4 mA |
| C | | <ul style="list-style-type: none"> Analog output |
| K | | <ul style="list-style-type: none"> I/O, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, STOP control (SMC), IOH = 30 mA, IOL = 30 mA typ. slew rate of 40 ns |
| M | | <ul style="list-style-type: none"> I/O, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, Analog Input, STOP control (SMC), IOH = 30 mA, IOL = 30 mA typ. slew rate of 40 ns |

Figura 27 - Schema elettrico funzionale dei tipi di ingressi/uscite del microcontrollore.

Tabella 8 - Caratteristiche elettriche dei tipi di ingressi/uscite del microcontrollore.



SCHEDA A MICROCONTROLLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE

| Circuit Type | Description |
|--------------|---|
| A | I/O, IOH=4 mA / IOL=4 mA, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, STOP control |
| B | I/O, IOH=4 mA / IOL=4 mA, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, Analog Input, STOP control |
| C | Analog Output |
| D | Analog Input |
| E | CMOS Schmitt-Trigger Input, 50K Pull-up |
| F | CMOS Schmitt-Trigger Input |
| G | Tristate Output, IOH=4 mA / IOL=4 mA |
| H | 4 MHz Oscillator Pin |
| I | 32 kHz Oscillator pin |
| J | I/O, IOH=14 mA / IOL = 24 mA, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, STOP control (LED) |
| K | I/O, IOH=30 mA / IOL=30 mA, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, STOP control, slew rate improved for EMC (SMC) |
| L | I/O, IOH=4 mA / IOL=4 mA, CMOS Input; 5 V or 3 V input |
| M | I/O, IOH=30 mA / IOL=30 mA, CMOS Automotive Schmitt-Trigger Input, Analog Input, STOP control, slew rate improved for EMC (SMC) |
| N | I/O, IOH=4 mA / IOL=4 mA, CMOS Input, 50K Pull-down; 5 V or 3 V input |
| O | CMOS Input, 50K Pull-down; 5 V or 3 V input |
| P | CMOS Input; 3 V input |
| Q | I/O, IOH=4 mA / IOL=4 mA, CMOS Input, STOP control |
| Q1 | I/O, IOH=8 mA / IOL=8 mA, CMOS Input, STOP control |
| R | AVRL / AVRH Input |
| S | I/O, IOH=4 mA / IOL=4 mA, CMOS Input, STOP control, 10K Pull-up Resistor |
| T | CMOS Input, can withstand V _{DD} for flash programming |
| U | CMOS Schmitt-Trigger Input, 50K Pull-up, 3.3 V and 5 V inputs to core |
| W | I/O, IOH=4 mA / IOL=4 mA, CMOS Input; 3 V input |
| X | Tristate Output, IOH=4 mA / IOL=4 mA, 3 V |
| Y | I/O, IOH=3mA / IOL=3mA (I ² C), CMOS Input, STOP control |

La sezione di input/output digitale ed analogico (a parte la sezione A/D a 24 bit) è stata realizzata utilizzando direttamente le porte digitali ed analogiche presenti sul microcontrollore. Le connessioni digitali disponibili su J1 e quelle analogiche di J2 sono quindi collegamenti diretti al microcontrollore privi di protezioni e richiedono quindi una particolare attenzione nell'impiego onde evitare qualsiasi danneggiamento. La soluzione della connessione diretta è stata adottata per assicurare massime prestazioni e flessibilità d'impiego.

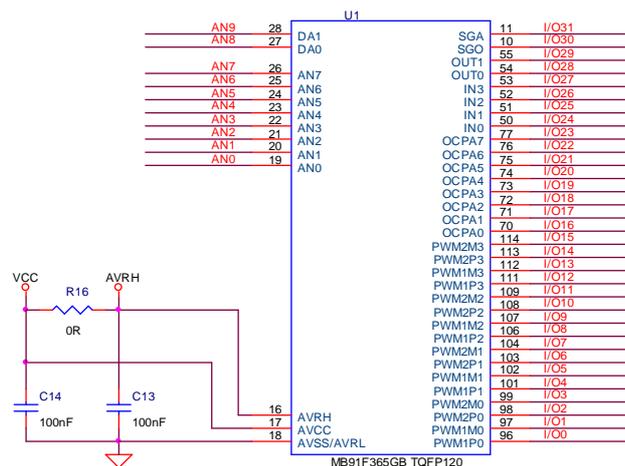


Figura 28 - Connessioni Input/Output digitali ed analogici al microcontrollore



3.1 Sezione digitale

I canali di input/output digitale sono 32 e sono numerati da 0 a 31 (I/O0÷I/O31 vedi [Figura 29](#)). Ogni canale digitale di input/output è collegato direttamente al connettore d'interfaccia J1 e può essere configurato come input o come output mediante comando software.

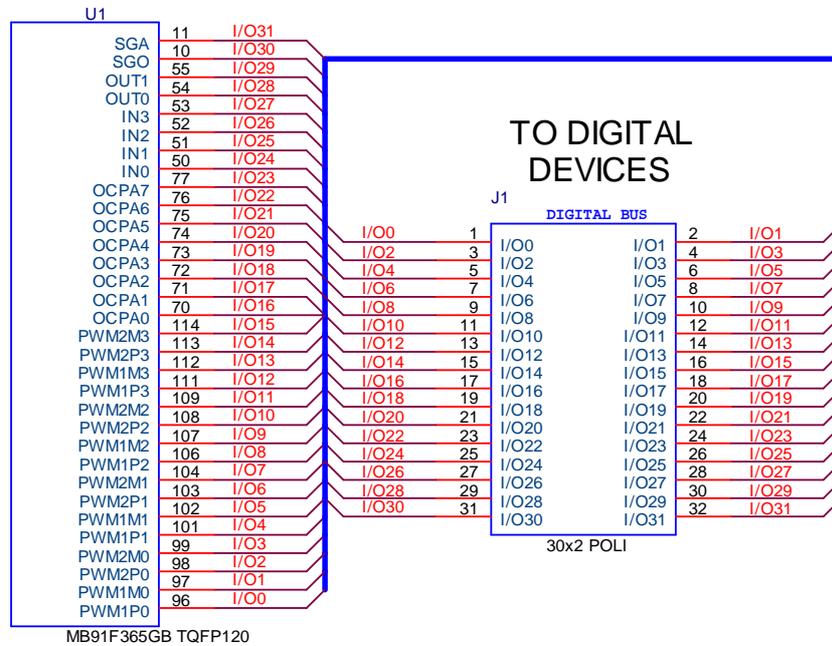


Figura 29 - Connessioni Input/Output digitali - collegamento tra microcontrollore e J1

In realtà le caratteristiche elettriche delle porte non sono tutte uguali, quindi è bene utilizzare la configurazione di ingresso/uscita in base alle caratteristiche elettriche del tipo di connessione che si intende realizzare. Inoltre il microcontrollore è in grado di assegnare ai vari canali digitali le funzioni svolte da speciali moduli hardware che possiede internamente. Ad esempio è in grado di generare forme d'onda a PWM, forme d'onda per il pilotaggio di motori passo-passo, misurare le caratteristiche di un segnale ad onda quadra, scatenare interrupt software su cambiamenti di stato ed altro ancora. Viste le potenzialità a disposizione, si consiglia di approfondire l'argomento consultando i manuali aggiornati del microcontrollore che sono facilmente reperibili sul sito web della Fujitsu .



| Digital Channel | Special Function (*) | Port Name (*) | I/O Type (*) | V _{in} (**) | I _{in} | V _{out} (***) | I _{out} |
|-----------------|----------------------|---------------|--------------|----------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| I/O0 | PWM1P0 | PR0 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O1 | PWM1M0 | PR1 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O2 | PWM2P0 | PR2 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O3 | PWM2M0 | PR3 | M | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O4 | PWM1P1 | PR4 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O5 | PWM1M1 | PR5 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O6 | PWM2P1 | PR6 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O7 | PWM2M1 | PR7 | M | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O8 | PWM1P2 | PS0 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O9 | PWM1M2 | PS1 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O10 | PWM2P2 | PS2 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O11 | PWM2M2 | PS3 | M | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O12 | PWM1P3 | PS4 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O13 | PWM1M3 | PS5 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O14 | PWM2P3 | PS6 | K | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O15 | PWM2M3 | PS7 | M | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±30mA |
| I/O16 | OCPA0 | PO0 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O17 | OCPA1 | PO1 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O18 | OCPA2 | PO2 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O19 | OCPA3 | PO3 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O20 | OCPA4 | PO4 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O21 | OCPA5 | PO5 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O22 | OCPA6 | PO6 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O23 | OCPA7 | PO7 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O24 | IN0 | PL0 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O25 | IN1 | PL1 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O26 | IN2 | PL2 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O27 | IN3 | PL3 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O28 | OUT0 | PL4 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O29 | OUT1 | PL5 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O30 | SGO | PM6 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |
| I/O31 | SGA | PM7 | A | -0,2V to Alim +0,2V | 1μA | 0V to Alim. | ±4mA |

Leggenda:

* Vedi manuale del microcontrollore (oppure *Tabella 8*).

** Rispetto alla tensione di alimentazione logica.

*** Tensione con zero logico = 0V , tensione con uno logico = Alimentazione.

Nota: per maggiori dettagli consultare il manuale del microcontrollore

Tabella 9 - Caratteristiche elettriche e funzionali degli ingressi/uscite digitali del microcontrollore.

3.2 Sezione analogica

Ogni canale analogico di input/output è collegato direttamente al connettore d'interfaccia J2.

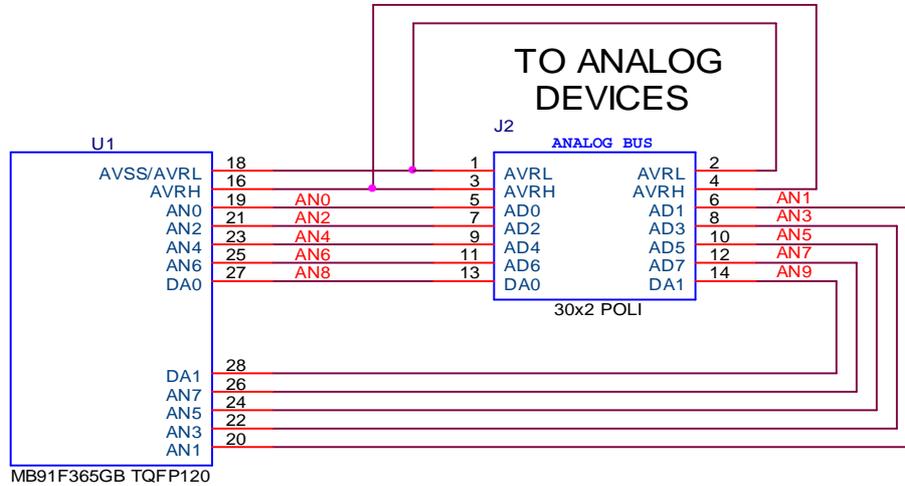


Figura 30 - Connessioni Input/Output analogici - collegamento tra microcontrollore e J2

3.2.1 Input analogico

I canali di input analogico sono 8 e sono numerati da 0 a 7 (AD0÷AD7 vedi [Figura 30](#)). La configurazione di queste porte può essere di input analogico con convertitore a 10bit oppure digitale, mentre in output è possibile solo la modalità digitale. La selezione del tipo di funzionamento può essere eseguita singolarmente su ogni porta dando origine ad una configurazione mista. In realtà nella progettazione della scheda sono stati divisi il mondo analogico da quello digitale attraverso un accurato layout del circuito stampato. Si consiglia quindi di prediligere la sola funzione di ingresso analogico.

| Analog Channel | Special Function (*) | Port Name (*) | Hardware Type (*) | V _{in} (**) | I _{in} | V _{out} (***) | I _{out} |
|----------------|----------------------|---------------|-------------------|----------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| AN0 | AD0 | PH0 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |
| AN1 | AD1 | PH1 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |
| AN2 | AD2 | PH2 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |
| AN3 | AD3 | PH3 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |
| AN4 | AD4 | PH4 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |
| AN5 | AD5 | PH5 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |
| AN6 | AD6 | PH6 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |
| AN7 | AD7 | PH7 | B | -0,2V to Alim +0,2V | 1µA | 0V to Alim. | ±4mA |

Leggenda:

* Vedi manuale del microcontrollore (oppure [Tabella 8](#)).

** Rispetto alla tensione di alimentazione (analogica in modalità analogica o digitale in modalità logica).

*** Tensione con zero logico = 0V , tensione con uno logico = Alimentazione logica.

Nota: per maggiori dettagli consultare il manuale del microcontrollore

Tabella 10 - Caratteristiche elettriche e funzionali degli ingressi analogici del microcontrollore.

Se si utilizzano questi ingressi per l'acquisizione di segnali analogici, è possibile eseguire la conversione in modo singolo o continuo, ovvero è possibile richiedere il valore di conversione del segnale mediante un comando software, lo scadere di un timer, un evento di trigger esterno oppure acquisire continuamente alla massima velocità di conversione ed immagazzinare i valori di lettura direttamente in RAM con l'ausilio del DMA (Data Memory Access) senza ritardi software. La conversione di un singolo canale richiede 178 cicli di clock che corrispondono a circa 5,6µsec con clock del core programmato a 32MHz (PLL interno). Il convertitore è unico ed è del tipo ad approssimazioni successive preceduto da un circuito *sample and hold* collegato agli ingressi mediante multiplexer. I canali vengono quindi acquisiti in modo sequenziale.

