

SESSIONE 2010 SOLUZIONE

Dati Noti:

Schiera di 48 moduli fotovoltaici collegati in 4 serie di 12 gruppi collegati in parallelo, da controllare con scheda a microcontrollore o PLC e inviati a un convertitore DC/AC.

Ogni modulo fotovoltaico ha potenza 80W e T_{MAX} 17V.

Bisogna misurare la Tensione, la Corrente e la Potenza istantanea prodotte da ciascuna delle 4 serie di moduli e inviarne i dati a un personal computer posto a 1Km del sistema fotovoltaico.

- 1) Descrivere lo schema a blocchi del sistema acquisizione dati
- 2) Individuare i sensori impiegati per acquisire i segnali di tensione e di corrente
- 3) Disegnare lo schema elettrico relativo ad almeno un blocco di condizionamento del segnale e dimensionare i componenti
- 4) Illustrare le metodologie di collaudo
- 5) Effettuare un'analisi di massima dei costi.

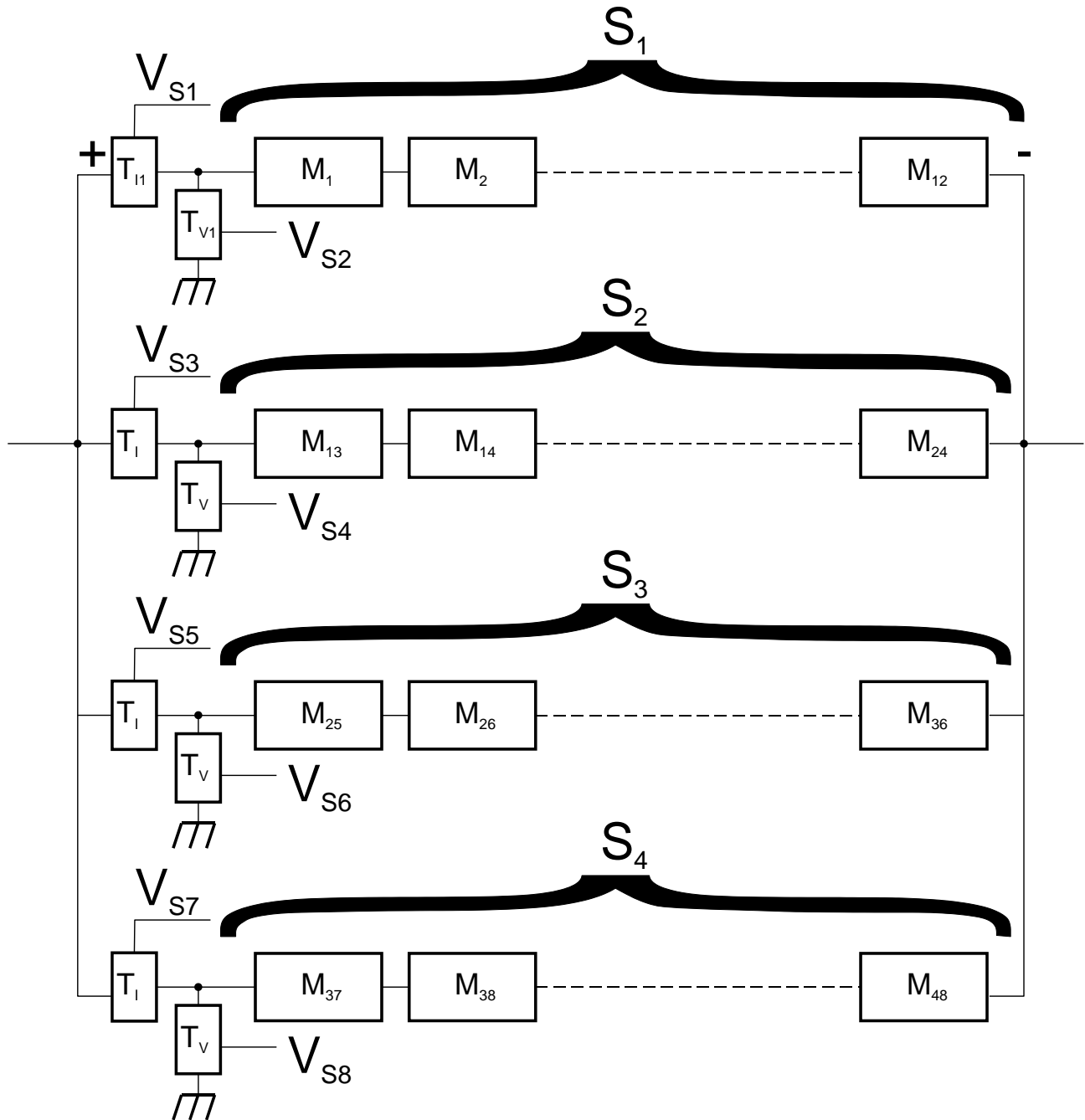
1) Per tracciare uno schema a blocchi adeguato allo schema di acquisizione dell'impianto occorre prima di tutto definire i trasduttori richiesti e i loro campo di funzionamento.

