

TURR9K004



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

M049 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO PROFESSIONALE

CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzo: TECNICO DELLE INDUSTRIE ELETTRONICHE

Tema di: ELETTRONICA, TELECOMUNICAZIONI ED APPLICAZIONI

Una scuola vuole monitorare la potenza elettrica continua di un pannello fotovoltaico per la generazione d'energia elettrica di cui è dotata.

Il pannello fotovoltaico può produrre una corrente massima di 3,3 Ampere e una tensione massima di 16,5 Volt. Questi valori massimi si riducono notevolmente a seconda della quantità di luce solare che raggiunge gli elementi.

Per monitorare la potenza elettrica prodotta durante la giornata e nelle varie condizioni climatiche, si misurano la tensione prodotta e la corrente prodotta. Questi dati devono essere rilevati ogni 5 minuti e conservati in una memoria di tipo flash. Una volta al giorno devono essere inviati ad un personal computer per produrre una statistica.

Per misurare la corrente si utilizza un sensore ad effetto Hall che ha un'uscita lineare in corrente, secondo la seguente proporzione:

- Se la corrente misurata è nulla (0 Ampere), in uscita la corrente vale 0 mA.
- Se la corrente misurata è 15 Ampere, in uscita la corrente è pari a 15 mA.

Le due grandezze da misurare devono essere convertite in tensioni comprese tra 0 e 2,5 Volt per essere adattate all'ingresso del convertitore analogico-digitale impiegato.

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive ritenute opportune:

1. descriva lo schema a blocchi del sistema d'acquisizione dati per le grandezze elencate;
2. progetti il condizionamento dei segnali in uscita dai sensori;
3. indichi il tipo di convertitore analogico-digitale idoneo per questo impiego;
4. descriva il sistema di memorizzazione dei valori acquisiti;
5. illustri le metodologie di collaudo dei circuiti.

Durata massima della prova: 6 ore.

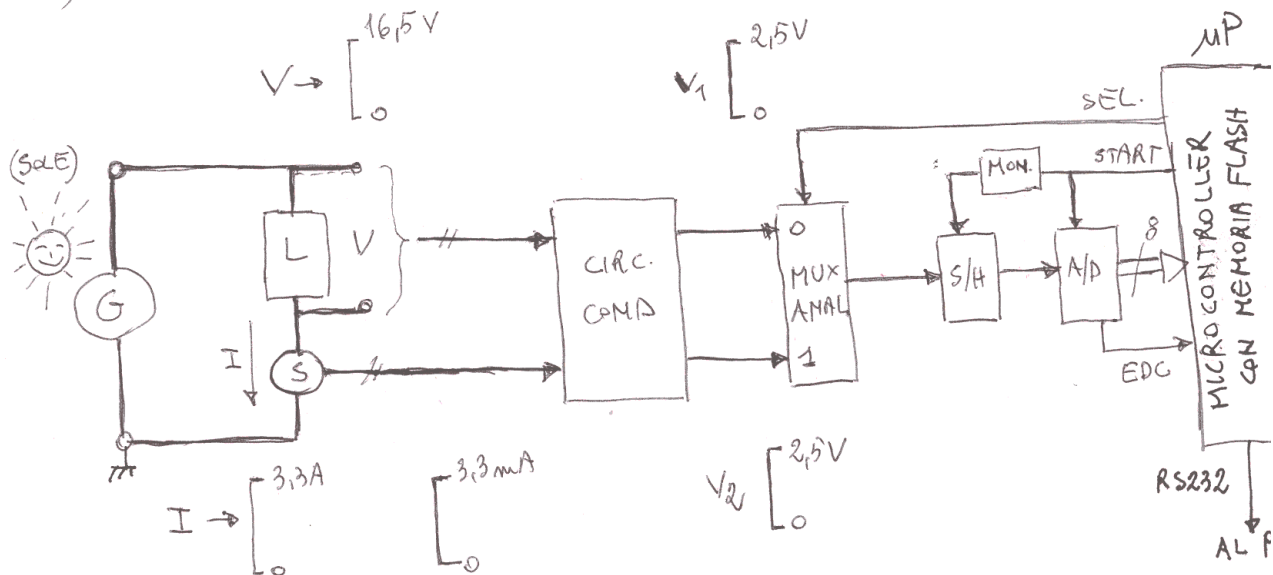
È consentito soltanto l'uso di manuali tecnici e calcolatrici non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

SOLUZIONE COMPITO 2004-2005

(1)

1)



L: indica il carico elettrico equivalente alimentato dal generatore fotovoltaico G.

