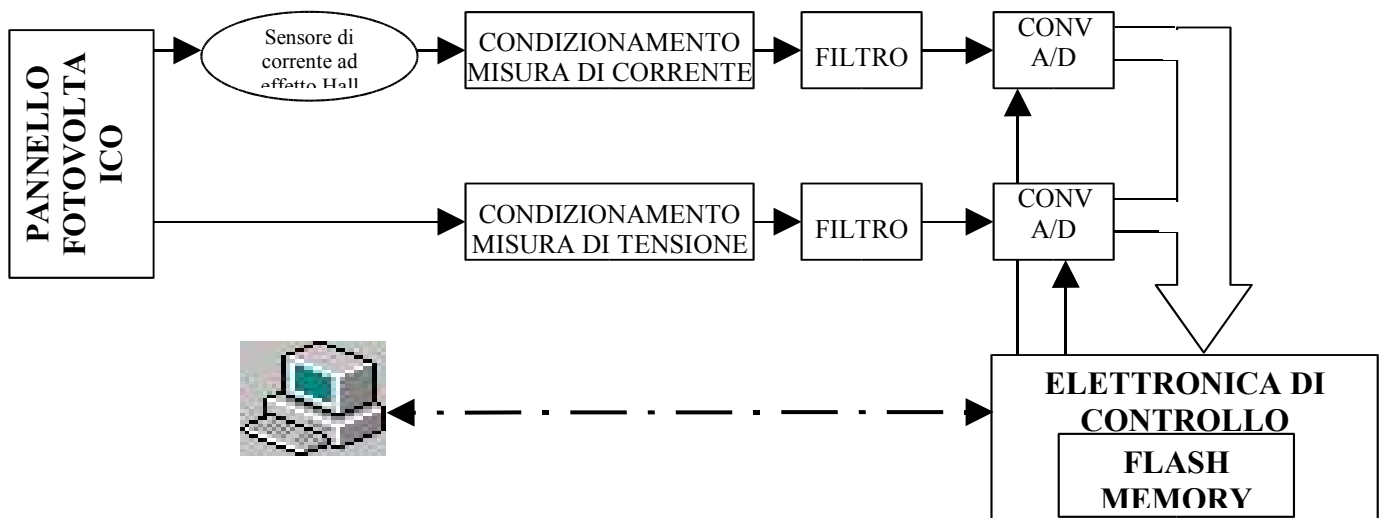


SOLUZIONE SECONDA PROVA 2005
ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE
INDIRIZZO ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI
TEMA DI ELETTRONICA

(valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del progetto sperimentale 'Sirio' – Elettronica)

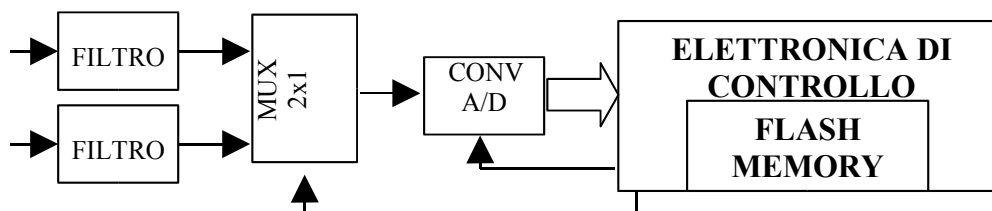
1. Il candidato descriva lo schema a blocchi del sistema di acquisizione dati per le grandezze elencate