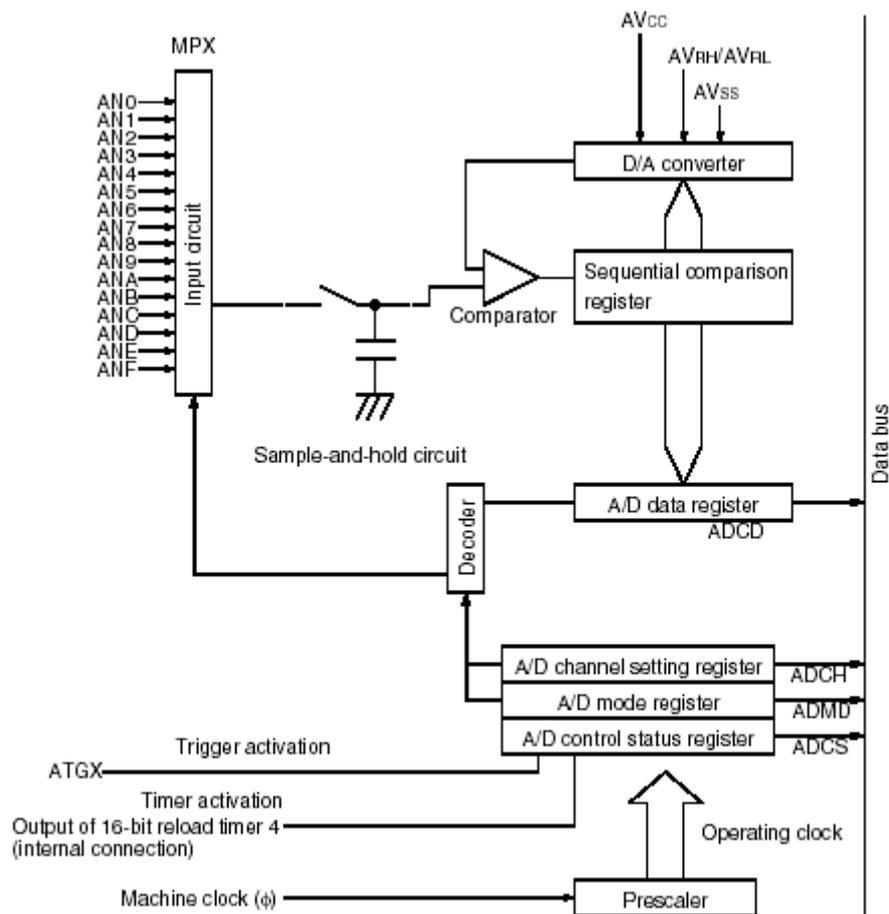


Figura 31 - Schema interno del convertitore A/D a 10bit del microcontrollore

Il valore di 10bit ottenuto dalla conversione è riferito al fondo scala, ovvero la tensione di riferimento applicata tra i piedini 16 (AVRH ingresso positivo) e 18 (AVRL ingresso negativo) del microcontrollore. Questa tensione non può superare i 5Vdc e può essere generata esternamente alla scheda, utilizzando il connettore J2 (pin 1 e 2 per AVRL, pin 3 e 4 per AVRH vedi [Figura 30](#)), oppure può essere la stessa alimentazione logica applicata mediante la resistenza R16 (vedi [Figura 28](#)).

3.2.2 Output analogico

I canali di output analogico sono 2 e sono numerati da 0 a 1 (DA0÷DA1 vedi [Figura 30](#)). Diversamente dalle porte fino ad ora descritte, non possono assumere altre funzioni. La lunghezza della parola di conversione può essere selezionata mediante comando software tra 8 e 10bit.

| Analog Channel | Special Function (*) | Port Name (*) | Hardware Type (*) | Vout (**) | Rout | Cout |
|----------------|----------------------|---------------|-------------------|-----------|-------|------|
| AN8 | DA0 | PH0 | C | 0 to 100% | 2,9KΩ | 20pF |
| AN9 | DA1 | PH1 | C | 0 to 100% | 2,9KΩ | 20pF |

Leggenda:

* Vedi manuale del microcontrollore (oppure [Tabella 8](#)).

** Rispetto alla tensione di alimentazione analogica.

Nota: per maggiori dettagli consultare il manuale del microcontrollore

Tabella 11 - Caratteristiche elettriche e funzionali delle uscite analogiche del microcontrollore.

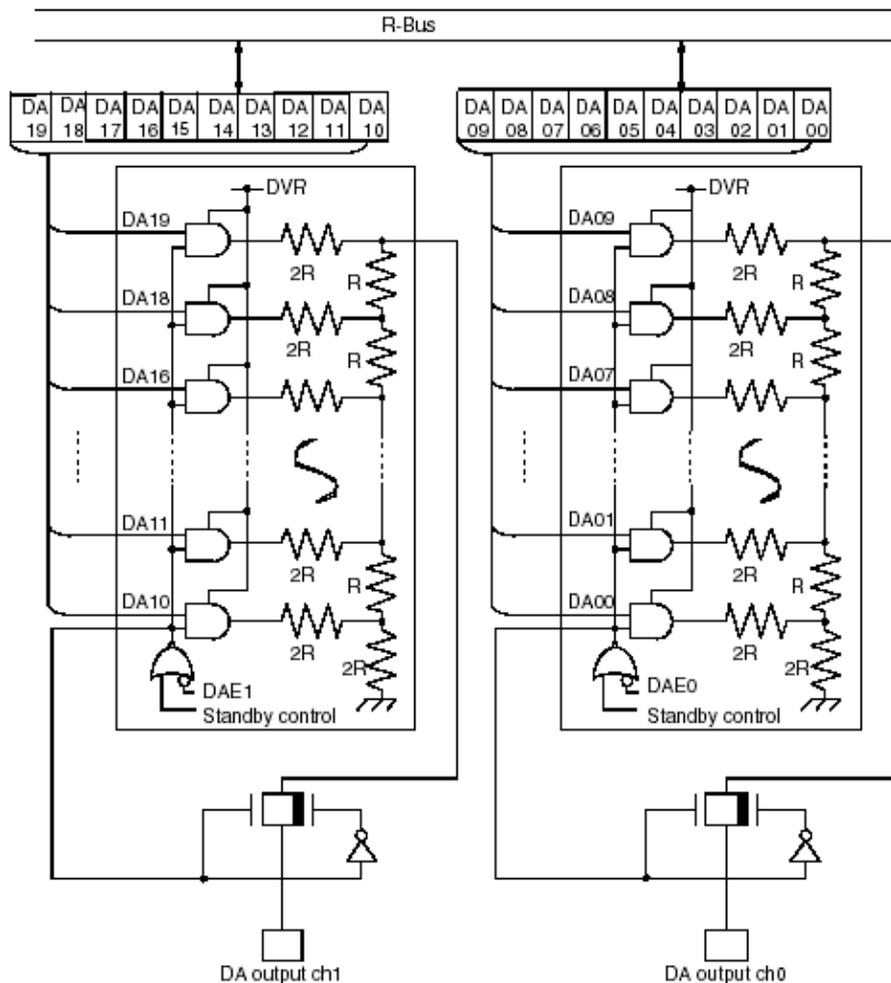


Figura 32 - Schema interno del convertitore D/A a 8/10bit del microcontrollore



4. Canali di comunicazione della scheda

Tutti i canali di comunicazione disponibili sulla scheda, sono moduli integrati nel microcontrollore. La scelta di questa soluzione progettuale consente di ottimizzare le prestazioni di comunicazione in quanto il trasferimento dati dai moduli alla memoria interna del microcontrollore è sicuramente più elevata della velocità dei canali stessi. Inoltre è possibile scaricare il microcontrollore dagli oneri della comunicazione sfruttando i suoi canali del DMA (Data Memory Access).

4.1 Canale seriale IIC

Il canale seriale sincrono del tipo Inter Integrated Circuits è parte integrante del microcontrollore ed è compatibile con la ver.1.0 (7bit di indirizzamento a 100Kbit/sec) e ver.2.0 (10bit di indirizzamento a 400Kbit/sec) dello standard IIC BUS. Attraverso questo canale si possono ampliare le risorse della scheda collegandovi esternamente la vasta gamma di dispositivi presenti sul mercato, limitatamente alle caratteristiche stesse del tipo di bus. Questo canale è direttamente accessibile mediante l'apposito connettore J7 (vedi [Figura 33](#)) montato a bordo scheda, oppure attraverso il connettore di espansione digitale J1 (vedi [Figura 34](#)) per eventuali utilizzi mediante scheda di interfaccia.

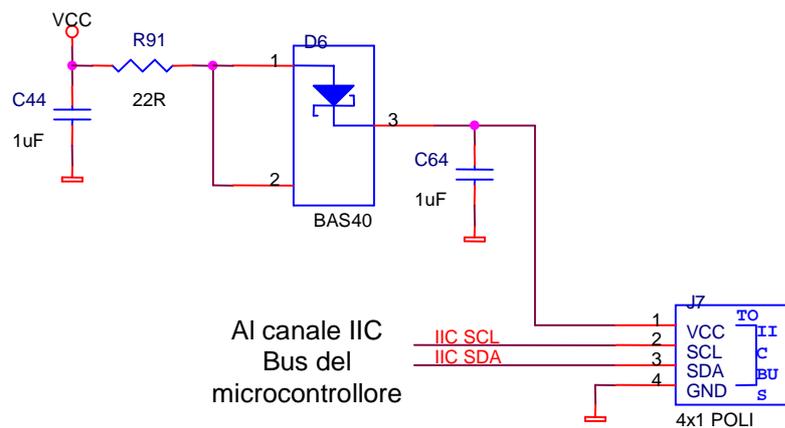


Figura 33 - Schema canale seriale IIC

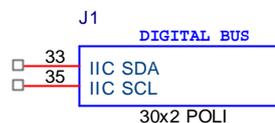


Figura 34 - Collegamento del canale IIC (particolare del connettore J1)

Note: essendo un cosiddetto "bus di campo" con segnali a livello logico TTL, il collegamento coi dispositivi periferici deve essere corto e protetto da disturbi e sovratensioni.



4.2 Canale seriale SCI

Il microcontrollore possiede due canali seriali asincroni Serial Communication Interface (UART), standard di comunicazione largamente utilizzato anche nel modo del Personal Computer (porte COM). I due canali sono collegati all'integrato U2 (*Complex Programmable Logic Device*) che li sdoppia entrambi mediante multiplexer. Si ottengono quindi 4 canali seriali che il microcontrollore può gestire in modo indipendente.

Il primo canale seriale del microcontrollore viene utilizzato per la sua programmazione (In-circuit Programming) come descritto più dettagliatamente nel capitolo *Sviluppo e programmazione del microcontrollore*. Dopo lo sdoppiamento ottenuto mediante multiplexer, i due canali generati vengono condizionati attraverso il necessario hardware di adattamento elettrico secondo i due diversi standard RS232 / RS485 e resi disponibili sul connettore J5 a bordo scheda.

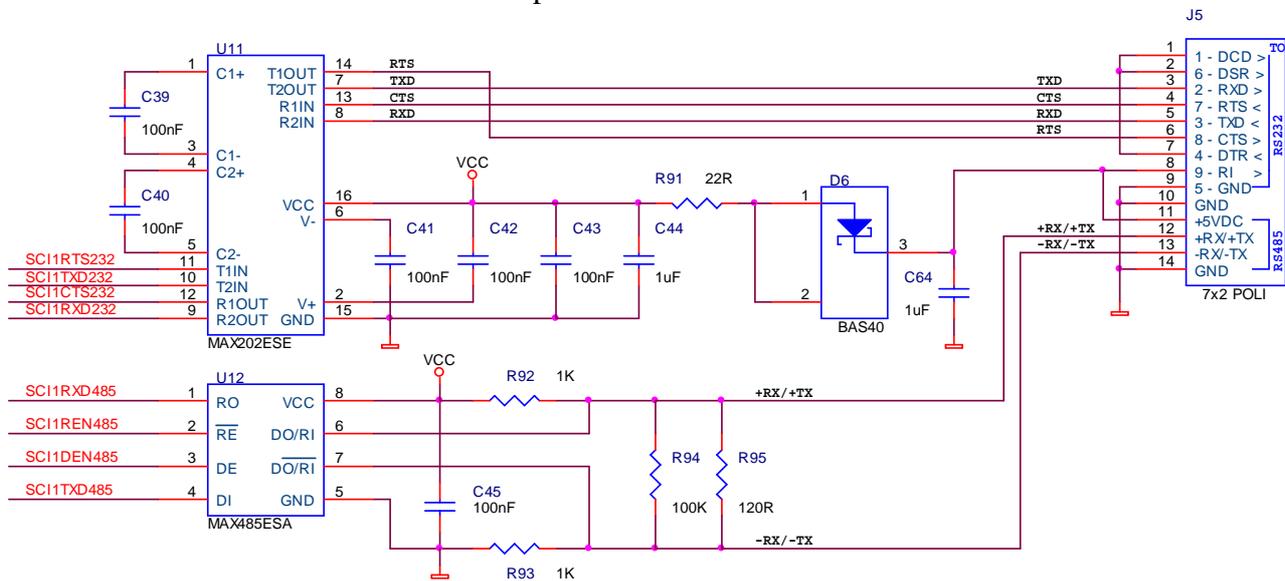


Figura 35 - Schema canale seriale SCI

Il secondo canale seriale del microcontrollore viene sdoppiato analogamente al primo ed i due canali RS232 e RS 485 sono resi disponibili a livello TTL sul connettore di espansione digitale J1 (vedi *Figura 36*) per eventuali utilizzi mediante scheda di interfaccia.