S: sensore Hall per la misura della corrente erogata da G.

CIRC. COND.: contiene due stadi indipendenti per la misura di V e di I. Il canale di misura di V richiede un attenuatore con attenuazione

$$A_{V1} = \frac{2,5V}{16,5V} \approx 0,15$$

Il canale di misura di I richiede un convertitore I-V con funzione di trasferimento

$$Z_I = \frac{2,5V}{3,3mA} \approx 0,76 \frac{V}{mA}$$

MUX: multiplexer con ingressi e uscita analogici-ANALOG. La selezione è effettuata con il segnale binario SEL prodotto dal sistema a microprocessore che contiene la memoria flash.

S/H, MONOSTABILE,
A/D

Ciruito di acquisizione di ogni
campione sia di tensione che
di corrente.

E' abilitato un convertitore A/D ad
8 bit con precisione

$$Q = \frac{2,5V}{2^8} = \frac{2,5V}{256} \approx 10 \text{ mV} ; \pm \frac{Q}{2} = \pm 5 \text{ mV}$$

Tempo di conversione circa 25 μsec .
tempo di un convertitore ad approssi-
mazioni successive—

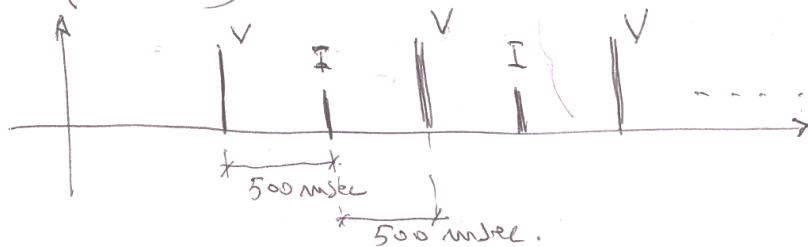
μP : Sistema a microprocessore contenente la
memoria flash—

Il valore fornito ogni 5 minuti può essere
il risultato di una media di 300 valori
letti a intervalli di un secondo (5 min = 300 sec)
Ciò consente la riduzione di errori in
letture anomale e disturbi di bassa
frequenza—

Il μP seleziona il canale Φ per leggere un
campiono di V ($\text{SEL} = \Phi$)— Successivamente attiva
il segnale di start che avvia l'acquisizione
dell'A/D e attivando il monostabile per
il S/H si comincia di Hold—

Terminata la conversione l'A/D segnala
la fine conversione attivando EOC.

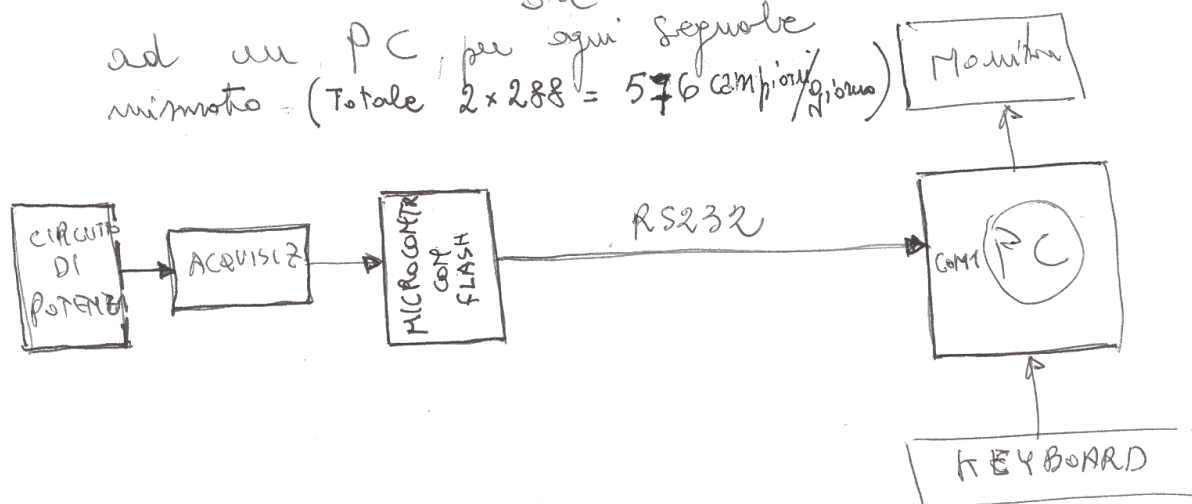
Dopo mezzo secondo il μP seleziona
il canale 1 per leggere un campione di
 I ($\text{SEL} = 1$) con lo stesso procedimento