In figura è riportato lo schema a blocchi del sistema



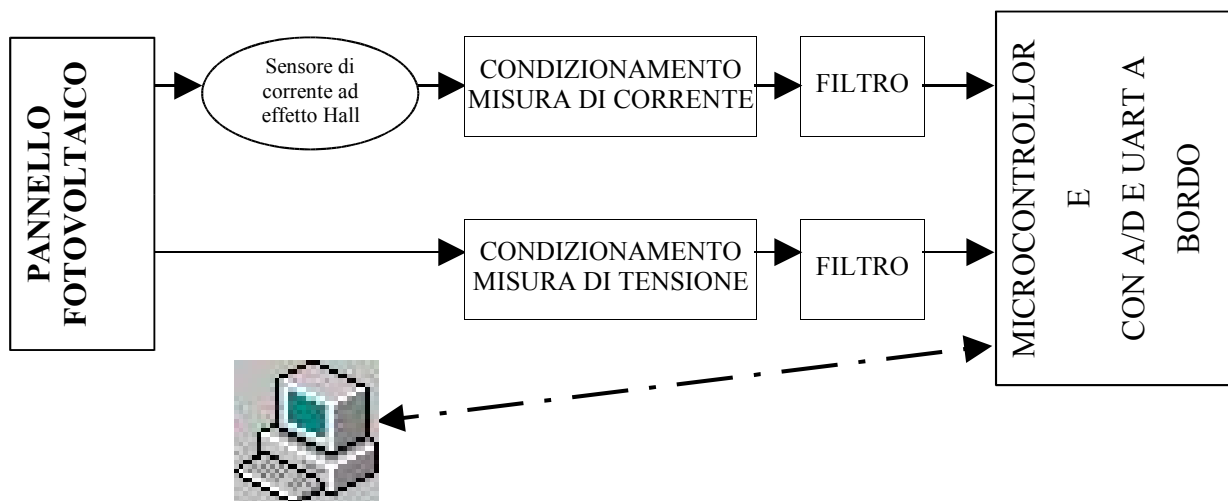
Come si evince dal testo è necessario condizionare le due grandezze che provengono dal pannello fotovoltaico (V da 0-16.5V a 0-2.5V e I da 0-3.3mA a 0-2.5V). Nonostante il progetto non presenti particolari problemi riguardo il contenuto in frequenza è preferibile inserire un filtro passabasso RC con $f_t = 20\text{Hz}$ che riduce i disturbi ad alta frequenza. Qualora si volesse eliminare l'eventuale disturbo a 50 Hz della tensione di rete è necessario un filtro selettivo con una frequenza di taglio di circa 20Hz (ad es. Butterworth almeno del quarto ordine); si consideri infatti che il segnale viene rilevato ogni 5 minuti quindi in pratica interessa solo la continua. Seguono i convertitori A/D collegati all'elettronica di controllo.

Una soluzione economicamente più efficace avrebbe potuto essere quella di utilizzare un solo convertitore A/D ed un Mux a due linee come riportato nella figura seguente.



In questo modo l'elettronica di controllo deve comandare il mux (selezionando alternativamente i due canali). In realtà poiché non è necessario utilizzare A/D particolarmente costosi (si osservi che la frequenza di campionamento non è un problema e anche la precisione richiesta consente l'utilizzo di un A/D a 8bit) anche la soluzione con due A/D resta valida. La soluzione in generale, più efficiente è

invece quella di utilizzare un microcontrollore (ad es. un PIC di Microchip, o altro) che integra al suo interno già un sistema multicanale di conversione A/D. I micro inoltre dispongono anche, in alcune versioni, di una flash eeprom integrata che consente di memorizzare facilmente i dati. Ulteriore vantaggio della soluzione a micro (vantaggiosa anche in termini economici) riguarda l'implementazione della comunicazione seriale (anch'essa integrata nel micro) che per il sistema in esame può essere una seriale standard di tipo UART (rs232) . Il micro infine consente di ridurre i consumi, poiché è possibile mandarlo in modalità basso consumo (sleep o standby ecc.) e farlo risvegliare da un interrupt di timer ogni 5 minuti.



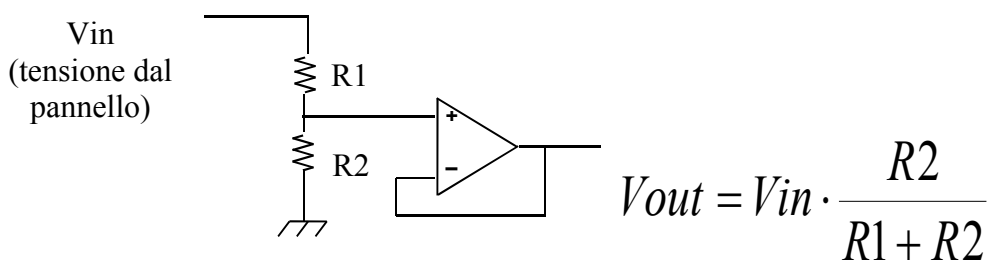
Nel prosieguo, almeno per la parte di progettazione, si farà comunque riferimento alla soluzione proposta dal testo che prevede la presenza di due convertitori separati

