

Apparecchi di misura

Uno strumento molto versatile per le misure sui led con meno di dieci euro

Quello che si richiede a questo piccolo misuratore non è la precisione di misura (su eBay si trovano luxmetri tarati con precisione per circa 20 euro) ma la flessibilità, cioè la possibilità di adattare la sua sensibilità e di tararlo per ogni tipo di misura, con la sola sostituzione della sonda. Le sonde sono costituite da un fotodiodo e un resistore di taratura e costano pochi euro. In questo modo si elimina il commutatore e ogni difficoltà costruttiva e si ottiene anche il vantaggio di poter fissare in modo stabile ogni sonda senza spostarla da un apparecchio di misura all'altro.

Costruzione

1) **Comprare un:** VOLTMETRO DIGITALE LCD DA INCASSO A 3 1/2 CIFRE
presso: www.futurashop.it

Codice 8220-PMLCDL
Prezzo: 5,00 Euro (iva compresa)
(costa pochissimo e consuma solo 1mA)



Caratteristiche

Azzeramento automatico
Selezione virgole decimali
Polarità automatica
Display LCD: 3 1/2 cifre
Lettura fondo scala : 200mV
Alimentazione: 9Vdc (7 - 12Vdc)
Altezza cifre: 13mm (0.52")
Campionamento: 2 - 3 letture per sec.
Impedenza di entrata : >100Mohm
Precisione: +/- 0.5%
Consumo: 1mA DC
Foratura pannello: 54,5 x 38mm

2) Comprare un fotodiodo Sharp BS520

(un po' difficile da trovare - codice RS 315-321 - 3.77 euro)

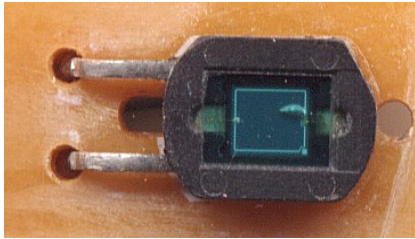
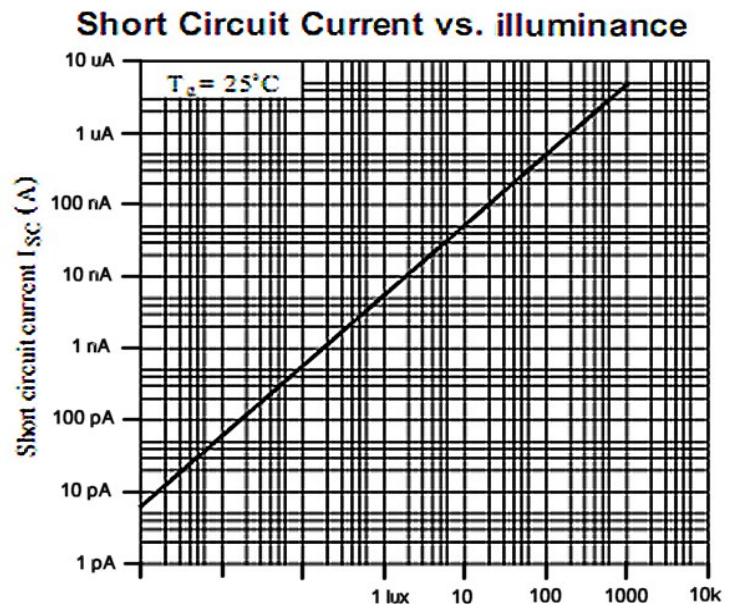
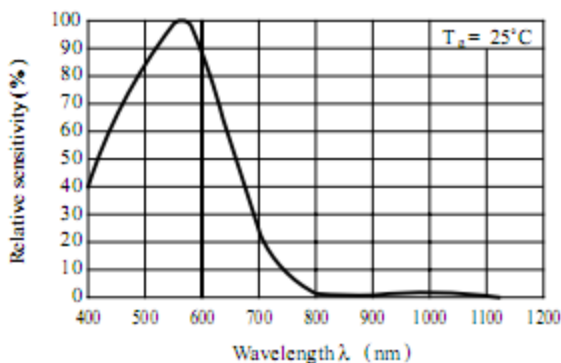


Fig. 4 Spectral Sensitivity



Il BS520, senza taratura, è già preciso 0.55μA con 100lux (+/- 15%)

La sensibilità ai colori è corretta per essere simile a quella dell'occhio umano.

