

Laboratorio di Fisica 3 AVANZATO

Proff. D. Nicolò, C. Roda

Esercitazione N. 7 Controllore Proporzionale-Integrale

Si vuole realizzare un controllore di luminosità ambientale basato sulla lettura proveniente da una foto-resistenza (figura 1). Il circuito è costituito da cinque parti:

- generatore di luce;
- circuito per la lettura della foto-resistenza;
- amplificatore dell'errore rispetto al set-point;
- controllore proporzionale/integrativo;
- generatore di luce aggiuntivo iniettare un segnale di disturbo



Figura 1: foto-resistenza e simbolo circuitale

2) Allineamento dei LED e delle fotoresistenza

Posizionate i due LED e la fotoresistenza ad un lato della basetta, in modo che la luce prodotta vada a colpire direttamente la parte sensibile, come visibile in figura 2.

Potete utilizzare due capacità per fornire un supporto meccanico al movimento dei LED.

Abbiate cura di tenere traccia della polarità dei LED.



Figura 2: allineamento LED-fotoresistenza

3) Generatori di luce e circuito per la lettura della foto-resistenza.

Utilizzando i LED e la foto-resistenza ed un integrato tipo TL082, realizzate il circuito di figura 3. Il TL082 contiene 2 opamp in un package a 8 pin, prendete nota della differenza nelle connessioni. Le due linee di alimentazione ($V^+=5V$, $V^-=-5V$) non sono riportate nello schematico.

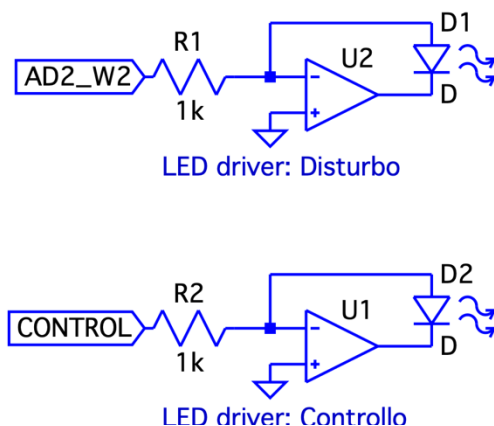


Figura 3: circuiti generatori di luce e circuito per la lettura della fotoresistenza

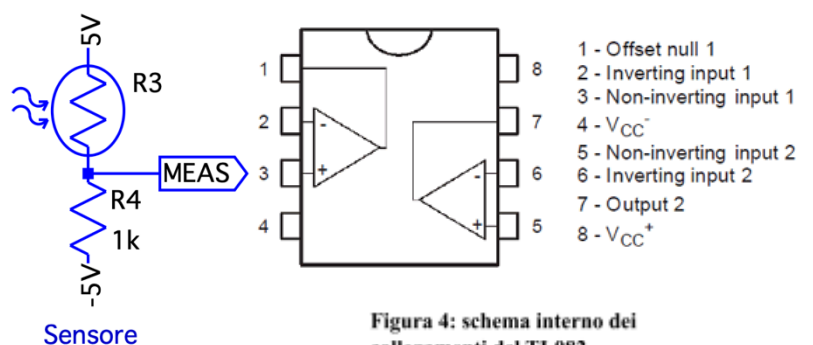


Figura 4: schema interno dei collegamenti del TL082

Verificate che i LED si accendano se è applicata in ingresso (AD2_W2 o CONTROL) una tensione positiva e che il valore della foto-resistenza cambi in base all'illuminazione, ad esempio oscurando il circuito. Fissato CONTROL a massa, riportate in tabella la tensione in MEAS per 4 valori di AD2_W2 nel range 0 ... 5V.

4) Amplificatore dell'errore rispetto al set-point

Realizzate il circuito sottrattore di figura 5 utilizzando un TL081 e, senza collegarlo al resto del circuito, misurate il guadagno per una sinusoide di ampiezza 100mV e frequenza 100 Hz tra MEAS e ERROR e tra SET e ERROR tenendo l'altro ingresso a massa.