A tale proposito si ipotizza di voler misurare e convertire i segnali di tensione continua ai capi della stringa e di corrente continua in ciascuna stringa mentre la potenza viene calcolata come prodotto delle due grandezze misurate nello stesso istante o almeno intervallo di rilevazione (Potenza in C.C.).

Infine poiché viene richiesta V_s , I_s , P_s prodotta da ciascuna stringa (serie di 12 moduli FV) e le stringhe sono 4 si ipotizza di utilizzare un μ x analogico per ridurre il numero di convertitori A/D da utilizzare anche all'interno del Microprocessore.

Si attuerà pertanto una trasformazione parallelo/seriale e conversione A/D.

Si rappresenta schematizzato l'impianto fotovoltaico e si evidenziano i trasduttori richiesti, nonché la centralina richiesta per attuare la conversione A/D e la modulazione per la trasmissione di segnali.



I blocchi T_I e T_V sono presenti in ciascuna stringa e rappresentano il trasduttore di corrente e il trasduttore di tensione rispettivamente.

Per quanto riguarda la corrente e la tensione di ciascuna stringa i valori nominali e il range di funzionamento risultano i seguenti:

$$P_{\text{picco}} = 80 \cdot 12 = 960 \text{ W}$$

$$V_{\text{MAXp}} = 17 \cdot 12 = 204 \text{ V}$$

$$I_{\text{MINp}} = \frac{960}{204} = \frac{80}{17} = 4,7 \text{ A}$$

Per quanto riguarda le grandezze elettriche del modulo fotovoltaico e di conseguenza della stringa, occorre notare quanto segue:

La tensione V_{MAX} dovrebbe intendersi come la V_{NOMINALE} alla T di 25°C (Standard Test Conduction) in quanto la massima tensione del modulo si ottiene nel funzionamento avuto ma è usualmente definito V_{OC} (V_{CA}) tensione a circuito aperto.

La I_{MAX} invece si ottiene nelle condizioni di cortocircuito e alla massima temperatura di funzionamento, mentre si può ipotizzare che il valore ottenuto sia nelle condizioni STC con carico e potenza massima.

Pertanto per definire il range di misura delle grandezze elettriche si fanno le seguenti ipotesi aggiuntive:

$$V_{\text{MAX misurabile}} = V_{\text{MAX}} \cdot 1,2 = 204 \cdot 1,2 = 244,8 \text{ V} \cong 245$$

(considerando anche il caso di misurare la tensione a vuoto)