L'area attiva è pari a 5.34 mmq

Se non si usa il BS520 la sensibilità cambia e quindi si devono ricalcolare i resistori di taratura.

Potrebbero anche andar bene il BS120, il BS100, il BS500B o il BPW21 (tutti con sensibilità ai colori corretta), oppure il BPW34 o qualunque altro fotodiode senza correzione della sensibilità ai colori.

Per essere adatto il fotodiode deve generare corrente quando illuminato (alcuni non lo fanno) e, posto a dieci centimetri da una lampadina a incandescenza da 50..100W, deve dare una corrente da qualche microampere a qualche centinaio di microampere.

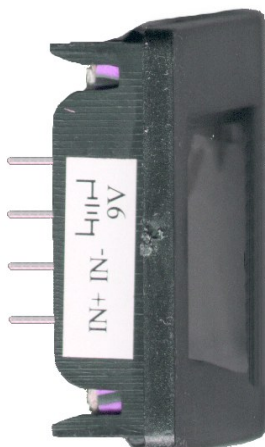
Collegare lo strumentino

Batteria 9V (negativo) ----

Batteria 9V (positivo) ----

Fotodiodo (negativo) ----

Fotodiodo (positivo) ----



In parallelo al fotodiodo si mette
un resistore come da tabella seguente
(valori validi se si usa il fotodiodo BS520)

Resistore ohm	Fondo Scala lux	Step minimo lux	Corrente fondo scala	Corrente step minimo
200	200 000	100	1 mA	500 nA
2 k	20 000	10	100 uA	50 nA
20 k	2 000	1	10 uA	5 nA
200 K	200	0.1	1 uA	500 pA
2 mega	20	0.01	100 nA	50 pA
20 mega	2	0.001	10 nA	5 pA

A questo punto il Luxmetro è in grado di fornire valori approssimati (+/- 15%) per una taratura più precisa lo si mette al sole (sereno e alto nel cielo) e si tara per cento mila lux.

Se si vuole fare di meglio si aggiungono un interruttore di alimentazione, un commutatore per cambiare le portate, un resistore + trimmer di taratura per ogni portata e infine si tara per confronto con un luxmetro comprato su eBay.

Dato che un luxmetro su eBay costa circa 20 euro, spedizione compresa, si potrebbe pensare di usare quello e basta. Però le portate sono poche, il sensore è troppo grande per le misure sui led e non è possibile la integrazione in un banco di misura, con portate corrette per distanze non standard.



Portate in milli-candles

Un milli-candle è un millesimo di foot-candle.

Il foot-candle si misura a un piede dal led (un piede = 12 pollici = 304.8 mm)

Il lux invece è un meter-candle e si dovrebbe misurare a un metro dal led.

Per ottenere i milli-candle si dovrebbe misurare alla distanza di 304.8mm e dividere i lux per (1000 / 304.8 alla seconda) = 10.76391042 e infine moltiplicare per mille.

Per evitare lo scomodo rapporto di 10.76391042 basta posizionare il fotodiodo a 333 mm dal led (invece che a 304.8 mm) la distanza è quasi la stessa ma il rapporto diventa un 10 bello tondo e si arriva alla tabella seguente utilizzando sempre gli stessi resistori di taratura.

Portate in milli-candles se si misura a 333 mm dal led	Resistore ohm	Fondo Scala milli candle	Step minimo milli candle
	200	20 000 000	10 000
	2 k	2 000 000	1000
	20 k	200 000	100
	200 K	20 000	10
	2 mega	2000	1
	20 mega	200	0.1

Per comodità di costruzione dell'apparecchio di misura si può accorciare la distanza a 100 mm e poi dividere per dieci il valore misurato, arrivando quindi alla seguente tabella.

