

Istituto Professionale di Stato per l'Industria e l'Artigianato

MORETTO

Via Luigi Apollonio n° 21 BRESCIA

LUXMETRO

LX545

Gruppo di lavoro :

ZUNINO MASSIMILIANO

LANFRANCA PAOLO

MESCHINI WALTER

classe 5AI TIEE

corso per Tecnici delle Industrie Elettriche ed Elettroniche

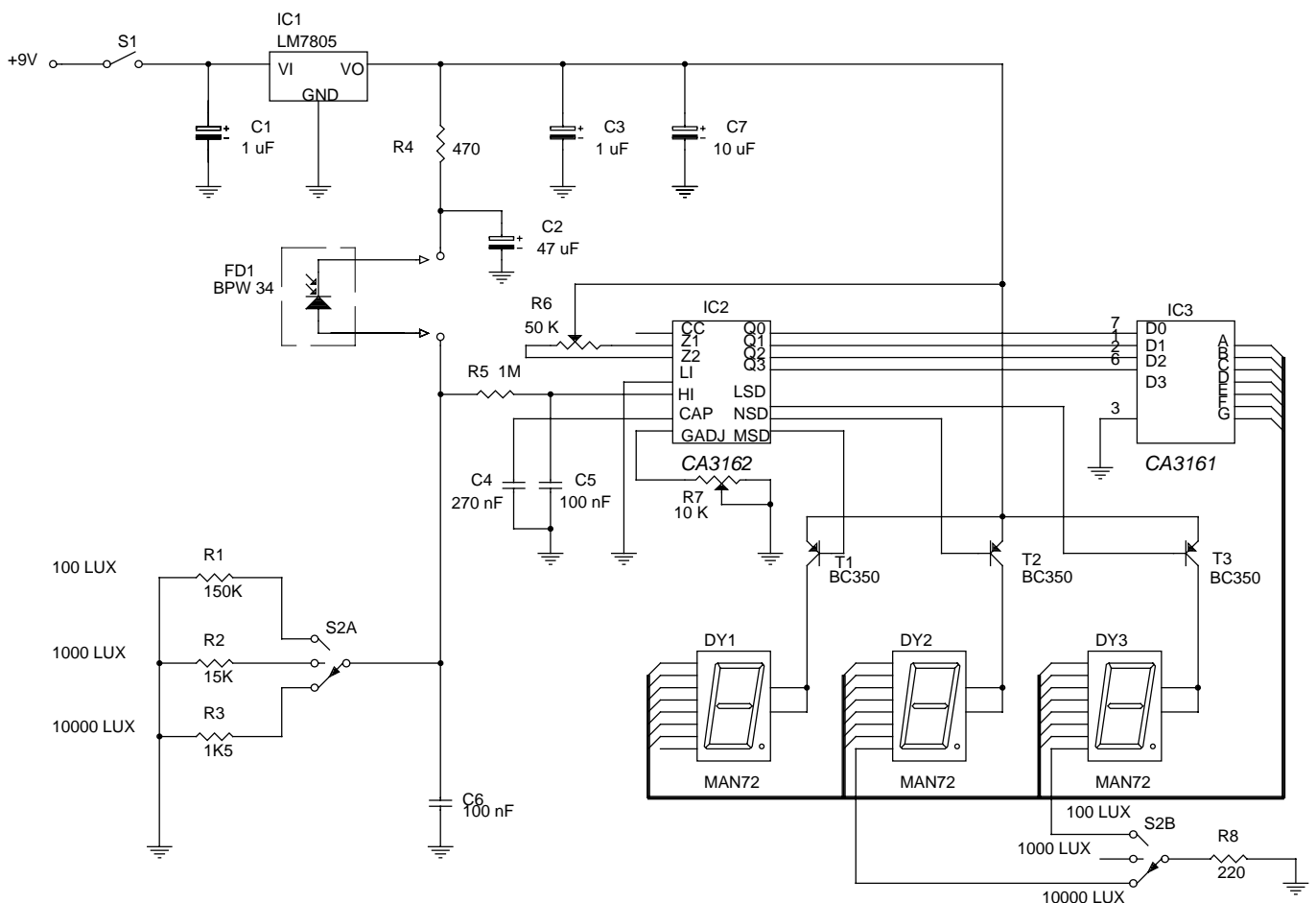
anno scolastico 1997/ 1998

Introduzione

Il LUX-METRO è uno strumento molto utile, infatti le sue applicazioni sono numerose ; può essere utilizzato ad esempio da fotografi, per constatare la luminosità della luce ; potrebbe essere anche utilizzato anche dagli imbianchini per verificare l'uguaglianza delle tinture ; questi sono solo pochi esempi di applicazione di questo strumento, viene utilizzato in tutti i campi dove la luce, meglio la luminosità è in primo piano.