2. progetti il condizionamento dei segnali in uscita dai sensori

CONDIZIONAMENTO MISURA DI TENSIONE

Per il condizionamento della misura della tensione è necessario un dispositivo che fornisca una tensione 0-2.5V a partire da una tensione 0-16.5V. È quindi necessario un divisore di tensione che divida per 6.6 o analogamente che attenui di 1/6.6 infatti $2.5/16.5=1/6.6$

Lo strumento più semplice ma adatto allo scopo è un semplice partitore di tensione riportato in figura a cui è stato aggiunto un inseguitore di tensione per disaccoppiare il carico a valle (filtro e convertitore)

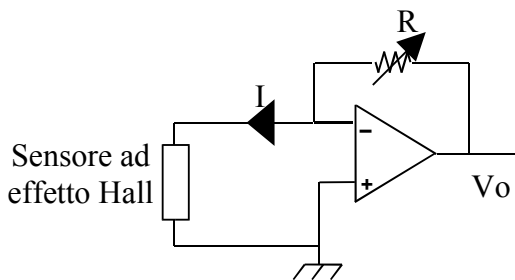


I valori da utilizzare per le resistenze del partitore sono $R_1=56 \text{ K}\Omega$ e $R_2=10 \text{ K}\Omega$ (commerciali)

Si osservi che con le resistenze scelte la corrente massima assorbita dal carico è $I_{MAX} = \frac{16.5V}{66K\Omega} = 0,25mA$ che rispetto alla corrente massima erogabile (3,3A) rappresenta lo 0.0075% cioè non carica per nulla la sorgente.

CONDIZIONAMENTO MISURA DI CORRENTE

Si tratta di ottenere un segnale 0-2,5 V a partire da un segnale di corrente 0-3.3mA (si noti che la corrente massima non è 15A ma 3.3A). Per fare questo si utilizza un convertitore corrente tensione in cui il sensore viene inserito



Poiché $V_o = R \cdot I$ segue che $R = \frac{2.5V}{3.3mA} = 757\Omega$

Poiché non esiste il valore commerciale è opportuno utilizzare un trimmer da tarare in fase di collaudo

3. indichi il tipo di convertitore analogico digitale idoneo per questo impiego

Come già illustrato le prestazioni richieste al convertitore non sono critiche. La frequenza di campionamento richiesta anche nell'ipotesi di un unico convertitore è inferiore a 1Hz (è richiesta infatti una conversione ogni 5minuti). Per lo stesso motivo non è necessario inserire un Sample and Hold o utilizzare un convertitore che lo integri.

Nulla è specificato riguardo la precisione, ma trattandosi della misurazione di un livello di potenza fornita, possiamo considerare una precisione dell'1% più che conservativa. Se consideriamo il solo

errore di quantizzazione ($\epsilon_q \% = \frac{1}{2^{n+1}}$) osserviamo che già con 8bit si ha $\epsilon_q \% \cong 0,2\%$ che lascia anche

un certo margine per le eventuali non linearità. Il convertitore può essere indifferentemente ad approssimazioni successive o ad integrazione (questo secondo consente anche tarando opportunamente la frequenza di campionamento di eliminare il disturbo a 50Hz)

Le specifiche trovate, confermano la bontà della scelta di utilizzare un microcontrollore, che integra un A/D che sicuramente soddisfa i parametri richiesti. In questo caso normalmente la dinamica della tensione di ingresso va da 0 a 5V, è necessario quindi modificare i valori delle resistenze del blocco di condizionamento.

4. descriva il sistema di memorizzazione dei valori acquisiti

Il sistema è come abbiamo detto un microcontrollore che deve gestire la seguente sequenza di operazioni:

- Attesa di 5 minuti
- Conversione Canale 1 e memorizzazione in RAM
- Conversione Canale 2 e memorizzazione in RAM
- Memorizzazione in E2Prom di tipo flash dei due dati