Collegate il potenziometro R11 al segnale SET e MEAS al circuito per la lettura della resistenza. Verificate, ruotando il potenziometro, che il valore per cui ERROR è approssimativamente nullo corrisponde alla condizione in cui le tensioni in MEAS e SET si equivalgono.

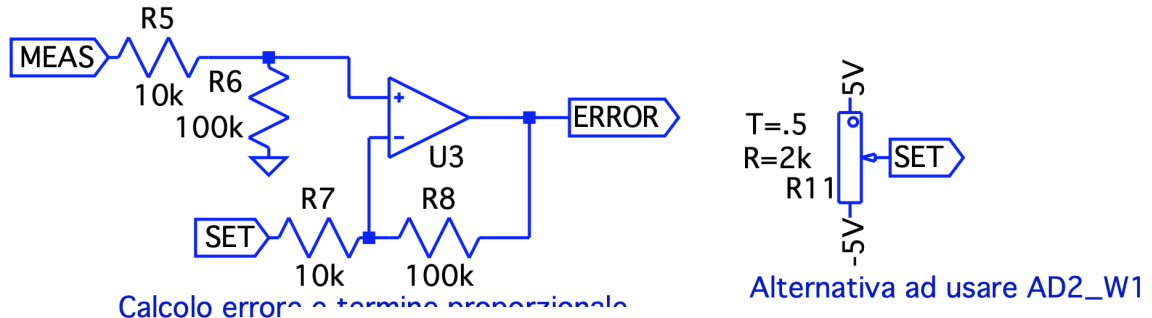


Figura 5: amplificatore della differenza rispetto al set-point

5) Circuito controllore proporzionale/integrale

Realizzate infine il circuito integrale mostrato in figura 6 con un altro TL081, preparate sia la resistenza R10 che il condensatore C1 ma connettete solo C1 per il momento. Settate il valore del potenziometro R9 in modo che la resistenza equivalente sia 100k e chiudete il loop inviando il segnale CONTROL al generatore di luce di figura 3.

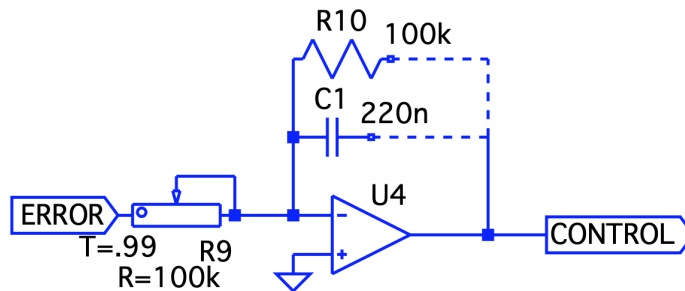


Figura 6: circuito controllore proporzionale/integrale

PARTE I : CIRCUITO INTEGRALE

6) Verifica di funzionamento

Con il generatore di luce di disturbo spento, verificate che ruotare il potenziometro R11 di SET causa l'accensione del LED. Osservate anche il valore "CONTROL" e "ERROR" cambiando luminosità ambientale (oscurando il circuito o illuminandolo) e frapponendo una o più bustine di plastica tra il LED e la foto-resistenza.

7) Risposta all'onda quadra

Impostate il potenziometro in modo che la tensione nel nodo "SET" sia poco inferiore a 3 V e descrivete il comportamento del circuito iniettando un disturbo luminoso utilizzando il secondo LED pilotato da un'onda quadra tra 0 e 150mV con una frequenza di 1 Hz. Osservate il valore di tensione "ERROR" per varie posizioni del potenziometro R9 e misurate il tempo in cui il segnale di errore diventa 0 e paragonatelo al tempo caratteristico fornito da $1/(R9 \cdot C1)$.