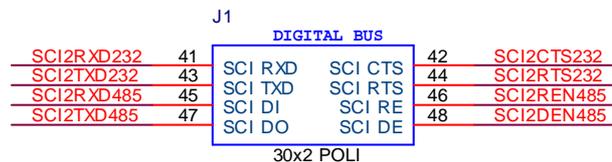


Figura 36 - Collegamento del secondo canale SCI (particolare del connettore J1)

4.2.1 RS232

La connessione RS232 realizzata è di tipo DCE (Data Communications Equipment) ed è provvista dei segnali TXD e RXD per la trasmissione / ricezione dati, CTS e RTS per la gestione hardware di flusso dei dati. Se la scheda viene montata all'interno di un contenitore è possibile rendere il canale di comunicazione accessibile dall'esterno mediante un semplice cavetto di adattamento.

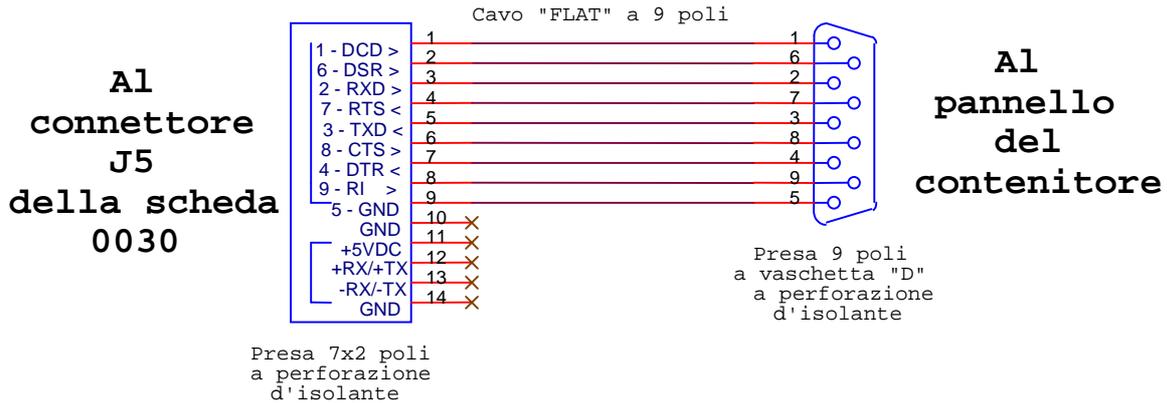


Figura 37 - Schema del cavetto adattatore dal connettore J5 a DB9 femmina

Se si utilizza il cavetto di adattamento riportato in *Figura 37*, il collegamento ad un personal computer richiede una connessione di tipo DTE / DCE come indicata in *Figura 38*.

| DTE Device (Computer) | | DB9 | DTE to DCE Connections | DCE Device (Modem) | DB9 |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Pin# | DB9 | RS-232 Signal Names | Signal Direction | Pin# | DB9 |
| #1 | Carrier Detector (DCD) | CD | ← | #1 | Carrier Detector (DCD) |
| #2 | Receive Data (Rx) | RD | ← | #2 | Receive Data (Rx) |
| #3 | Transmit Data (Tx) | TD | → | #3 | Transmit Data (Tx) |
| #4 | Data Terminal Ready | DTR | → | #4 | Data Terminal Ready |
| #5 | Signal Ground/Common (SG) | GND | → | #5 | Signal Ground/Common (SG) |
| #6 | Data Set Ready | DSR | ← | #6 | Data Set Ready |
| #7 | Request to Send | RTS | → | #7 | Request to Send |
| #8 | Clear to Send | CTS | ← | #8 | Clear to Send |
| #9 | Ring Indicator | RI | ← | #9 | Ring Indicator |
| Soldered to DB9 Metal - Shield | | | FGND | Soldered to DB9 Metal - Shield | |
| | | | FGND | | |

Figura 38 - Connessione a J5 tipo DTE/DCE

Note: è sconsigliato collegare a questo canale un cavo di lunghezza superiore ai 5 metri, in quanto non vi è un isolamento galvanico con la logica e la lunghezza di cavo eccessiva può causare differenze di potenziale tra le masse nocive alla scheda.



4.2.2 RS485

La connessione RS485 realizzata ha le resistenze di fail-safe che permettono alla scheda di funzionare correttamente anche in assenza di collegamento. Vi è inoltre la possibilità di montare la resistenza di carico della linea direttamente sulla scheda (vedi R95 di [Figura 35](#)).

Note: è sconsigliato collegare a questo canale un cavo di lunghezza superiore ai 20 metri, in quanto non vi è un isolamento galvanico con la logica e la lunghezza di cavo eccessiva può causare differenze di potenziale tra le masse nocive alla scheda.

4.3 Canale seriale CAN

Il microcontrollore possiede due canali seriali asincroni Controller Area Network, standard di comunicazione largamente utilizzato nei settori *automotive* ed industriale. Il primo canale seriale viene condizionato attraverso il necessario hardware di adattamento elettrico secondo lo standard CAN BUS e reso disponibile sul connettore J6 a bordo scheda

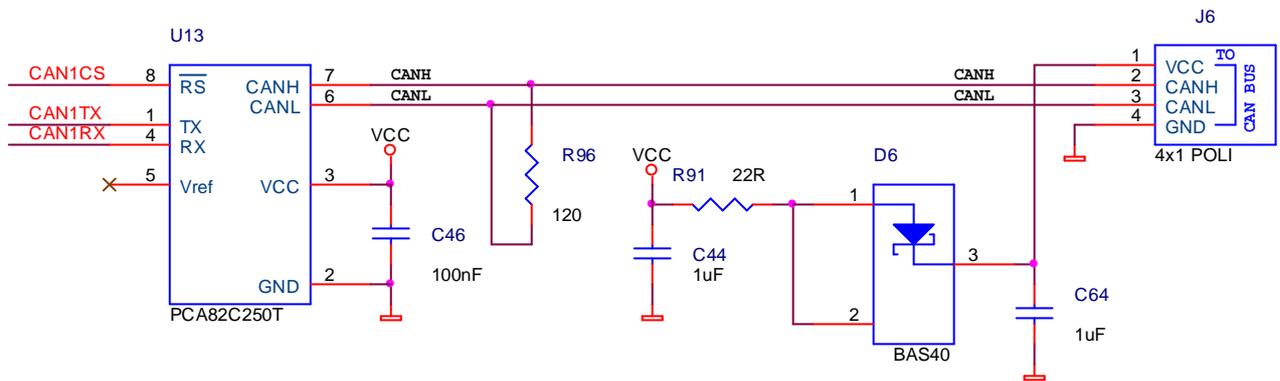


Figura 39 - Schema canale seriale CAN BUS

Note: è sconsigliato collegare a questo canale un cavo di lunghezza superiore ai 20 metri, in quanto non vi è un isolamento galvanico con la logica e la lunghezza di cavo eccessiva può causare differenze di potenziale tra le masse nocive alla scheda.

Il secondo canale seriale del microcontrollore viene reso disponibile a livello TTL sul connettore di espansione digitale J1 (vedi [Figura 40](#)) per eventuali utilizzi mediante scheda di interfaccia.

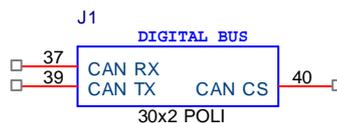


Figura 40 - Collegamento del secondo canale CAN (particolare del connettore J1)



4.4 Canale seriale SPI

Il microcontrollore possiede due canali seriali sincroni Serial Input Output che consentono un'alta velocità di trasferimento dati. I due canali sono collegati all'integrato U2 (*Complex Programmable Logic Device*) che li adatta allo standard SPI Serial Peripheral Interface che meglio si presta alla realizzazione di piattaforme multi-microcontrollore. Uno dei due canali viene utilizzato per comunicare con i dispositivi montati sulla scheda, quali orologio, termometro, eeprom ed A/D converter a 24bit. Il secondo canale è reso disponibile a livello TTL sul connettore di espansione digitale J1 (vedi *Figura 41*) insieme a 4 bit per l'indirizzamento hardware di eventuali periferiche da montare su scheda di interfaccia.

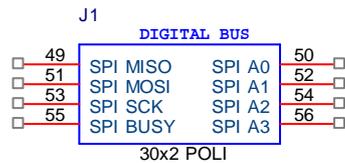


Figura 41 - Collegamento del canale SPI (particolare del connettore J1)

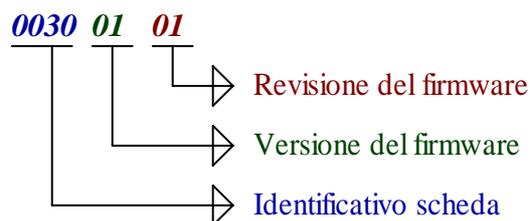


5. Sviluppo e programmazione della scheda

Lo schematico elettronico ed i software della scheda sono stati sviluppati interamente dal CNR utilizzando i sistemi di sviluppo e di programmazione gratuiti messi a disposizione dai costruttori dei componenti.

5.1 Sviluppo e programmazione del microcontrollore

Il software del microcontrollore è stato sviluppato in ambiente *Softune* (vedi *Software di sviluppo del microcontrollore*). Il codice della versione software è descrittivo secondo la seguente suddivisione in campi:



La versione software attualmente implementata è la *00300101* e permette di comunicare con un PC attraverso un canale seriale secondo lo standard RS232/RS485. Il protocollo di comunicazione utilizzato è di tipo esadecimale ed è una estensione di quello sviluppato dal CNR ed ampiamente documentato in uno specifico rapporto interno. La descrizione dettagliata dei comandi è riportata in un apposito documento informale che verrà mantenuto aggiornato sugli sviluppi ed aggiornamenti del software.

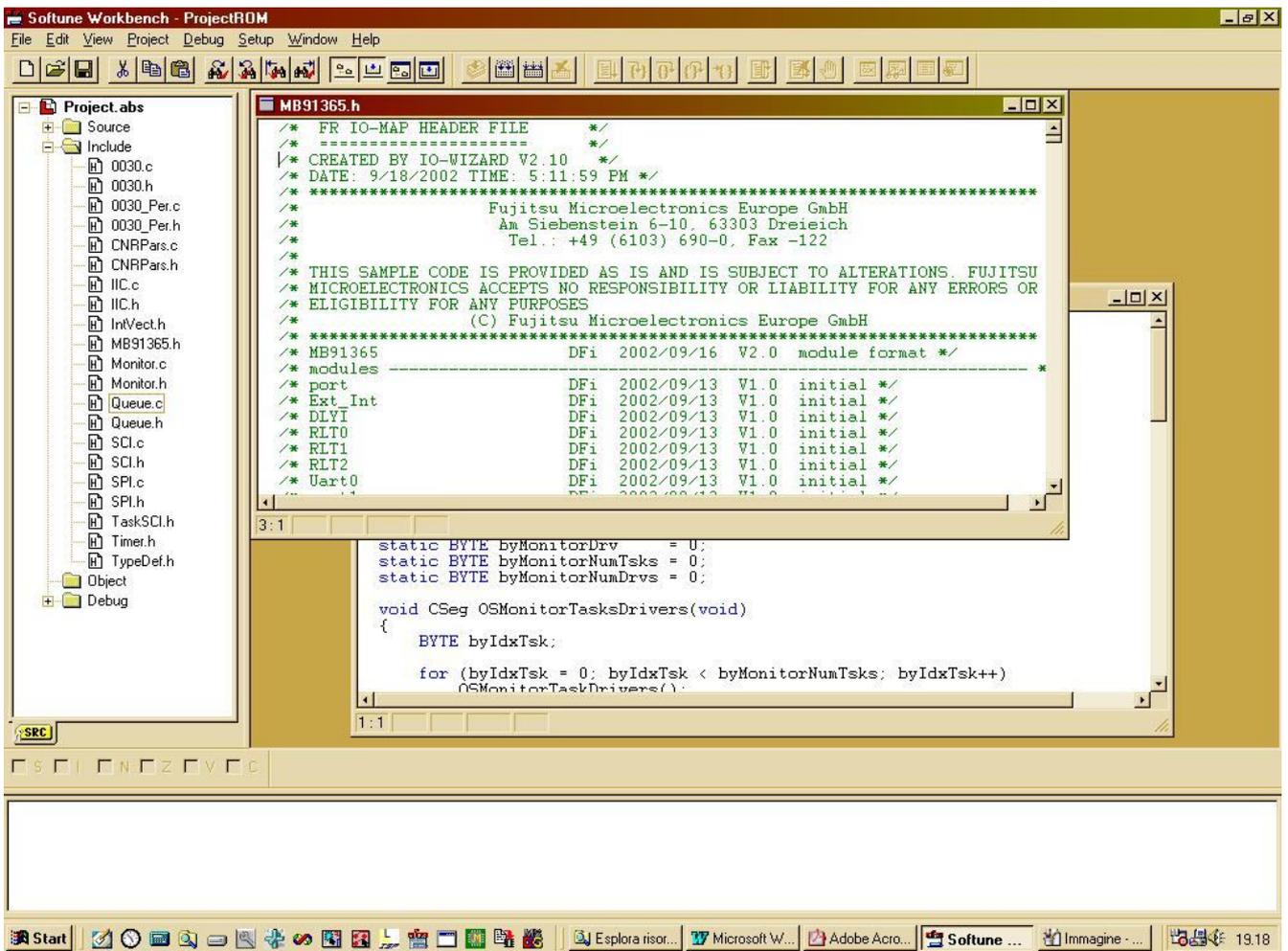
La programmazione del componente si effettua dopo il montaggio della scheda attraverso il canale seriale RS232 accessibile dal connettore J5 (vedi *Figura 35*). Il software *Flash Program* (vedi *Software di programmazione del microcontrollore*) effettua la programmazione attraverso la porta seriale del Pc che deve essere collegata al connettore J5 mediante i cavi di interfaccia di *Figura 37* e *Figura 38*.