3

Il programma di gestione del MP, ogni giorno viene, mediante linee seriale, una tabella di 12 lettore ^{ore} x 24 ore = 288 valori.

ad un PC, per ogni sequenza
minimo (Totale $2 \times 288 = 576$ campioni/giorno)



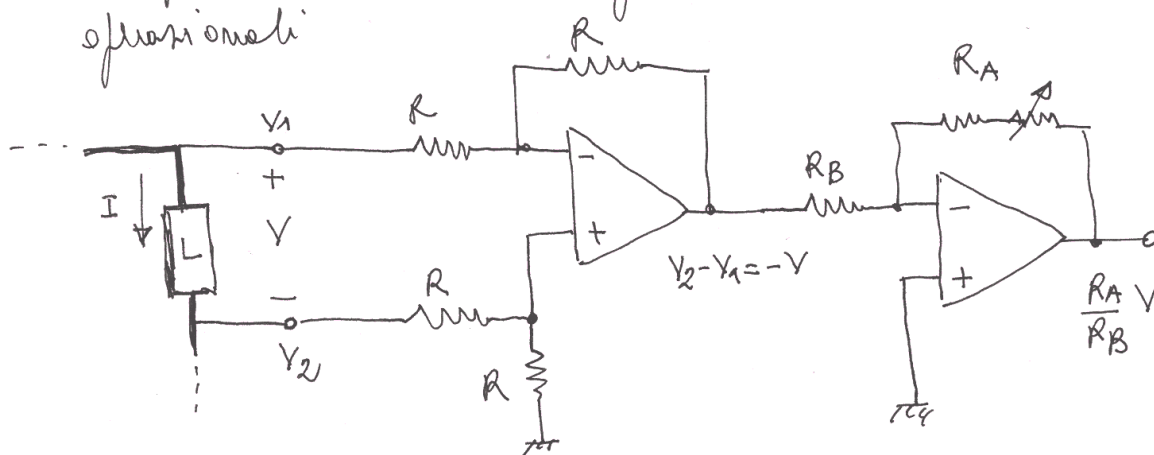
2)

(4)

Il segnale di tensione deve essere attenuato di 0,15 per ottenere il segnale esatto all'ingresso dell'A/D.

Lo schema proposto prevede che nessuno dei due estremi tra i quali si misura la tensione sia collegato a massa.

Si può utilizzare il seguente circuito con operazionali.



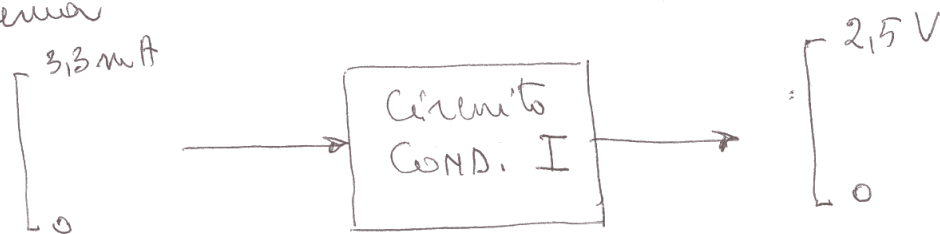
con $\frac{R_A}{R_B} = 0,15$ scelto $R_B = 100 \text{ k}\Omega$.