$$I_{\text{MAX misurabile}} = I_{\text{N}} \cdot 1,2 = 5,64 \cong 6^{\circ}$$

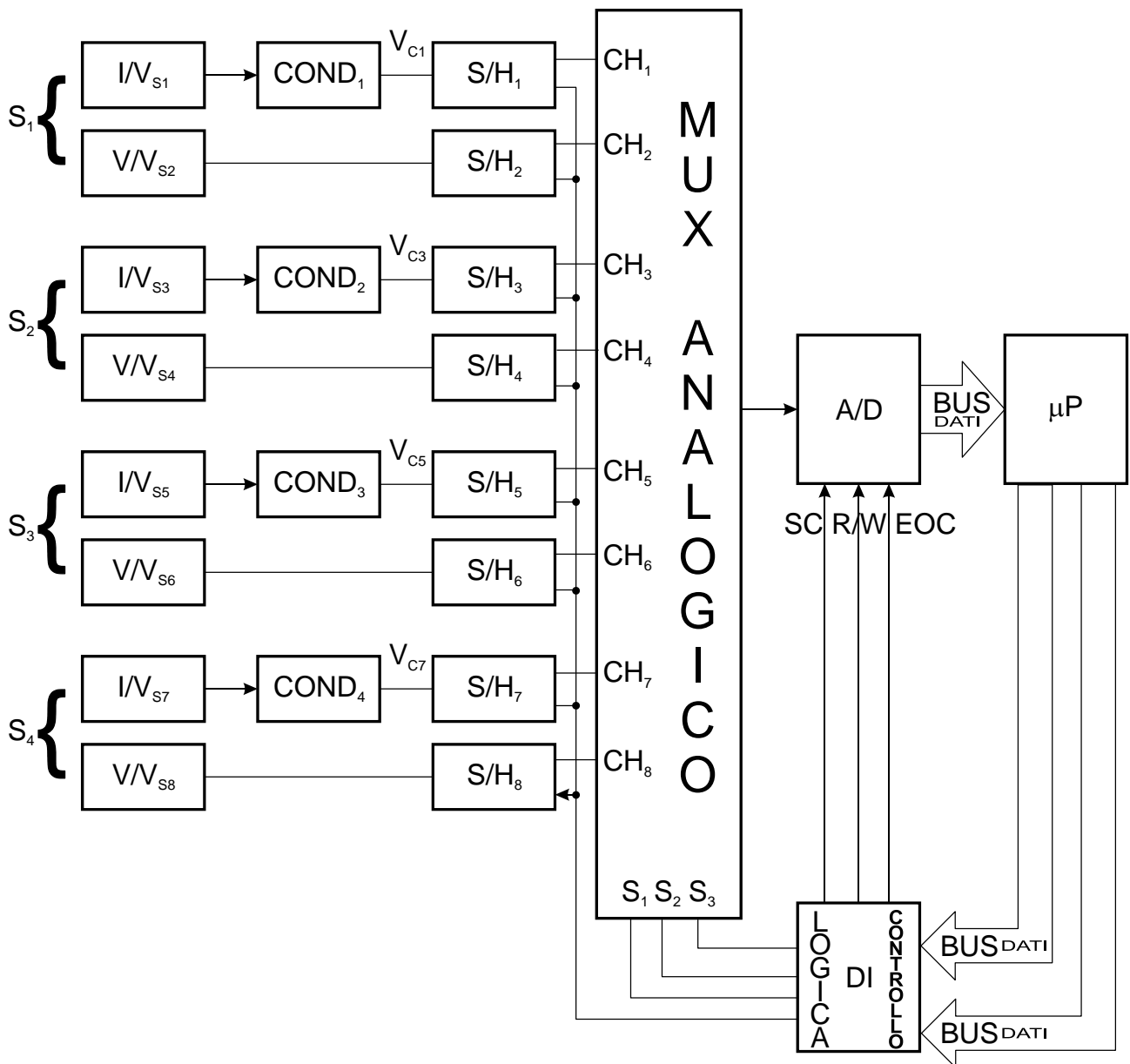
Ovviamente i valori di tensione da misurare varieranno da 0 a 245V e i valori di corrente da 0 a 6A in funzione dell'erogamento.

Il trasduttore di tensione sarà pertanto un partitore resistivo che dovrà fornire in corrispondenza della tensione massima di 245V una tensione di uscita pari a 5V ossia sarà dimensionato per effettuare il corretto condizionamento.

Il trasduttore di corrente sarà del tipo effetto HALL denominato LEM e genererà in uscita una tensione proporzionale alla corrente che però per meglio adattarsi al convertitore A/D, dovrà essere ulteriormente condizionata (amplificata).

Inoltre poiché le variazioni di tensione e corrente possono essere molto rapide per ombreggiamenti si può prevedere un S/H per il mantenimento del valore da convertire. In questo caso si utilizzeranno 8 S/H, uno per grandezza in modo che i campioni siano prelevati e memorizzati nello stesso istante, ma convertiti in tempi diversi. Il tempo di campionamento totale sarà circa 8 volte quello di ogni singolo canale.