Osservando così a prima vista lo schema si notano i tre display di indicazione e il selettore a tre interruttori, che possono variare la portata dello strumento in tre modi 100 (cioè da 0,1lux a 99,9), 1000 (cioè da 1 a 999 lux) e 10000 (da 10 a 99.9 Klux).

Componente primario e fondamentale di questo circuito è il fotodiodo denominato BPW34 esso ha la caratteristica di essere dotato di una superficie fotosensibile, sensibile alla luce, che se viene colpita appunto dalla luce provoca un'emissione di corrente dal dispositivo che lo paragonerebbe a un generatore di corrente proporzionale all'intensità luminosa alla quale viene sottoposto (ricordiamo che il LUX è l'unità d'illuminazione equivalente all'illuminazione di una superficie di 1 mq ottenuta col flusso di 1 lumen uniformemente ripartito). Questo lo si capisce grazie ad un grafico dato da "Nuova Elettronica" e dal quale si intuisce la proporzionalità fra i lux e i μA .



Si nota quindi che con 10 lux avremo una corrente dal fotodiodo di circa 0,7 mA, con 100 lux 70 μ A, con 1000 lux 700 μ A e con 10000 lux 7000 μ A. Avendo una corrente proporzionale e costante all'intensità luminosa, e ponendo una resistenza in serie al fotodiodo (R1-R2-R3) potremo calcolare una tensione $V=R*I$ allora $V=150000*0,000007=1,05$ Volt (questo con la portata dei 100 lux); con la portata dei 1000 lux avremo una corrente di 700 μ A e R2 del valore di 150000 Ω che con l'operazione precedente otterremo una tensione di 1,05 Volt.

Lo stesso procedimento è valido per l'ultima portata di 10000 lux di fondoscala fa scorrere 7000 μ A, grazie alla resistenza R3 di 1,5 K Ω che da in uscita 1,05 Volt.

Nel caso invece rimanga premuta la selezione per i 10000 lux e poi invece risultassero 1000 lux la corrente diminuirebbe da 7000 a 700 μ A con la resistenza di 1,5 K Ω di prima ottenendo così una tensione di 0,105 Volt. La stessa cosa avverrà se il selettore sarà a due portate in più rispetto alla misura.

Ciò ci porta a dedurre che ai capi della resistenza applicata in serie al fotodiodo avremo una tensione proporzionale all'intensità luminosa. Quindi grazie ad un voltmetro (nel nostro caso digitale, saremo in grado di misurare l'intensità luminosa) realizzato con gli integrati CA3161 e CA3162 rispettivamente IC2 e IC3 (dei quali si spiegherà il funzionamento in seguito). Con l'integrato CA3162 avremo un convertitore di tensione, ricavata dalle resistenze R1,R2,R3, dall'integrato si passerà al decoder CA3161 che piloterà i display a sette segmenti. Sempre dall'integrato CA3162 avremo tre uscite a multiplexer che comanderanno i transistor TR1-TR2-TR3 che funzioneranno da interruttori per selezionare i display, alimentando gli anodi dei display. Per quanto riguarda i trimmer, R6 e R7; il primo serve per l'azzeramento facendo in modo che in assenza di tensione sui display appaia 000; col trimmer R7 invece si procede per la regolazione del fondoscala cioè 999 con l'applicazione di un solo volt. Nel circuito oltre al selettore per la portata troviamo un altro selettore S2B che ha la funzione unica di accendere i punti decimali nei display per le varie portate.

Se nel caso la luce misurata dall'apparecchio sia superiore a quella che lo strumento è in grado di misurare sui display apparirà la scritta EEE quindi occorre aumentare la portata del LUX-METRO. Per concludere questa parte introduttiva, la basetta viene alimentata da una batteria di 9 Volt i quali verranno limitati dall'integrato IC1 LM78XX che in uscita avrà 5Volt (tutti i componenti verranno spiegati in dettaglio in seguito, a partire proprio dall'LM78XX).