si ha $R_A = R_B \cdot 0,15 = 15 \text{ k}\Omega$ (R fissa più trimmer)

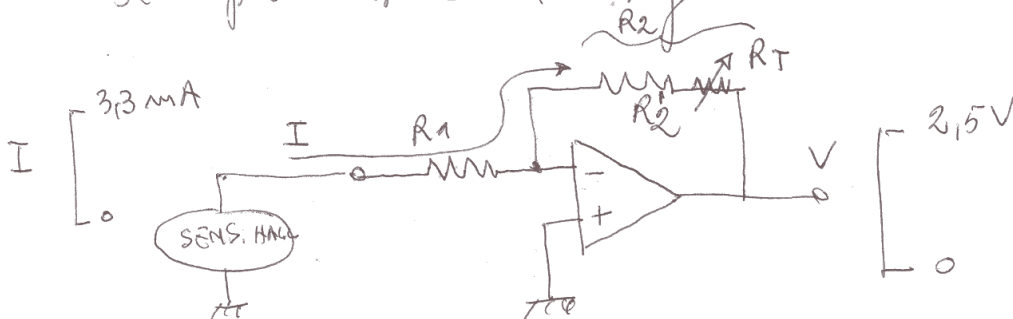
I valori di R (uguali per le 4 resistenze del primo stadio) devono essere scelti in modo da non caricare sensibilmente il circuito di misura (non cambiare molto la I ($0 \div 3,3 \text{ A}$) del circuito di potenza) - $R = 100 \text{ k}\Omega$ può essere una scelta accettabile.

(5)

Il segnale di corrente deve essere convertito in tensione secondo il seguente schema



Si può usare il seguente circuito



$$\frac{V}{I} = -R_2 = -\frac{2,5 \text{ V}}{3,3 \text{ mA}} \approx -0,76 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_2' + R_T = 760 \Omega$$

R_T : ha anche funzione di taratura.

3) L'obiettivo di questo sistema è fare la misura di V e I , quindi può essere classificato tra gli strumenti di misura. (6)

Fissata una classe di precisione del $\pm 0,5\%$ possiamo ritenere che l'errore massimo nella misura di I e di V sia non superiore a:

$$\begin{cases} 3,3 \text{ mA} \cdot \frac{0,5}{100} = 0,0165 \text{ mA} & (\text{valore assoluto}) \\ 16,5 \text{ V} \cdot \frac{0,5}{100} = 0,0825 \text{ V} \end{cases}$$

La rappresentazione digitale dovrà essere in grado di distinguere almeno tra

$$\begin{cases} \frac{3,3 \text{ mA}}{0,0165 \text{ mA}} = 200 \\ \frac{16,5 \text{ V}}{0,0825 \text{ V}} = 200 \end{cases} \quad \begin{matrix} (\text{minimo numero di} \\ \text{valori rappresentabili}) \end{matrix}$$

valori.

Un convertitore a 8 bit, capace di rappresentare $2^8 = 256$ valori diversi, soddisfa alle richieste.