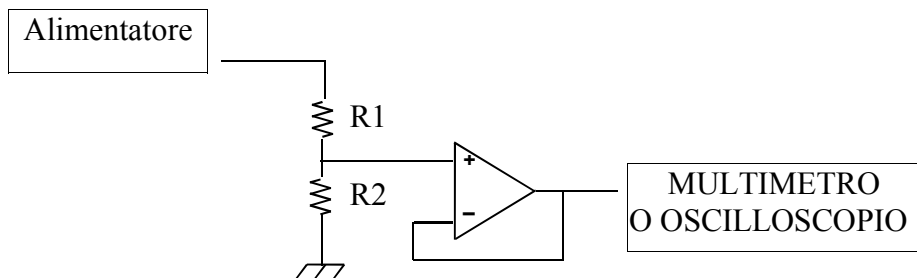
Si noti che si è preferito convertire entrambi i canali prima di memorizzare nella flash, questo al fine di fare in modo che le due misure siano il più contemporanee possibile (si ricordi che l'obiettivo è una misura di potenza)

Il firmware del micro deve prevedere anche la routine di trasmissione (preferibilmente in interrupt) che viene attivata dal collegamento seriale con il PC sul quale girerà un applicativo in linguaggio di alto livello (LABVIEW, C++; o altro) che provvederà ad interrogare il micro ogni 24 ore o su richiesta dell'utente)

La memorizzazione deve poter contenere i dati delle 24 ore cioè $24 \cdot 12 \cdot 2 = 576$ Byte (24 ore per 12 conversioni ogni ora per 2 canali) o 4608 bit è quindi necessario una FLASH da 1Kbyte o 8Kbit. Qualora il micro non disponesse di un quantitativo sufficiente di memoria on board si deve utilizzare una memoria esterna. Allo scopo può essere utilizzata una flash seriale da 8Kbit con interfaccia I2C o SPI. Tale interfacce sono normalmente disponibili sui micro e la comunicazione non presenta problemi di implementazione.

5. illustri le metodologie di collaudo

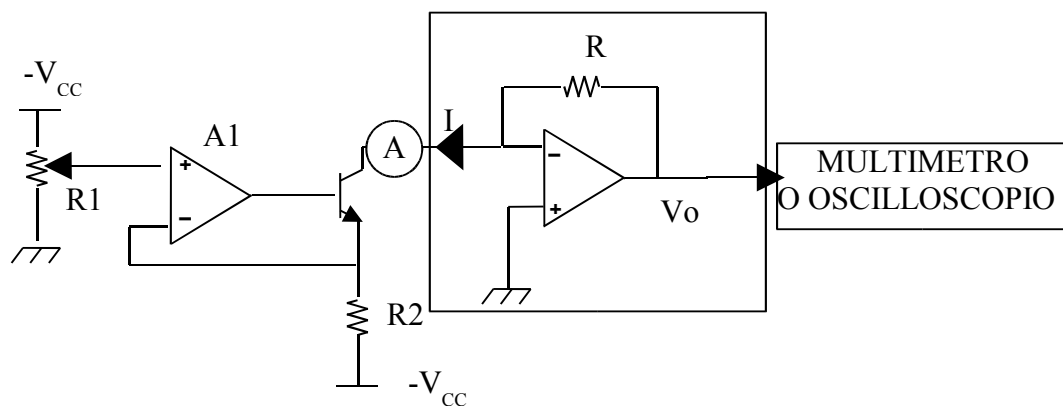
Il collaudo dei circuiti può avvenire in modo molto semplice per il condizionamento dei segnali di tensione .



Modificando la tensione dell'alimentatore è possibile verificare il corretto funzionamento del circuito. Per il collaudo del convertitore corrente tensione è spesso necessario costruire un convertitore tensione corrente . In figura è riportato lo schema: l'operazionale A1 funge da convertitore tensione/corrente e

determina una corrente $I = \frac{V^+ - (-V_{cc})}{R2} = \frac{V^+ + V_{cc}}{R2}$ $I = V^+/R2$ (infatti l'operazionale agisce sull'uscita in modo che $V^+ = V^-$).

La corrente massima erogata si ha quando l'ingresso è a massa; in questo caso $I_{MAX} = V_{cc}/R2$ ipotizzando una $V_{cc} = \pm 5V$ e una $I_{MAX} = 5 \text{ mA}$ si ottiene una $R2 = 1 \text{ K}\Omega$



Regolando il trimmer di ingresso R1 è possibile verificare la corrispondenza tra i valori di I (misurati dall'amperometro A) e Vo e il comportamento desiderato.

Per quanto concerne il collaudo della parte di conversione si tratta di porre un segnale di tensione nota all'ingresso del convertitore e, dopo aver provveduto al segnale di start of conversion, verificare il codice binario prodotto in uscita.