Portate in milli-candles se si misura a 100 mm dal led	Resistore ohm	Fondo Scala milli candle	Step minimo milli candle
	200	2 000 000	1000
	2 k	200 000	100
	20 k	20 000	10
	200 K	2000	1
	2 mega	200	0.1
	20 mega	20	0.01

Resistori di taratura

Le scale utili per misurare nelle varie condizioni sono molte.

- sei scale per misurare i lux con il fotodiode BS520
- due scale per misurare i milli-candle con il BS520
- due scale per misurare la potenza totale con la cella solare
- eventuali scale aggiuntive che potrebbero venire utili in seguito

Una scala aggiuntiva, ad esempio, servirebbe per una palla a specchio per misurare la potenza luminosa totale emessa in modo indipendente dalla apertura del fascio.

Misurare la potenza luminosa totale con palla di integrazione

Una palla di integrazione della luce (Integrating sphere) permette misure indipendenti dalla apertura del fascio.

Dato che le sfere commerciali costano cifre esagerate è necessario trovare una alternativa "fai da te". Probabilmente una palla da albero di natale con il rivestimento interno argentato, potrebbe andare bene (ancora da provare)



Caratteristiche di alcuni sensori

Tipo di sensore	1 lux	200 lux	FLUORESC. 1000 lux	SOLE 100000 Lux
BPW34 (0.62A/W @ 850nm)	30 nA(?)	1uA(?)	30 uA(?)	3000uA(?)
BS520 - Sharp (eye corrected)	5 nA		10 uA	500uA
FotoTransistor FPT100A (usato come diodo)	3 nA	0.6 uA	3 uA	300uA
FotoTransistor FPT100A (usato come transistor, con 5V)		15 uA		
TSL235R	120 Hz		120 kHz	4000 lux 500kHz(max)

Misurare la potenza luminosa totale in watt

Per misurare la potenza totale emessa si avvicina molto il LED (o il Laser) in modo che tutta la luce cada su una zona sensibile della cella, poi si sposta leggermente la posizione fino a trovare la corrente massima.

Si deve usare una cella solare piccola, o un frammento di cella solare (deve essere una cella singola e non più celle in serie)



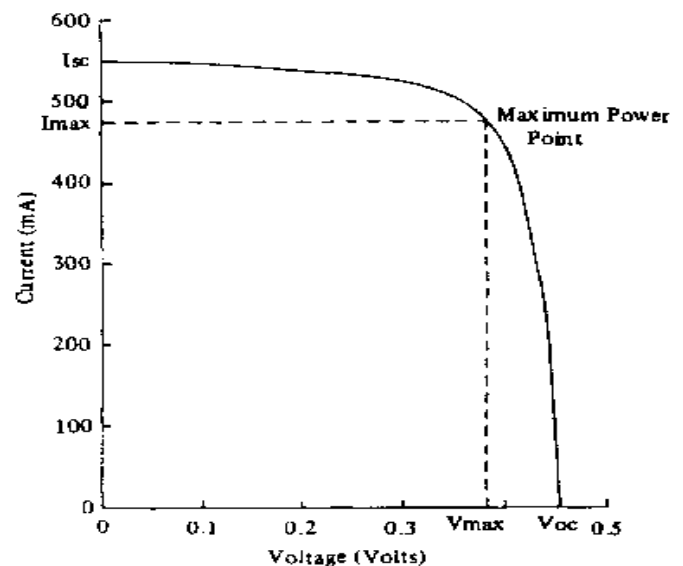
Si misurano le dimensioni della parte sensibile in mm², sottraendo le aree coperte dall'argento.

Posizionare la cella in pieno sole e misurare la corrente. Dato che il sole fornisce circa 1000w per metro quadro, si deduce che ogni mm quadro riceve circa un milliWatt.