Il microcontrollore all'accensione esegue sempre un programma di boot che lo mette in ascolto sul canale seriale principale; se entro 200 milli-secondi non riceve una determinata sequenza di sincronizzazione, passa ad eseguire l'applicativo già caricato in memoria.



5.1.1 Software di sviluppo del microcontrollore

Il software di sviluppo del microcontrollore viene fornito gratuitamente dal costruttore del componente, si chiama *Softune* ed è compatibile con i S.O. della MicroSoft (Win9x / WinNT / Win2K / WinXP). E' un ambiente integrato di editing, compilazione e debug in cui si possono scrivere codici sorgenti in linguaggio *Assembler* e *C*.

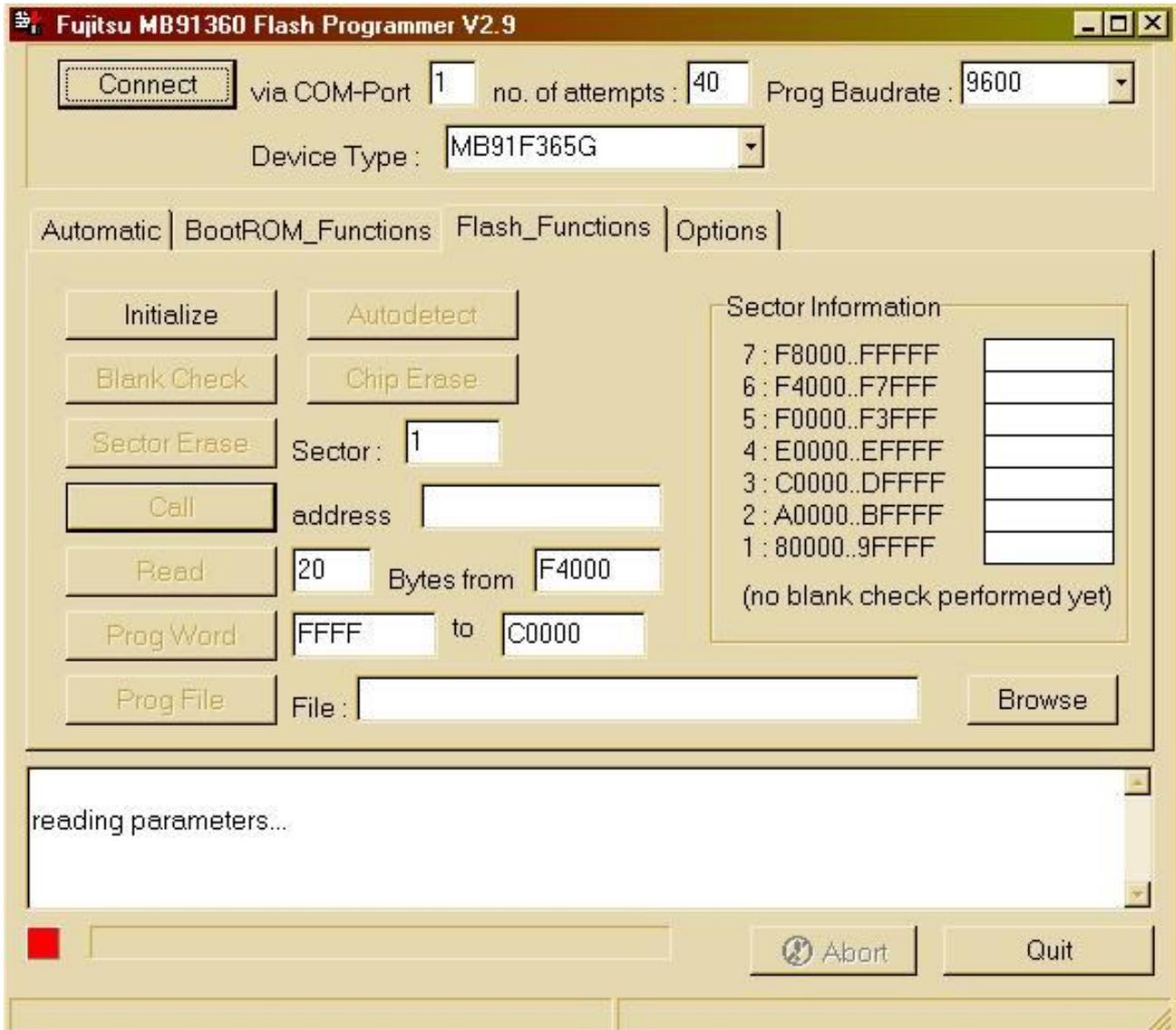


Il pacchetto software contiene oltre al debugger gli analizzatori di codice *C-Checker* e *C-Analyzer*, tutta la documentazione necessaria, le librerie con le funzioni standard ANSI e vari esempi.



5.1.2 Software di programmazione del microcontrollore

Il software per la programmazione del microcontrollore viene fornito gratuitamente dal costruttore del componente, si chiama *Flash Program* ed è compatibile con i S.O. della MicroSoft (Win9x / WinNT / Win2K / WinXP).



5.2 Sviluppo e programmazione della CPLD

Il software della CPLD è stato sviluppato in ambiente *ispDesignExpert* (vedi *Software di sviluppo della CPLD*) ed esegue tutte le funzioni ausiliarie al microcontrollore per il controllo delle periferiche.

La programmazione del componente si effettua dopo il montaggio della scheda mediante alcuni piedini dedicati a cui è stato collegato il connettore J4 (vedi *Figura 26*). Il software *ispVM System* (vedi *Software di programmazione della CPLD*) effettua la programmazione attraverso la porta parallela del Pc che può essere collegata al connettore J4 mediante il semplice cavetto d'interfaccia di *Figura 42*.

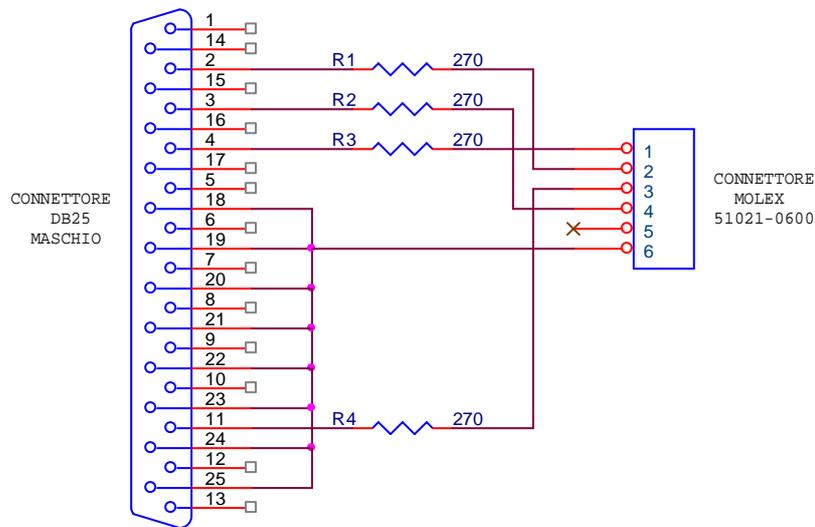
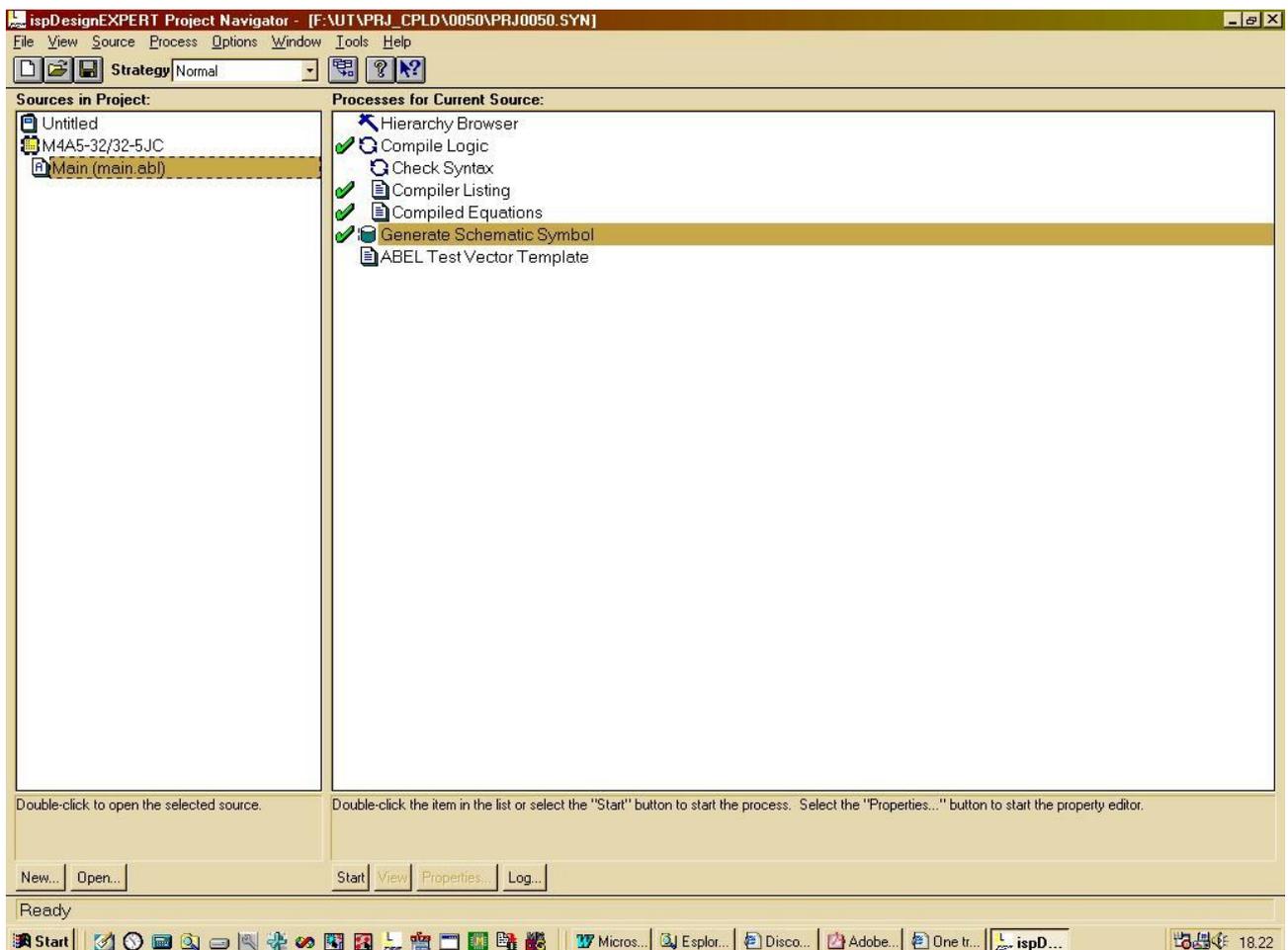


Figura 42 - Schema del cavetto adattatore dal connettore J4 a DB25 maschio



5.2.1 Software di sviluppo della CPLD

Il software di sviluppo del microcontrollore viene fornito gratuitamente dal costruttore del componente, si chiama *ispDesignExpert* ed è compatibile con i S.O. della MicroSoft (Win9x / WinNT / Win2K / WinXP). E' un ambiente integrato di editing, compilazione e debug in cui si possono scrivere codici sorgenti in versione *schematica* o nel linguaggio *VHDL*.