DESCRIZIONE DELL'INTEGRATO LM7805

La serie di regolatori a tre terminali 78XX con le diverse tensioni di uscita fine, può essere utilizzata in un largo campo di applicazioni. Una di queste è fissa su di una scheda, eliminando così i problemi di regolazione.

I voltaggi disponibili di questi regolatori sono utilizzati in sistemi logici, strumentazione HI-FI e equipaggiamenti di elettronica allo stato solido. Sebbene progettati principalmente come regolatori a tensione fissa questi componenti si possono utilizzare con componenti esterni ottenendo tensioni e correnti regolabili. La serie LM78XX è disponibile in un pacchetto di alluminio TO-3 che permetterà con un adeguato raffreddamento un carico al di sopra di 1,0 A (dato che è dotato di un'aletta di raffreddamento). Oltre a questo è compreso inoltre un limitatore di massima corrente d'uscita ad un valore di sicurezza. L'area di sicurezza per l'uscita del transistor è provvista di un limite interno di potenza dissipata.

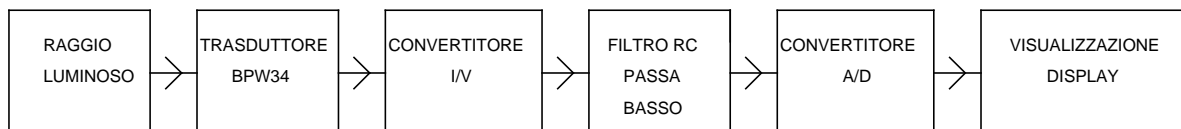
Se tale potenza dissipata internamente diventa troppo elevato il sistema tecnico interno al circuito interviene prevenendo un surriscaldamento.

Corrente massima 1A

Alimentazione 10 Volt

Nel nostro caso avremo un'alimentazione di 9V e in uscita 5V.

SCHEMA A BLOCCHI



Come possiamo vedere il luxmetro è suddivisibile in vari blocchi che semplificano la spiegazione di questo circuito. Uno dei punti fondamentali di questo circuito è il convertitore analogico digitale che andremo adesso a spiegare.

Questo è un sistema di conversione compreso in un integrato (CA3162) a semiconduttori che comprende alcuni passaggi. Comunque il principio fondamentale sul quale è basato questo integrato

è quello della DOPPIA RAMPA ; quest'ultimo si basa sulla carica di un condensatore tramite un generatore di corrente costante.

Conoscendo il funzionamento di un condensatore, possiamo ricavare il grafico che lega la tensione al tempo il quale, è rappresentato da una retta di equazione:

$$V_C = \frac{I_0}{C} t$$

Nel primo tratto (rampa crescente) il tempo di carica del condensatore T_c è costante; nel secondo tratto, è costante la corrente con cui viene scaricato C . Come possiamo vedere, avendo il tempo di carica costante, il valore V_p della tensione ai capi del condensatore al termine del tempo T_c dipende dalla tensione d'ingresso.

$$V_p = \frac{I_0}{C} T_c = k \frac{V_i}{C} T_c$$

Quindi abbiamo che in base al

valore della V_i , il condensatore si carica di più o di meno e questo, ovviamente, determina il tempo di scarica T_s . Misurando il tempo di scarica (con sistemi di solito digitali) si può risalire al valore di V_i . Infatti la legge di scarica è la seguente :

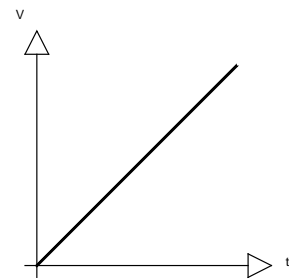
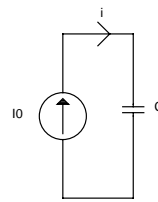
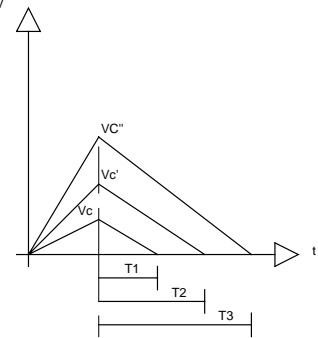
$$V_C = V_p - \frac{I_1}{C} t \quad \text{per } T = T_s \quad V_C = 0 \text{ da cui ricaviamo } T_s = \frac{V_p \cdot C}{I_1} = \frac{k \cdot V_i \cdot T_c}{I_1}$$