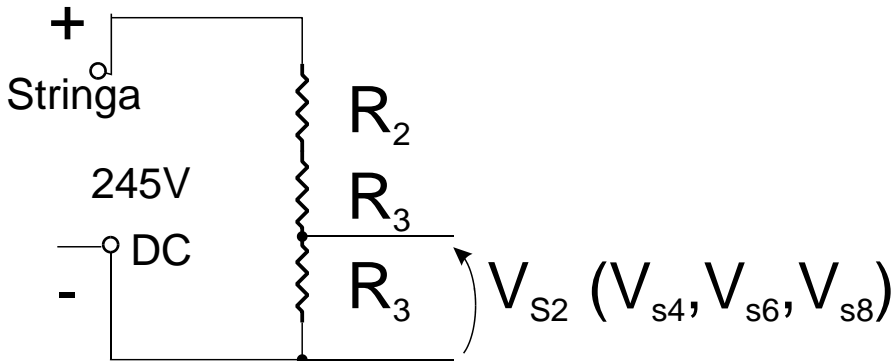
Di seguito viene pertanto riportato lo schema a blocchi, realizzato in funzione delle ipotesi di cui sopra.



Sono previsti 8 sensori/trasduttori, 4 circuiti di condizionamento del segnale e 8 Sample & Hold che acquisiscano tutti i segnali contemporaneamente e mantengano per uno stesso intervallo denominato T_{canale} . Il tempo di conversione totale sarà pertanto $1/8$ quello di ogni singolo canale. Saranno presenti i condizionatori per i segnali di corrente provenienti dai LEM. Il MUX analogico sarà a 8 ingressi e pertanto 3 ($2^3=8$) segnali di selezione s_1 s_2 s_3 in modo da poter selezionare uno degli 8 canali.

Il convertitore A/D può essere sia esterno sia interno al Microprocessore che attraverso il BUS indirizzi BUS I e il BUS di controllo BUS C attiverà la logica di controllo sia per selezionare i canali del microprocessore sia per sincronizzare l'inizio della conversione SC (Start of Conversion), l'utilizzo dei dati R/W e la fine conversione (EOC). I bit in uscita all'A/D sono i dati digitali delle misure di corrente e tensione. Il Microprocessore dovrà effettuare il prodotto tra i dati CH_1 e CH_2 , CH_3 e CH_4 , CH_5 e CH_6 , CH_7 e CH_8 per ottenere le potenze richieste.

2) Per quanto riguarda i segnali di tensione da acquisire uno per ogni stringa è possibile utilizzare un partitore di tensione realizzato nel seguente modo:



$$V_{S2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot V_{STRINGA1} \quad \rightarrow \quad \frac{V_{STRINGA}}{V_{S2}} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1} = 1 + \frac{R_2 + R_3}{R_1}$$

$$\frac{V_{STRINGA}}{V_{S2}} = 1 = \frac{R_2 + R_3}{R_1} = \frac{245}{5} - 1 = 49 - 1 = 48 \quad \text{da cui } R_1 = 2,2 \text{ K}\Omega$$

$$(R_2 + R_3) = 2,2 \cdot 48 = 105,6 \text{ K}\Omega \quad \text{e si scelgono } R_2 = R_3 = \frac{105,6}{2} = 52,8 \text{ K}\Omega$$

La potenza dissipata da ciascuna resistenza risulta:

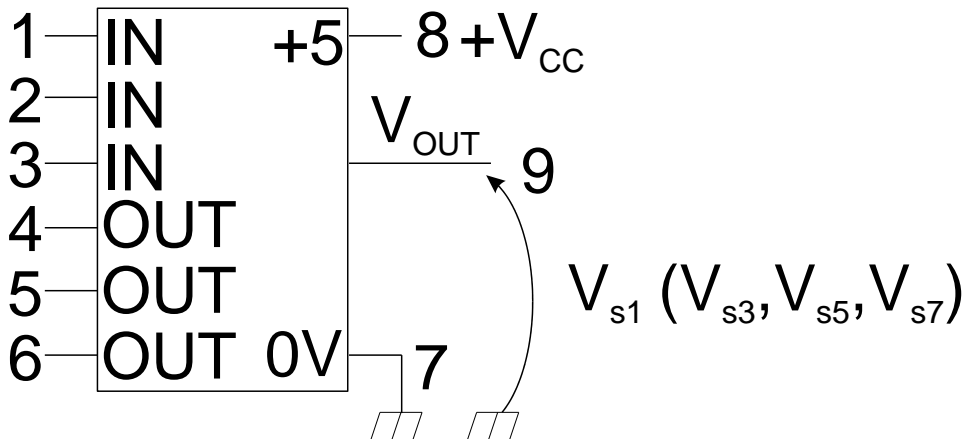
$$P_{R1} = \frac{V_2}{R_1} = \frac{5^2}{2200} = 0,0113 \text{ W} = 12 \text{ mW}$$

$$P_{R2} = P_{R3} = \frac{120^2}{52,8 \cdot 10^3} = 0,273 \text{ W} = 273 \text{ mW}$$

La scelta di due resistenze è stata effettuata per ripartire in 2 la tensione da sostenere e la potenza dissipata. Occorre anche tenere presente che la tolleranza sarà scelta 0,1% delle 3 resistenze al fine di ottenere una buona accuratezza.