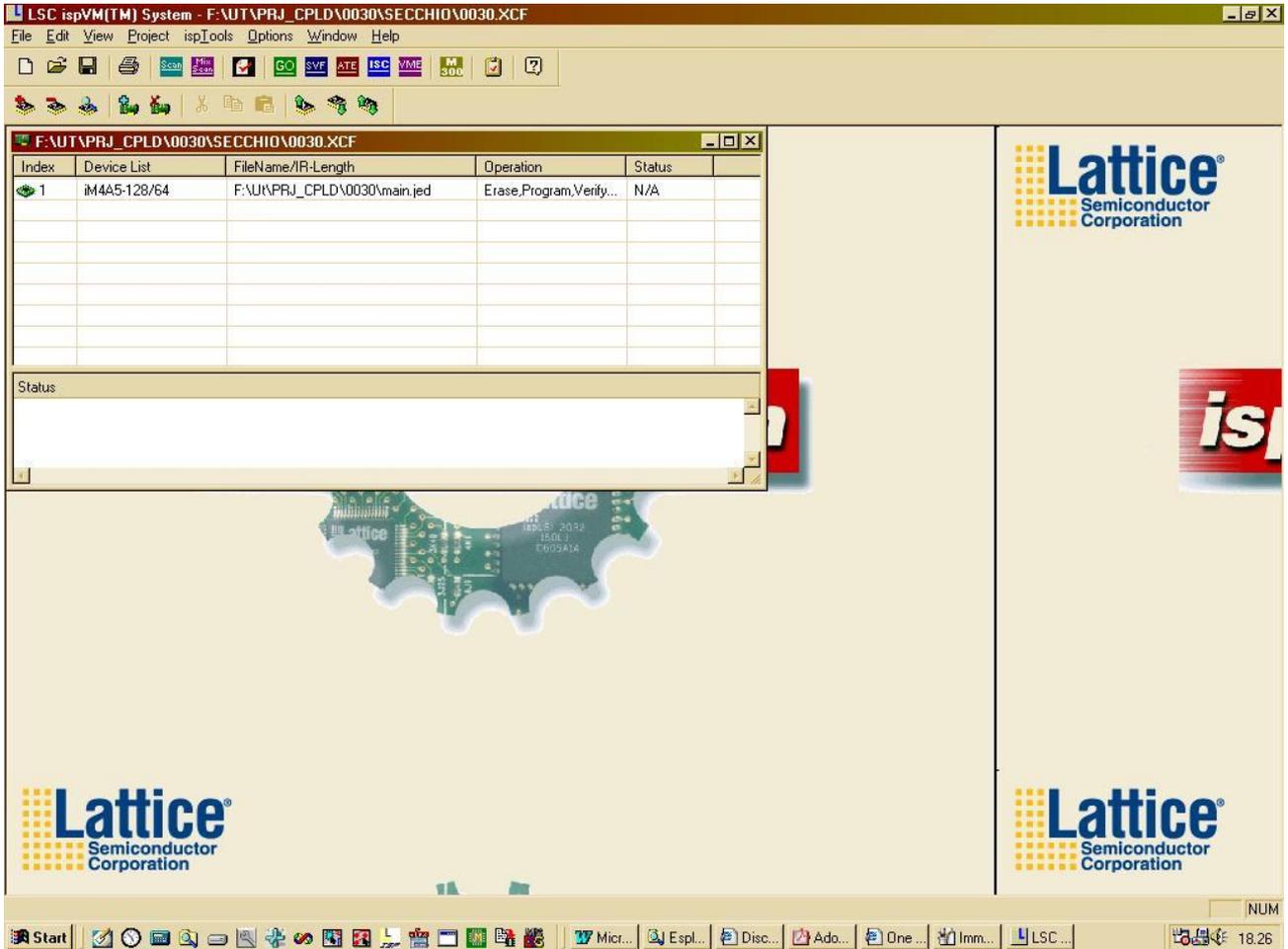


Il pacchetto software contiene inoltre il compilatore, un simulatore software per il debug ed alcuni esempi applicativi.



5.2.2 Software di programmazione della CPLD

Il software per la programmazione della CPLD viene fornito gratuitamente dal costruttore del componente, si chiama *ispVM System* ed è compatibile con i S.O. della MicroSoft (Win9x / WinNT / Win2K / WinXP).





6. Connessioni della scheda

Attraverso i vari connettori presenti a bordo scheda vengono resi disponibili gli ingressi di alimentazione, tutti i canali di *Input/Output* digitale/analogico e di *comunicazione*.

6.1 Connettore J1 da 60 pin (sezione logica)

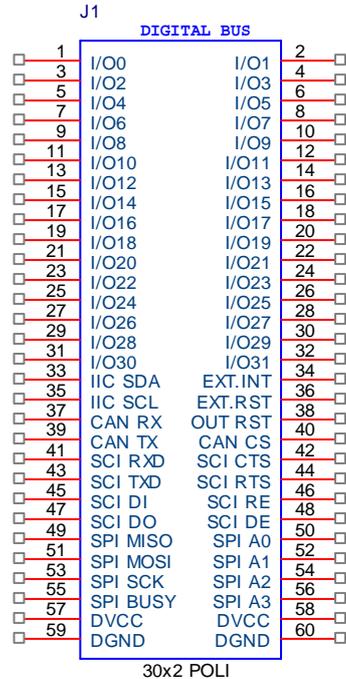


Figura 43 - Connettore J1

| PIN | Descrizione |
|------------|---|
| 1÷32 | Ingressi / uscite digitali |
| 33, 35 | Canale seriale sincrono IIC BUS |
| 34 | Ingresso di INTERRUPT dalle periferiche esterne |
| 36 | Ingresso di RESET dal mondo esterno |
| 38 | Uscita di RESET per le periferiche esterne |
| 37, 39, 40 | Canale seriale asincrono ausiliario CAN BUS (secondo canale) |
| 41÷48 | Canale seriale asincrono ausiliario SCI RS485/RS232 (secondo canale UART) |
| 49÷56 | Canale seriale sincrono ausiliario SPI Bus (secondo canale) |
| 57, 58 | Alimentazione positiva della logica (+5Vdc ±2%) |
| 59, 60 | Massa della logica |

Tabella 12 - Funzione dei contatti di J1.



6.2 Connettore J2 da 60 pin (sezione analogica)

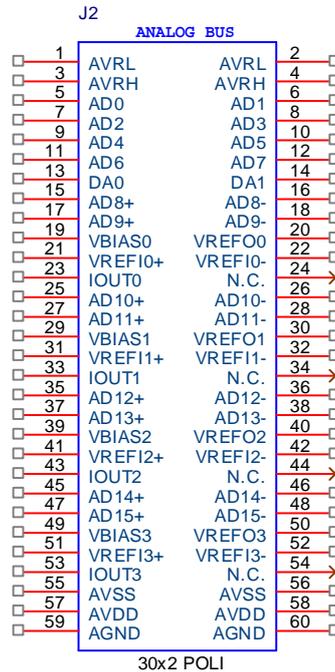


Figura 44 - Connettore J2

| PIN | Descrizione |
|------------------------------|--|
| 1, 2 | Massa analogica A/D 10bit |
| 3, 4 | Ingressi di riferimento in tensione positiva convertitori A/D e D/A a 10bit |
| 5÷12 | Ingressi single-ended per gli 8 canali del convertitore A/D a 10 bit |
| 13÷14 | Uscite per i 2 canali del convertitore D/A a 10 bit |
| 15÷18, 25÷28 35÷38, 45÷48 | Ingressi differenziali per gli 8 canali dei 4 convertitori A/D a 24 bit |
| 19, 29, 39, 49 | Ingressi di BIAS dei 4 convertitori A/D a 24bit |
| 20, 30, 40, 50 | Uscite di riferimento in tensione positive (+2,5V) dei 4 convertitori A/D a 24bit |
| 21÷22, 31÷32 41÷42, 51÷52 | Ingressi di riferimento in tensione positivi e negativi dei 4 convertitori A/D a 24bit |
| 23, 33, 43, 53 | Uscite di riferimento in corrente (20µA) dei 4 convertitori A/D a 24bit |
| 24, 34, 44, 54 | Non collegati |
| 55, 56 | Alimentazione negativa analogica A/D 24bit (-5Vdc ±0,1%) |
| 57, 58 | Alimentazione positiva analogica A/D 24bit (+5Vdc ±0,1%) |
| 59, 60 | Massa analogica A/D 24bit |

Tabella 13 - Funzione dei contatti di J2.



6.3 Connettore J3 da 6 pin (alimentazioni sezioni logica/analoga/orologio)

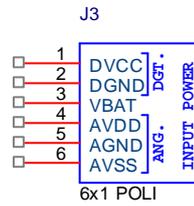


Figura 45 - Connettore J3

| PIN | Descrizione |
|-----|---|
| 1 | Alimentazione positiva della logica (+5Vdc \pm 2%) |
| 2 | Massa della logica e della batteria |
| 3 | Alimentazione positiva da batteria per l'orologio (+2÷5Vdc) |
| 4 | Alimentazione positiva analogica A/D 24bit (+5Vdc \pm 0,1%) |
| 5 | Massa analogica A/D 24bit |
| 6 | Alimentazione negativa analogica A/D 24bit (-5Vdc \pm 0,1%) |

Tabella 14 - Funzione dei contatti di J3.

6.4 Connettore J4 da 6 pin (canale di programmazione della CPLD)

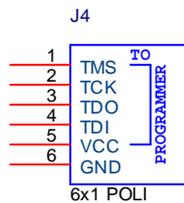


Figura 46 - Connettore J4

| PIN | Descrizione |
|-----|---|
| 1 | TMS - Test Mode Select |
| 2 | TCK - Test Clock |
| 3 | TDO - Test Data Output |
| 4 | TDI - Test Data Input |
| 5 | Uscita dell'alimentazione positiva della logica (+5Vdc 20mA max.) |
| 6 | Massa della logica |

Tabella 15 - Funzione dei contatti di J4.

6.5 Connettore J5 da 14 pin (RS232 / RS485 primaria non isolata per applicazione locale)

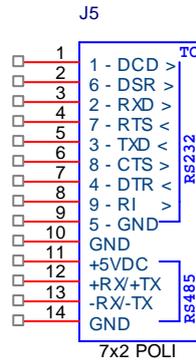


Figura 47 - Connettore J5

| PIN | Descrizione |
|------------|---|
| 1, 2, 7 | DCD, DRS, DTR del canale seriale RS232 (collegati insieme) |
| 3, 4, 5, 6 | TX, CTS, RX, RTS del canale seriale RS232 |
| 8 | RI del canale seriale RS232 (collegato all'alimentazione positiva della logica) |
| 12, 13 | RX/TX+ ed RX/TX- del canale seriale RS485 |
| 11 | Uscita dell'alimentazione positiva della logica (+5Vdc 10mA max.) |
| 9, 10, 14 | Massa della logica |

Tabella 16 - Funzione dei contatti di J5.

6.6 Connettore J6 da 4 pin (CAN bus primario non isolato per applicazione locale)

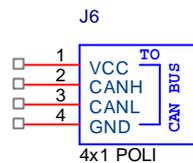


Figura 48 - Connettore J6

| PIN | Descrizione |
|------|---|
| 1 | Uscita dell'alimentazione positiva della logica (+5Vdc 10mA max.) |
| 2, 3 | CANH e CANL del canale seriale asincrono CAN BUS |
| 4 | Massa della logica |

Tabella 17 - Funzione dei contatti di J6.

6.7 Connettore J7 da 4 pin (IIC bus non isolato per applicazione locale)

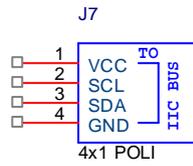


Figura 49 - Connettore J7

| PIN | Descrizione |
|------|---|
| 1 | Uscita dell'alimentazione positiva della logica (+5Vdc 10mA max.) |
| 2, 3 | SCL e SDA del canale seriale sincrono IIC BUS |
| 4 | Massa della logica |

Tabella 18 - Funzione dei contatti di J7.



7. Ingombri

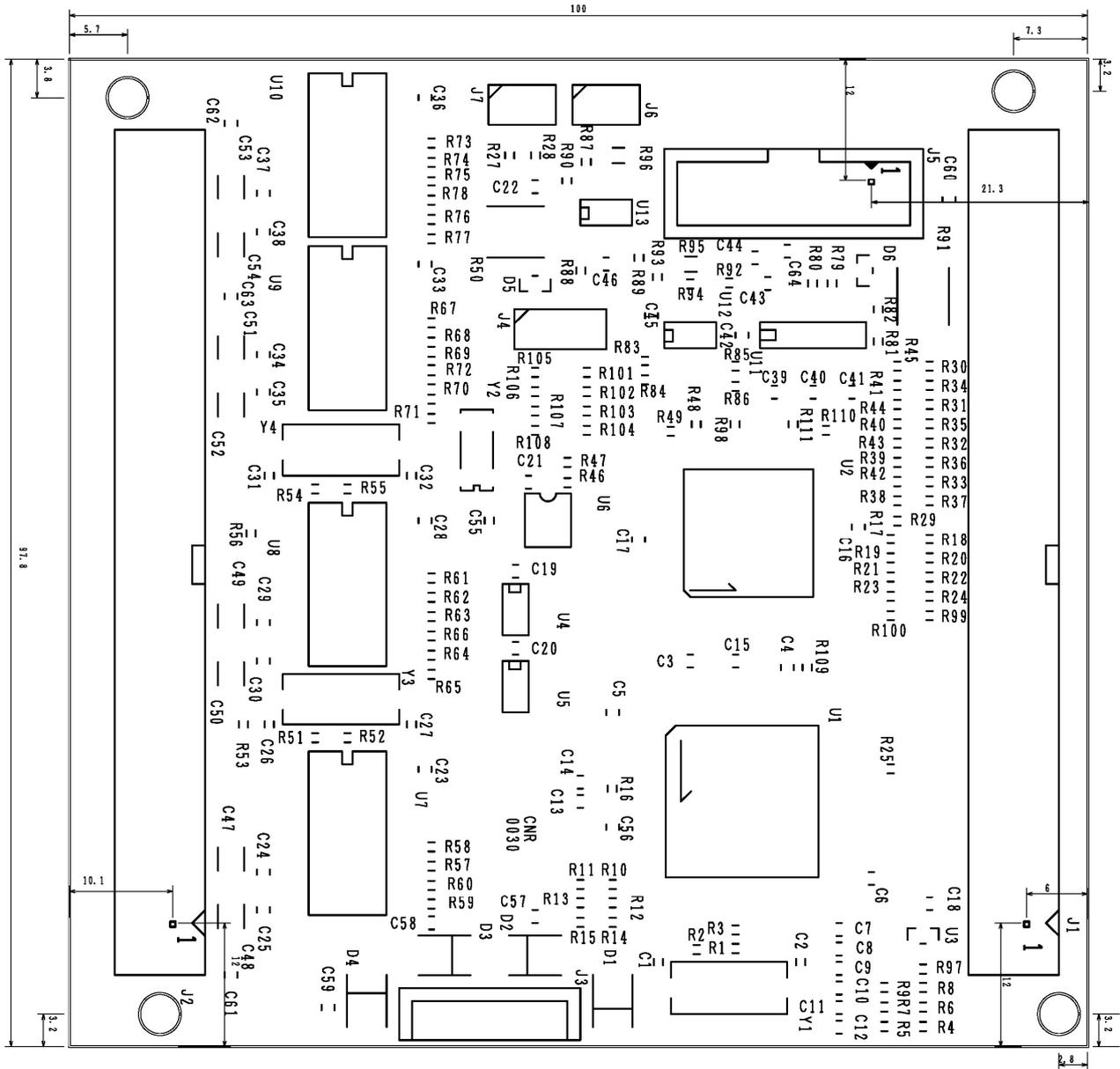


Figura 50 - Ingombri della scheda



8. Caratteristiche elettriche della scheda

8.1 Sezione logica

Questa sezione deve essere sempre alimentata in presenza dell'alimentazione analogica, diversamente potrebbero danneggiarsi i componenti della sezione analogica.