8) Risposta ad una rampa

Tornando a impostare $R9=100k$, cambiate il segnale di disturbo ad un'onda triangolare tra 0 e 150 mV, con un duty cycle del 10% ed una frequenza di 10 Hz. Com'è l'errore durante il fronte rapido dell'onda? Perché è sistematicamente diverso da zero?

9) Risposta in frequenza

Per tre diversi posizioni di R9 in cui il sistema funziona, misurate la funzione di trasferimento tra il generatore di noise e l'errore. Utilizzate un segnale in ingresso con una sinusoide tra 1 Hz e 1 kHz con 100mV di ampiezza e offset di 50mV.

PARTE II : CIRCUITO PROPORZIONALE

10) Risposta all'onda quadra

Riportate R9 a 100k e sostituite la capacità C1 con la resistenza R10, così il circuito di controllo diventa proporzionale. Come per il punto 7, inviate al secondo LED un segnale "NOISE" tra 0 e 150mV con una frequenza di 1 Hz e verificate la tensione in "ERROR". Provate a dare una motivazione su perché "ERROR" sia diverso da zero. Come cambia la risposta del controllore aumentando il guadagno tramite il potenziometro R9?

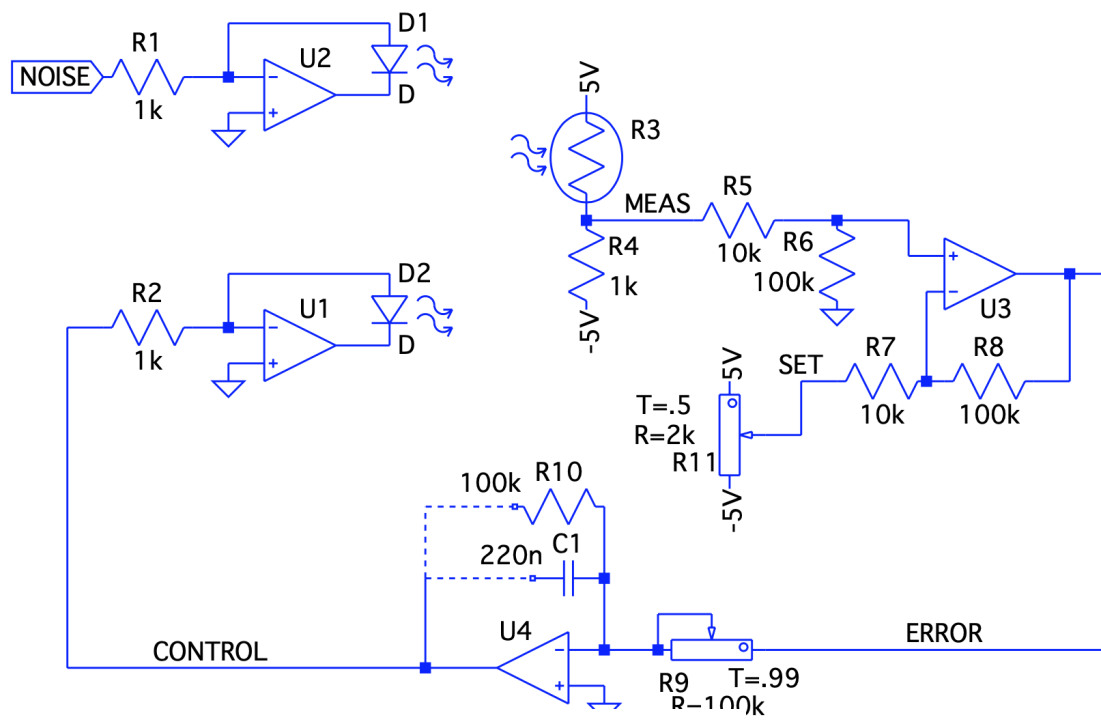


Figura 7: circuito completo