Per quanto riguarda il sensore e il trasduttore di corrente, poiché si tratta di corrente in CC, si utilizza una sonda a effetto HALL del tipo LEM e in particolare il LEM ets25.

Il circuito per il sensore trasduttore $I \rightarrow V$ è il seguente:



I LEM Its25 è un trasduttore di corrente con isolamento galvanico tra primario e secondario. Genera in uscita V_{OUT} proporzionale a I primario e ha tre possibili configurazioni ($I_{primario} \pm 8A, \pm 12A \pm 25$).

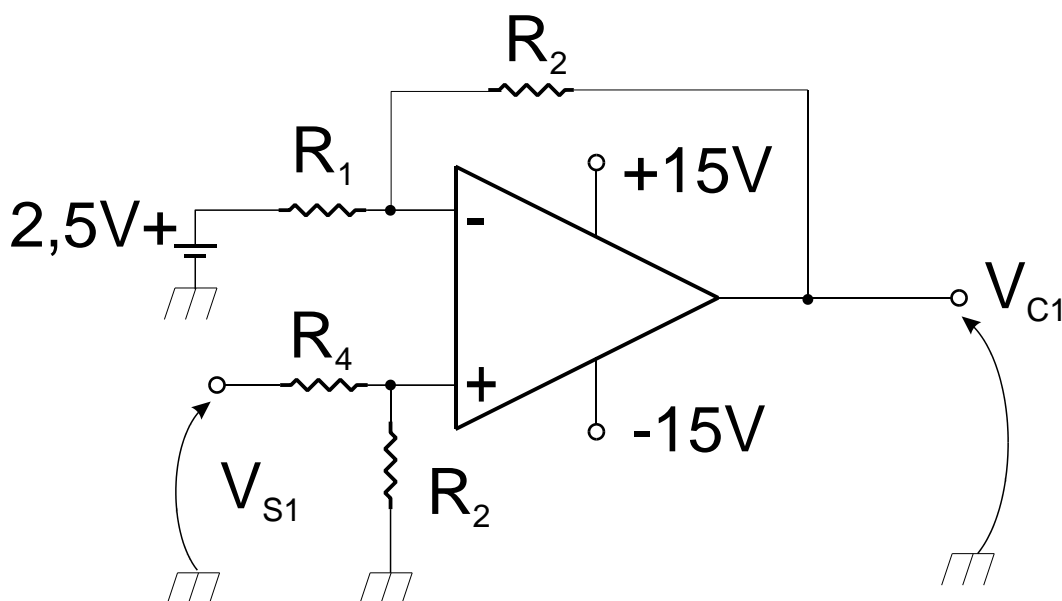
La tensione di uscita segue la seguente relazione:

$$V_{OUT} = 2,5 \pm \left(0,6 \cdot \frac{I_P}{I_{PN}}\right) \text{ per } I_{PN} = \pm 8A \text{ o } \pm 12A$$

Quindi scegliendo nel nostro caso $I_{PN} = 8A$ e avendo $I_{MAX} = 6^\circ$ si ottiene:

$$V_{OUT \text{ MAX}} = 2,5 + \left(0,6 \cdot \frac{6}{8}\right) = 2,5 + 0,45 = 2,95V$$

Al fine di ottenere una tensione variabile tra 0 e 5V e non tra 2,5V e 2,95V, la tensione di uscita del LEM va amplificata e deve essere eliminata la componente di offset come descritta di seguito:



$$V_{C1MAX}=5V \quad V_{C1} = \frac{R_2}{R_1} (V_{S1MAX} - 2,5)$$

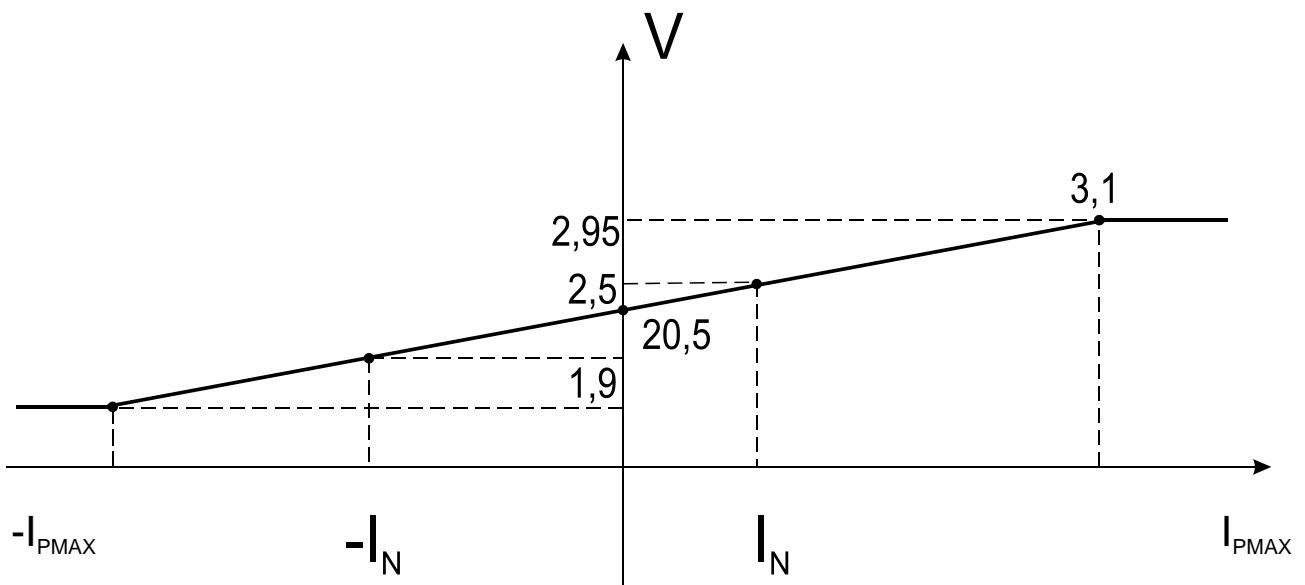
$$V_{S1MAX}=2,95V \quad 5 = \frac{R_2}{R_1} \cdot (2,95 - 2,5) = \frac{R_2}{R_1} \cdot 0,45$$

Da cui scegliendo $R_1=10 \text{ K}\Omega$ si ottiene:

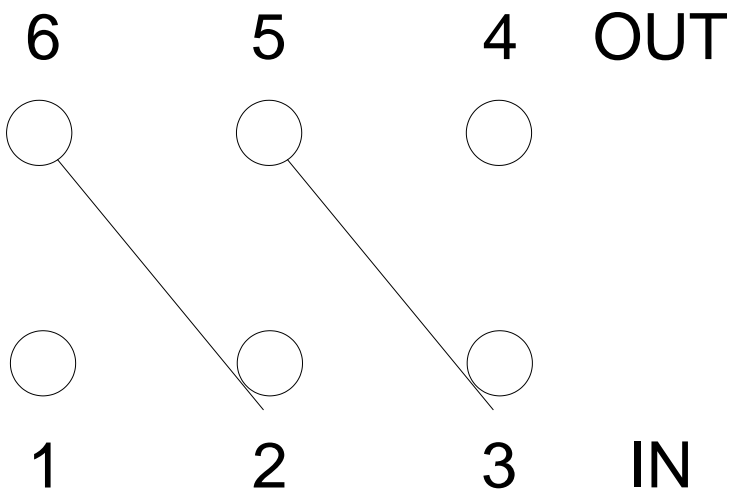
$$5 = \frac{R_2}{10^4} \cdot 0,45 \rightarrow \frac{5 \cdot 10^4}{0,45} = 111,11 \text{ K}\Omega$$

Si può scegliere $100 \text{ K}\Omega$ (resistenza commerciale)

Infatti la caratteristica ingresso-uscita del dispositivo LEM Ist25 è:



La scelta della corrente con portata $\pm 8A$ viene fatta attuando i seguenti collegamenti:



3) vedi configurazione differenziale

4) Poiché la distanza è pari a 1 Km e poiché i segnali possono essere inviati come sequenze binarie (modulante digitale) acquisiti ed elaborati dal Microprocessore è possibile utilizzare una modulazione del tipo ASK oppure se i dati sono convertiti in analogico con modulazione AM.