Considerando la curva di potenza delle celle solari, visibile in figura, ogni mW (diviso per 0.38 volt) dovrebbe dare 2.63 mA nel punto di massima potenza.

La corrente misurata a zero volt dovrebbe essere circa il 17% in più per cui un milliwatt = 3mA circa

L'efficienza delle celle solari dovrebbe essere dal 10% al 12%, quindi un milliwatt = 0.3 / 0.36 mA circa



La mia cella di prova, da 64mmq produce 15mA sotto il sole, pertanto:

$$15 \text{ mA} = 64 \text{ mW}$$

$$1 \text{ mA} = 4.3 \text{ mW}$$

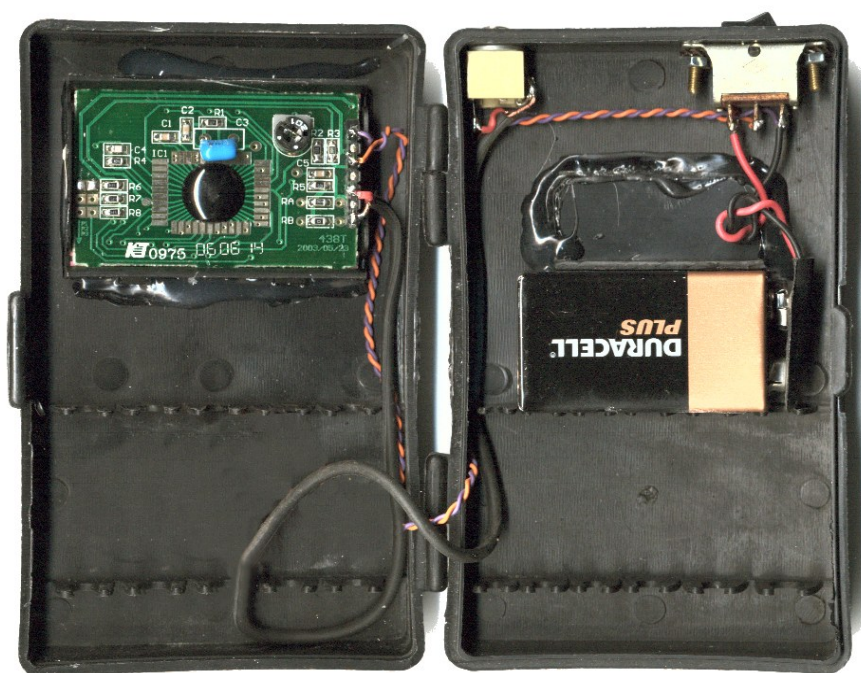
$$1 \text{ mW} = 0.23 \text{ mA}$$

Quindi la mia cella ha un'efficienza del 7.75 % che è un valore ragionevole se si considera che è stata prodotta circa quindici anni fa.

I milliampere misurati moltiplicati per i mW per MilliAmpere (nel mio caso 4.3) danno la potenza luminosa totale emessa dal LED (o dal Laser) Dai watt si può passare ai lumen moltiplicando per 683 (1 watt di luce = 683 lumen)

Conoscendo i "Watt" o i "Lumen" e l'apertura del LED in "Gradi" si può usare il programma "LedCalc" per calcolare i "Milli-Candles"

Una possibile realizzazione



Un astuccio per punte da trapano, taglierino, colla a caldo, quattro componenti e dieci minuti di lavoro.



Lo strumento finito con una delle sonde.

Le sonde sono costituite da un fotodiodo e un resistore di taratura e costano pochi euro. In questo modo si elimina il commutatore e ogni difficoltà costruttiva e si ottiene anche il vantaggio di poter fissare in modo stabile ogni sonda senza spostarla da un apparecchio di misura all'altro. La taratura per **ogni tipo di fotodiodo e ogni misura** e' immediata, basta **collegare la sonda appropriata**.