La precisione risulta

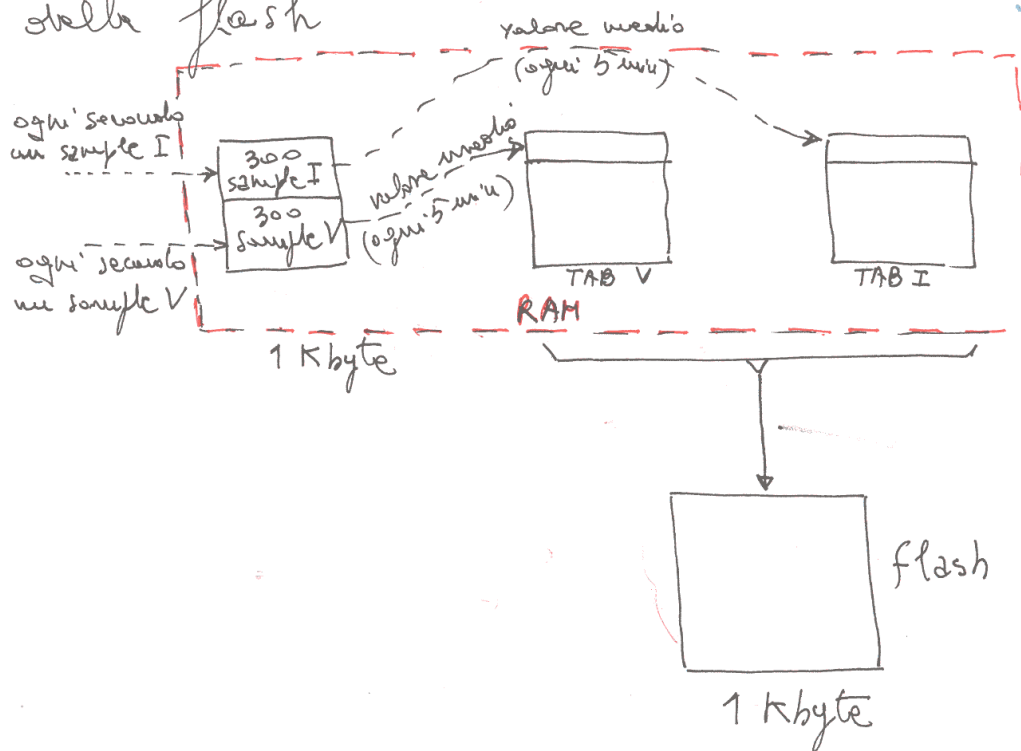
$$\begin{cases} \frac{3,3 \text{ mA}}{256} \approx 0,0129 \text{ mA} & \text{valore assoluto} \\ \frac{16,5 \text{ V}}{256} \approx 0,0644 \text{ V} & \text{" "} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{0,0129 \text{ mA}}{3,3 \text{ mA}} \cdot 100 = 0,39\% < 0,5 \text{ OK} \\ \frac{0,0644 \text{ V}}{16,5 \text{ V}} \cdot 100 = 0,39\% < 0,5 \text{ OK} \end{cases}$$

Come espresso al punto 1), un convertitore ad approssimazioni successive ad 8 bit con tempi di conversione = 25 μs (tipicamente) soddisfa alle esigenze, dato che non vi sono requisiti molto stretti di controllo in tempo reale.

(7)

- 4) Il microcontroller dispone di una RAM che ha una capacità tale da contenere i $300 \times 2 = 600$ campioni di 1 byte, dei valori da misurare ogni 5 minuti. Il valore medio di questi 300 valori di I e di V vengono memorizzati in due tabelle di RAM contenenti ognuna i 288 campioni di I e di V da memorizzare in una giornata - Capacità complessiva $> 576 + 300 = 876$ byte. La memoria flash, gestita come unità periferica con un opportuno driver, contiene la copia delle due tabelle di 288 byte. L'aggiornamento della flash può essere fatto ogni 5 minuti. Alla fine della giornata, quando i 576 campioni di I e V sono stati trasferiti al PC (via RS232) si può attivare il driver per la cancellazione della flash.



5) Il collaudo più ragionevolmente seguire
la seguente procedura:

8

a) collaudo dei singoli stadi rappresentati nello
schema a blocchi illustrato al punto 1 -

In particolare

a1) sostituire il pannello fototattile con
un generatore di prova che produca
i valori nominali di V e I per verificare
il funzionamento del sensore (ad esempio
a livello medio e fondo scala: $0; 1,65; 3,3 \text{ mA}$)

a2) trovare, seguendo più tracciato RT, i due
stadi del circuito di condizionamento

a3) verificare il funzionamento dell'A/D
e del S/H con un adeguato programma
di Debug che funzioni sul Microcontroller
o su un circuito emulatore -
di più imporre all'ingresso del S/H un
segnale di prova, ad esempio un'onda
triangolare, variabile nel range $0 \div 2,5 \text{ V}$,
e valutare i campioni acquisiti o in
modo tabellare o in modo grafico.

b) collaudo complessivo del sistema connettendo
i singoli stadi con un generatore di prova
all'ingresso.

In questa fase può essere richiesto anche
il corretto funzionamento del collegamento
seriale tra MICROCONTROLLER e PC