8.1.1 Tensioni di alimentazione logica

L'alimentazione alla sezione logica può essere fornita utilizzando indistintamente il connettore J3 (vedi [Figura 45](#)) oppure J1 (vedi [Figura 43](#)).

| Alimentazione: 5Vdc $\pm 2\%$ 500mA | Connettore J3 | Connettore J1 |
|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Polo positivo | Pin 1 | Pin 57 e 58 |
| Polo negativo | Pin 2 | Pin 59 e 60 |

Se si vuole mantenere funzionante l'orologio anche in assenza della tensione di alimentazione logica, è possibile collegare una batteria tampone mediante il connettore J3 (vedi [Figura 45](#)).

| Alimentazione: 2÷5Vdc 1 μ A | Connettore J3 |
|---------------------------------|---------------|
| Polo positivo | Pin 3 |
| Polo negativo | Pin 2 |



8.1.2 Input/Output logici

Tutti gli input/output della sezione *digitale* sono direttamente accessibili attraverso il connettore J1 (vedi *Figura 43*) e devono rispettare le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

| | Uscita | | | | Ingresso | | | |
|--|-----------------|----|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | Tensione (max.) | | Corrente (max.) | | Tensione (max.) | | Corrente (max.) | |
| | H | L | H | L | H | L | H | L |
| I/O0÷I/O15 | +5V | 0V | +30mA | -30mA | +5,2V | -0,2V | +1µA | -1µA |
| I/O15÷I/O31 | +5V | 0V | +4mA | -4mA | +5,2V | -0,2V | +1µA | -1µA |
| IIC SDA,IIC SCL | +5V | 0V | +3mA | -3mA | +5,2V | -0,2V | +1µA | -1µA |
| CAN RX, CAN TX CAN CS | +5V | 0V | +4mA | -4mA | +5,2V | -0,2V | +1µA | -1µA |
| EXT INT | +5V | 0V | +4mA | -4mA | +5,2V | -0,2V | +1µA | -1µA |
| EXT RST | - | - | - | - | +5,2V | -0,2V | - | -40mA |
| OUT RST | +5V | 0V | +1mA | -1mA | - | - | - | - |
| SCI RXD, SCI TXD, SCI DI, SCI DO, SCI RE, SCI DE | +5V | 0V | +1mA | -1mA | +5,2V | -0,2V | +10µA | -10µA |
| SCI CTS, SCI RTS | +5V | 0V | +4mA | -4mA | +5,2V | -0,2V | +1µA | -1µA |
| SPI MISO, SPI MOSI, SPI SCK, SPI BUSY, SPI A0, SPI A1, SPI A2, SPI A3 | +5V | 0V | +1mA | -1mA | +5,2V | -0,2V | +10µA | -10µA |



8.2 Sezione analogica

Questa sezione non deve essere alimentata in assenza dell'alimentazione logica, diversamente potrebbero danneggiarsi i componenti della sezione analogica.

8.2.1 Tensioni di alimentazione analogica

L'alimentazione alla sezione analogica può essere fornita utilizzando indistintamente il connettore J3 (vedi [Figura 45](#)) oppure J2 (vedi [Figura 44](#)).

| Modalità bipolare | | |
|--|---------------|---------------|
| Alimentazione: $\pm 5\text{Vdc} \pm 0,1\%$ | Connettore J3 | Connettore J1 |
| Polo positivo | Pin 4 | Pin 57 e 58 |
| Comune | Pin 5 | Pin 59 e 60 |
| Polo negativo | Pin 6 | Pin 55 e 56 |

| Modalità unipolare | | |
|--|---------------|---------------|
| Alimentazione: $5\text{Vdc} \pm 0,1\%$ | Connettore J3 | Connettore J1 |
| Polo positivo | Pin 4 | Pin 57 e 58 |
| Comune | Pin 5 | Pin 59 e 60 |
| Comune | Pin 6 | Pin 55 e 56 |



8.2.2 Input/Output analogici

Tutti gli input/output della sezione *analogica* sono direttamente accessibili attraverso il connettore J2 (vedi [Figura 44](#)) e devono rispettare le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

| | Uscita | | | | Ingresso | | | |
|---------------------|-----------------|----|-----------------|------|-----------------|-------|-----------------|------|
| | Tensione (max.) | | Corrente (max.) | | Tensione (max.) | | Corrente (max.) | |
| | H | L | H | L | H | L | H | L |
| VREFH (**) | | | | | +5,2V | -0,2V | +1mA | |
| AN0÷AN7 | +5V | 0V | +4mA | -4mA | +5,2V | -0,2V | +3mA | |
| DA0÷DA1 | +5V | 0V | Rout = 2,9KΩ | | | | | |
| AD8+÷AD15+ | | | | | AVDD | AVSS | +1nA | -1nA |
| AD8-÷AD15- | | | | | AVDD | AVSS | +1nA | -1nA |
| VBIAS0÷VBIAS3 (*) | | | | | AVDD | AVSS | +1nA | -1nA |
| VREFO0÷VREFO3 | +2,5V | | +1mA | | | | | |
| VREFI0+÷VREFI3+ (*) | | | | | AVDD | AVSS | +1nA | -1nA |
| VREFI0-÷VREFI3- (*) | | | | | AVDD | AVSS | +1nA | -1nA |
| IOUT0÷IOUT 3 | | | +20μA | | | | | |

Leggenda:
 (*) **ATTENZIONE:** per le caratteristiche di questi ingressi consultare il capitolo [Selezione dei riferimenti dei convertitori A/D a 24bit](#)

**9. Listato componenti**

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Dati</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|-------------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|
| C1 | CAP. CERAMICO C0G | 22pF | | | 0603 |
| C2 | CAP. CERAMICO C0G | 22pF | | | 0603 |
| C3 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C4 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C5 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C6 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C7 | CAP. CERAMICO X7R | 10nF | | | 0805 |
| C8 | CAP. CERAMICO X7R | 2u2nF | | | 0805 |
| C9 | CAP. CERAMICO X7R | 2u2nF | | | 0805 |
| C10 | CAP. CERAMICO X7R | 2u2nF | | | 0805 |
| C11 | CAP. CERAMICO X7R | 2u2nF | | | 0805 |
| C12 | CAP. CERAMICO X7R | 2u2nF | | | 0805 |
| C13 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C14 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C15 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C16 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C17 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C18 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C19 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C20 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C21 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C22 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C23 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C24 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C25 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C26 | CAP. CERAMICO C0G | 22pF | | | 0603 |
| C27 | CAP. CERAMICO C0G | 22pF | | | 0603 |
| C28 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C29 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C30 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C31 | CAP. CERAMICO C0G | 22pF | | | 0603 |
| C32 | CAP. CERAMICO C0G | 22pF | | | 0603 |
| C33 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C34 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C35 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C36 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C37 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C38 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C39 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C40 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |



SCHEDA A MICROCONTROLLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Dati</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|-------------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|
| C41 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C42 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C43 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C44 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C45 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C46 | CAP. CERAMICO X7R | 100nF | | | 0805 |
| C47 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C48 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C49 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C50 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C51 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C52 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C53 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C54 | CAP. TANTALIO | 10uF 16V | TPSB106K016R0800 | AVX | 1210 |
| C55 | CAP. CERAMICO C0G | 6pF | | | 0603 |
| C56 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C57 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C58 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C59 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C60 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C61 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C62 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C63 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |
| C64 | CAP. CERAMICO X7R | 1uF | | | 0805 |

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|
| Y1 | QUARZO | 4MHz HC49/4H SMX | C-MAC | SMD |
| Y2 | QUARZO | 32K768Hz NTF3238E | SARONIXC | |
| Y3 | QUARZO | 8MHz HC49/4H SMX | C-MAC | SMD |
| Y4 | QUARZO | 8MHz HC49/4H SMX | C-MAC | SMD |



SCHEDA A MICROCONTROLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| D1 | DIODO SCHOTTKY | ES2A | LITEON | DO214 |
| D2 | DIODO SCHOTTKY | ES2A | LITEON | DO214 |
| D3 | DIODO SCHOTTKY | ES2A | LITEON | DO214 |
| D4 | DIODO SCHOTTKY | ES2A | LITEON | DO214 |
| D5 | DIODO SCHOTTKY | BAS40 | General Semiconductor | SOT23 |
| D6 | DIODO SCHOTTKY | BAS40 | General Semiconductor | SOT23 |

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------|
| J1 | CON. FEMMINA VERTICALE | 30x2 poli - BL 2 60G | FISCHER | PASSO 2,54mm |
| J2 | CON. FEMMINA VERTICALE | 30x2 poli - BL 2 60G | FISCHER | PASSO 2,54mm |
| J3 | CON. MASCHIO VERTICALE | 6x1 poli - 280372 / MODU 6 SIL | AMP | PASSO 2,54mm |
| J4 | CON. MASCHIO VERTICALE | 6x1 poli - 53047-0610 | MOLEX | PASSO 1,27mm |
| J5 | CON. MASCHIO VERTICALE | 7x2 poli - DIN41651 per wire-wrap | | PASSO 2,54mm |
| J6 | CON. MASCHIO VERTICALE | 4x1 poli - 53047-0410 | MOLEX | PASSO 1,27mm |
| J7 | CON. MASCHIO VERTICALE | 4x1 poli - 53047-0410 | MOLEX | PASSO 1,27mm |

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------|
| U1 | CIRCUITO INTEGRATO | MB91F365GB | FUJITSU | QFP120 |
| U2 | CIRCUITO INTEGRATO | M4A5-64/64 | LATTICE | TQFP100 |
| U3 | CIRCUITO INTEGRATO | DS1811R-5/T&R | DALLAS SEMICONDUCTOR | SOT23 |
| U4 | CIRCUITO INTEGRATO | LM74CIM-5 | NATIONAL | SO08 |
| U5 | CIRCUITO INTEGRATO | M95640 | ST | SO08 |
| U6 | CIRCUITO INTEGRATO | DS1302Z | DALLAS SEMICONDUCTOR | SO08 |
| U7 | CIRCUITO INTEGRATO | AD7710AR | ANALOG DEVICES | SO24 |
| U8 | CIRCUITO INTEGRATO | AD7710AR | ANALOG DEVICES | SO24 |
| U9 | CIRCUITO INTEGRATO | AD7710AR | ANALOG DEVICES | SO24 |
| U10 | CIRCUITO INTEGRATO | AD7710AR | ANALOG DEVICES | SO24 |
| U11 | CIRCUITO INTEGRATO | MAX202ESE | MAXIM | SO16 |
| U12 | CIRCUITO INTEGRATO | MAX485ESA | MAXIM | SO08 |
| U13 | CIRCUITO INTEGRATO | PCA82C250T | PHILIPS | SO08 |



SCHEDA A MICROCONTROLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Dati</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|-------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|
| R1 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R2 | RESISTENZA | 10MR | | | 0603 |
| R3 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R4 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R5 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R6 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R7 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R8 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R9 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R10 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R11 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R12 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R13 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R14 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R15 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R16 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R17 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R18 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R19 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R20 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R21 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R22 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R23 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R24 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R25 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R27 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R28 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R29 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R30 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R31 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R32 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R33 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R34 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R35 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R36 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R37 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R38 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R39 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R40 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |



SCHEDA A MICROCONTROLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE

| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Dati</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|-------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|
| R41 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R42 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R43 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R44 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R45 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R46 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R47 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R48 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R49 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R50 | RESISTENZA | 22R | | | 2512 |
| R51 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R52 | RESISTENZA | 10MR | | | 0603 |
| R53 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R54 | RESISTENZA | 220R | | | 0603 |
| R55 | RESISTENZA | 10MR | | | 0603 |
| R56 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R57 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R58 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R59 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R60 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R61 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R62 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R63 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R64 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R65 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R66 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R67 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R68 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R69 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R70 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R71 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R72 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R73 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R74 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R75 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R76 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R77 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R78 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R79 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R80 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |



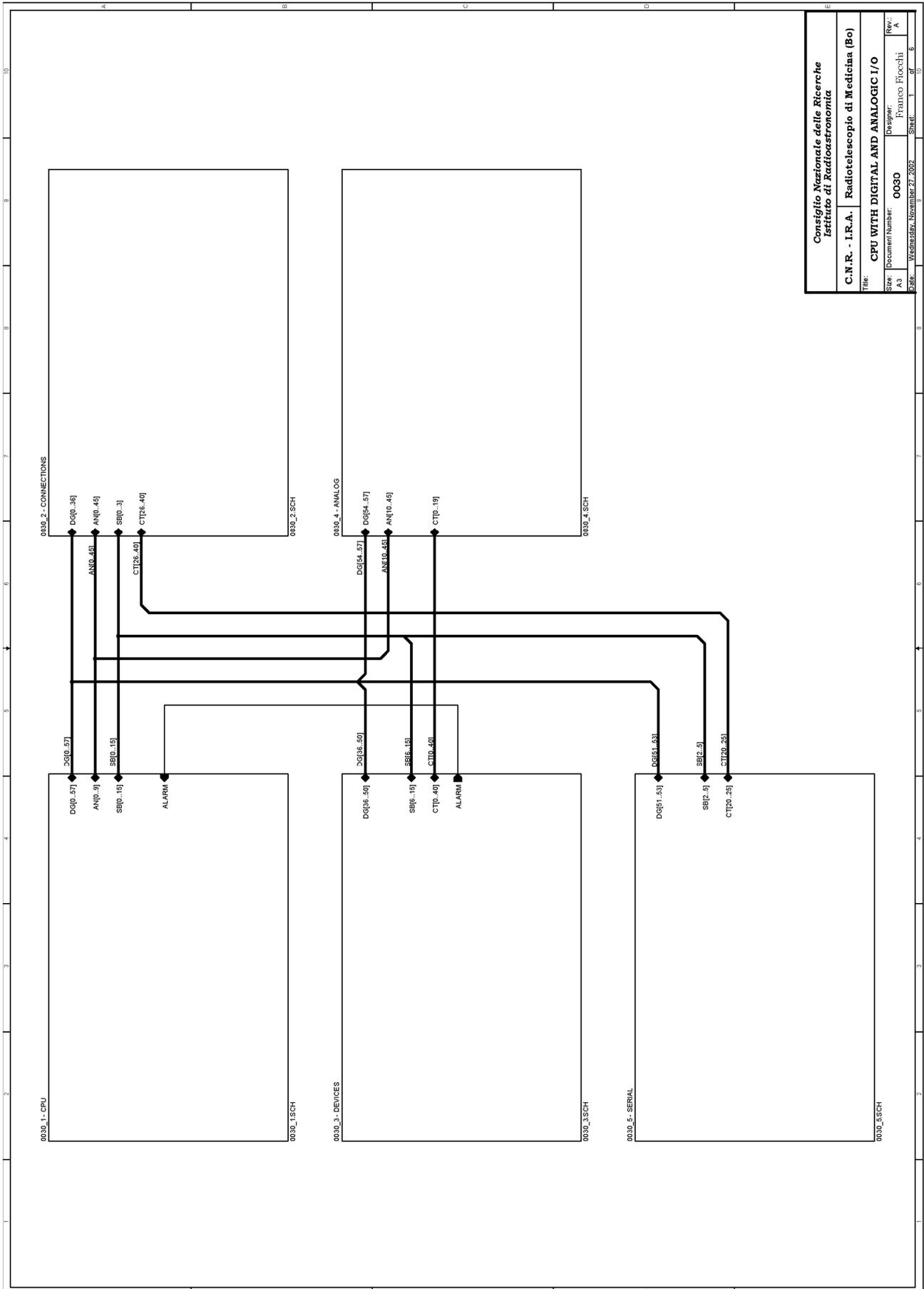
| <i>Rif.</i> | <i>Tipo</i> | <i>Dati</i> | <i>Codice/Serie</i> | <i>Costruttore</i> | <i>Case</i> |
|-------------|-------------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|
| R81 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R82 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R83 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R84 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R85 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R86 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R87 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R88 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R89 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R90 | RESISTENZA | 1KR | | | 0603 |
| R91 | RESISTENZA | 22R | | | 2512 |
| R92 | RESISTENZA | 1KR | | | 0603 |
| R93 | RESISTENZA | 1KR | | | 0603 |
| R94 | RESISTENZA | 100KR | | | 0603 |
| R95 | RESISTENZA | 120R | | | 1206 |
| R96 | RESISTENZA | 120R | | | 1206 |
| R97 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R98 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R99 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |
| R100 | RESISTENZA | 1KR | | | 0603 |
| R101 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R102 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R103 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R104 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R105 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R106 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R107 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R108 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R109 | RESISTENZA | 4K7R | | | 0603 |
| R110 | RESISTENZA | 0R | | | 0603 |
| R111 | RESISTENZA | 47KR | | | 0603 |

10. Schematico elettronico complessivo della scheda

Nelle pagine seguenti sono riportati gli schematici elettronici della scheda.



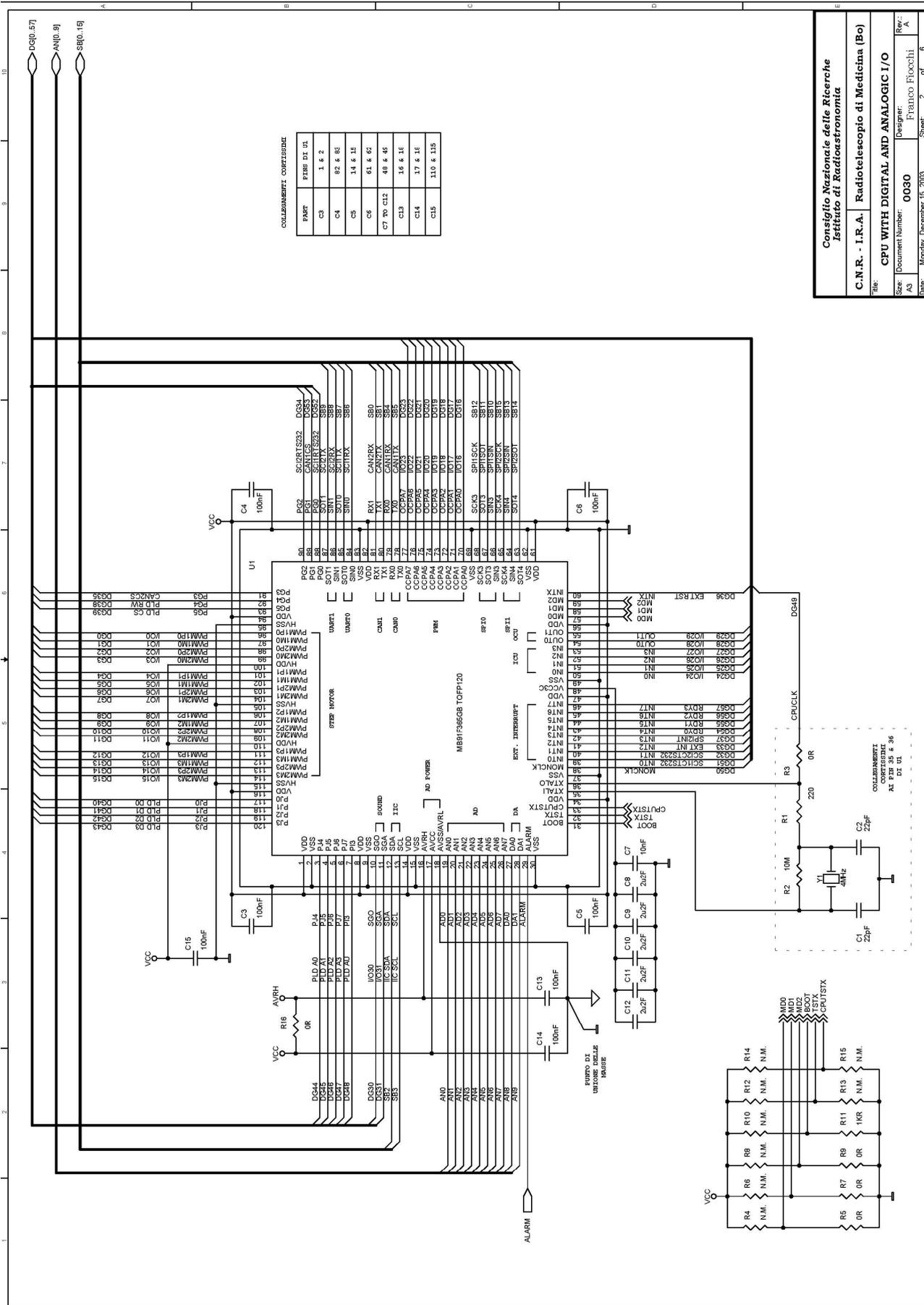
SCHEDA A MICROCONTROLLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE



| | |
|--|----------------------------------|
| Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Radiostronomia | |
| C.N.R. - I.R.A. | Radiotelescopio di Medicina (Bo) |
| Title: CPU WITH DIGITAL AND ANALOG I/O | |
| Size: A3 | Designer: Franco Focchi |
| Date: Wednesday, November 27, 2002 | Rev.: A |
| Sheet: 1 | of: 6 |



SCHEDA A MICROCONTROLLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE



COLLEGAMENTI COMPRESSE

| PARTE | PIÙE DI UT |
|-------|------------|
| C3 | 1 & 2 |
| C4 | 92 & 93 |
| C5 | 14 & 1E |
| C6 | 61 & 62 |
| C7 | 70, C12 |
| C8 | 16 & 1E |
| C9 | 14 & 1E |
| C10 | 17 & 1E |
| C11 | 110 & 115 |
| C12 | 110 & 115 |

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Radioastronomia

C.N.R. - I.R.A. Radiotelescopio di Medicina (Bo)

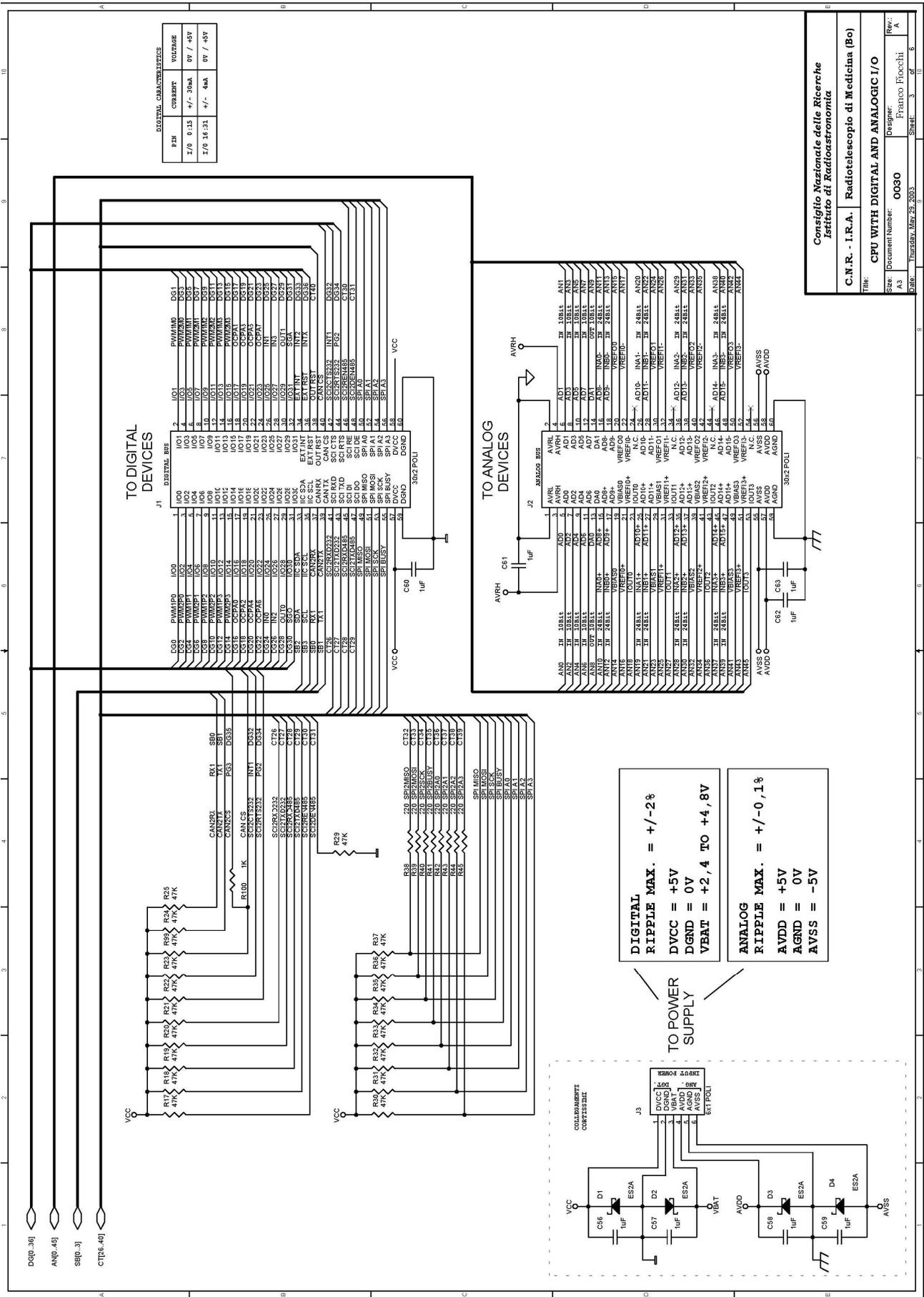
Title: CPU WITH DIGITAL AND ANALOG I/O

Size: Document Number: 0030 Designer: Franco Picocchi Rev: A

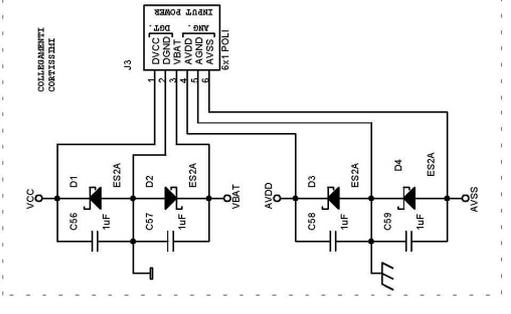
Date: Monday, December 15, 2003 Sheet: 2 of 6