Se la carica è maggiore di conseguenza lo è anche la scarica. In questo modo il segnale analogico, che è la tensione V_i , viene convertito in un tempo (il tempo di scarica di C). Misurando con sistemi digitali (cronometro digitale o periodimetro) il tempo T_s si può risalire al valore di V_i .

Il filtro RC passa basso posto all'ingresso del convertitore il quale impedisce a variazioni improvvise di luminosità (lampi, flash), di fornire un valore scorretto di lux.

Un altro punto importante sono le due resistenze, potenziometri di regolazione. Il potenziometro R7 ci permette di regolare il fondoscala che corrisponde a 999mV. Il potenziometro R6 invece ci permette di regolare l'inizio scala ossia 0V.

Importante da notare in tutto il circuito del lux-metro è la mancanza di resistenze tra il DECODER ed i DISPLAY e tra il convertitore A/D ed i transistor. Questo è dovuto dal fatto che abbiamo circuiti integrati in tecnologia IIL (iniezione di corrente), cioè in uscita il segnale è rappresentato da correnti. Questo vuol dire che questi valori sono già regolati in modo che vadano bene alla circuiteria esterna la quale ci permetta di non rovinare i componenti. Sono questi integrati I² L che



si differenziano dai TTL per questa caratteristica. Nei TTL avremmo dovuto inserire in serie ad ogni uscita una resistenza protettiva, cioè che limitasse la circolazione di corrente.

FOTODIODI

Il fotodiodo utilizzato in questa prova è molto veloce e molto sensibile, il suo nome è BPW34 ed è di tipo PIN. La famiglia dei fotodiodi si divide in due parti : a giunzione NORMALE e quelli a giunzione PIN.

FOTODIODI A GIUNZIONE NORMALE

Innanzitutto un fotodiodo è un dispositivo a giunzione PN polarizzato inversamente, in cui la corrente inversa è proporzionale alla quantità di luce che colpisce la giunzione.

Nelle giunzioni polarizzate inversamente, si forma una regione di carica, delimitata da un campo elettrico. In queste condizioni circola nel semiconduttore una debole corrente (corrente di saturazione inversa). Se la giunzione viene colpita da energia radiante (nel campo del visibile, dell'infrarosso e dell'ultra violetto), si generano delle coppie elettrone - lacuna che vanno ad incrementare il numero di portatori minoritari costituenti la corrente di saturazione inversa.

Le cariche generate in questo modo contribuiscono ad aumentare la corrente di saturazione inversa ; dunque esiste un legame di proporzionalità tra l'energia che colpisce la giunzione e la corrente di saturazione inversa che vi circola. Le giunzioni impiegate per la realizzazione dei fotodiodi sono in genere al silicio ; in effetti, in questo materiale la corrente di saturazione inversa nelle condizioni di buio è praticamente trascurabile (ordine dei nA), quindi si può presumere che la corrente che nasce allorchè la giunzione viene illuminata, dipenda esclusivamente dalla radiazione luminosa.

FOTODIODI PIN

Il fotodiodo pin differisce da quello a giunzione normale PN perché tra la zona P e quella N vi è un'ulteriore zona detta intrinseca, costituita da materiale puro, cioè non drogato.

Come è noto, un semiconduttore non drogato presenta una resistenza elevatissima ; grazie a tale elevatissima resistenza si originano per il pin grossi vantaggi rispetto al fotodiodo a giunzione normale ; tali vantaggi sono essenzialmente :

- a) Si riduce la capacità tra la zona P e quella N e ciò consente di far funzionare il dispositivo anche ad elevate frequenze di segnale.
- b) Aumentando la zona isolata tra le superfici del campo di giunzione, aumenta la possibilità che si formino delle coppie elettrone - lacuna ; questo significa che la sensibilità del diodo pin alla radiazione luminosa è migliore di quella della normale giunzione PN.

SCHEMA DELL'INTEGRATO CA3162