SCHEDA A MICROCONTROLLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE



| DIGITAL CHARACTERISTICS | | |
|-------------------------|----------|----------|
| FIN | CURRENT | VOLTAGE |
| I/O 0.15 | +/- 30mA | 0V / +5V |
| I/O 16.31 | +/- 4mA | 0V / +5V |



DIGITAL
 RIPPLE MAX. = +/- 2%
 DVCC = +5V
 DGNB = 0V
 VBAT = +2,4 TO +4,8V

ANALOG
 RIPPLE MAX. = +/- 0,1%
 AVDD = +5V
 AGND = 0V
 AVSS = -5V

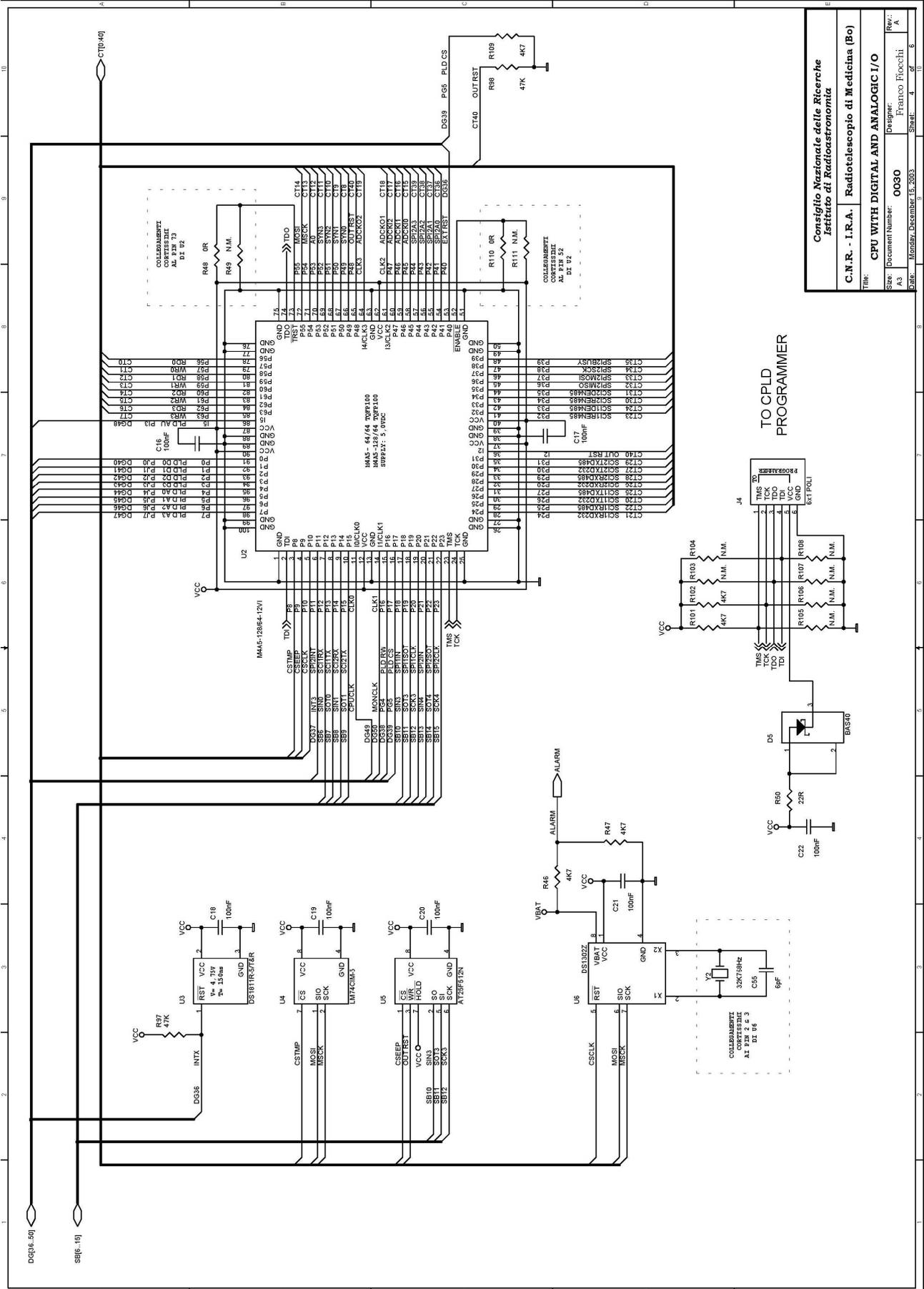
Consiglio Nazionale delle Ricerche
 Istituto di Radiotelecomunicazioni

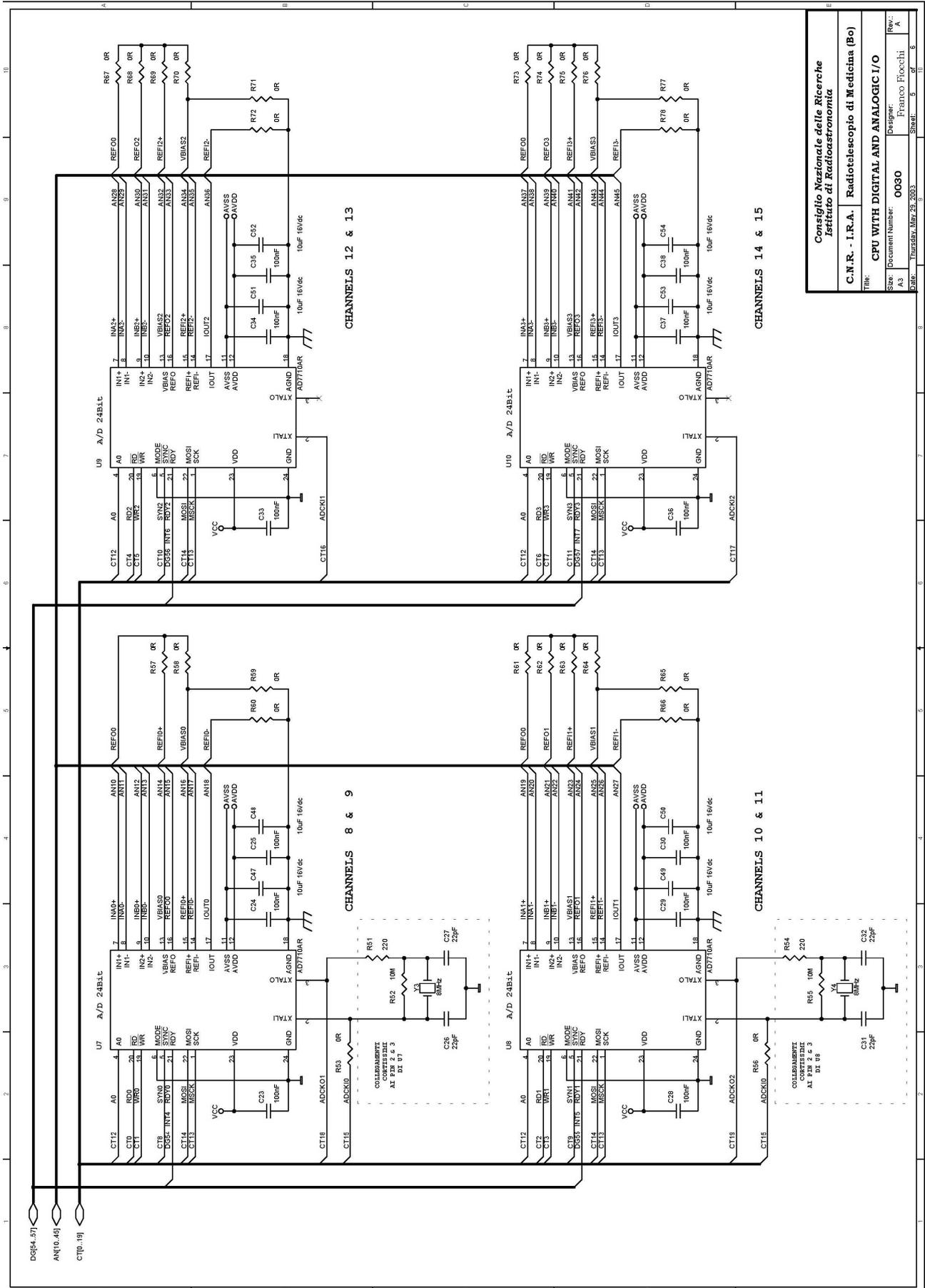
C.N.R. - I.R.A. Radiotelescopio di Medicina (Bo)

Title: CPU WITH DIGITAL AND ANALOG I/O
 Designer: Franco Bocchi
 Size: Document Number: 0030
 Date: Thursday, May 29, 2003
 Sheet: 3 of 6
 Rev: A

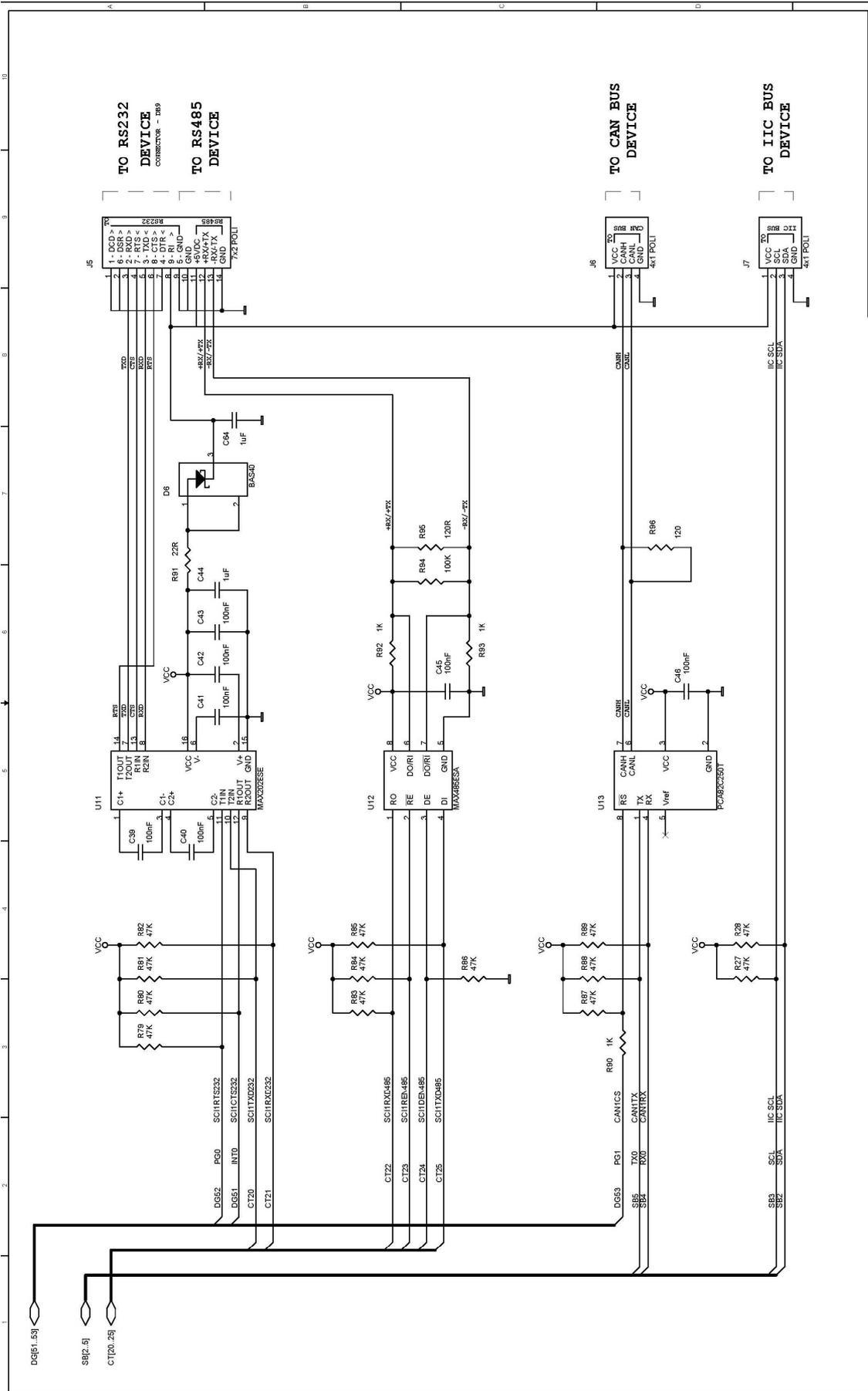


SCHEDA A MICROCONTROLLORE PER APPLICAZIONI DI USO GENERALE





| | |
|---|----------------------------------|
| Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Radioastronomia | |
| C.N.R. - I.R.A. | Radiotelescopio di Medicina (Bo) |
| Title: | CPU WITH DIGITAL AND ANALOG I/O |
| Size: Document Number: | 0050 |
| Designer: | Franco Floechi |
| Rev.: | A |
| Date: | Thursday, May 29, 2003 |
| Sheet: | 5 of 6 |



| | |
|---|-----------------------------------|
| Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Radioastronomia | |
| C.N.R. - I.R.A. Radiotelescopio di Medicina (Bo) | |
| Title: | CPU WITH DIGITAL AND ANALOGIC I/O |
| Size: | Document Number: 0030 |
| Date: | Designer: Franco Plocchi |
| | Rev.: A |
| | Monday, December 15, 2003 |
| | Sheet 6 of 6 |