Trasduttori fotoelettrici

I trasduttori che trasformano variazioni di intensità luminosa in variazioni di una grandezza elettrica possono essere distinti in tre grandi gruppi in base al tipo di fenomeno fisico sottostante alla trasduzione: dispositivi fotoemissivi, celle fotovoltaiche, elementi fotoconduttori.

Dispositivi foto emissivi

Sono basati sull'effetto fotoelettrico propriamente detto: i quanti di luce incidono su un catodo costituito da un metallo a basso lavoro di estrazione, causando la ionizzazione di una certa percentuale degli atomi del metallo stesso; gli elettroni così liberati vengono raccolti da un anodo polarizzato positivamente rispetto al catodo e danno luogo a una corrente proporzionale all'intensità luminosa incidente (fig. 12).

A questo gruppo appartengono le cellule fotoelettriche a vuoto e a riempimento gassoso, che sono stati i primi fotosensori di uso pratico.

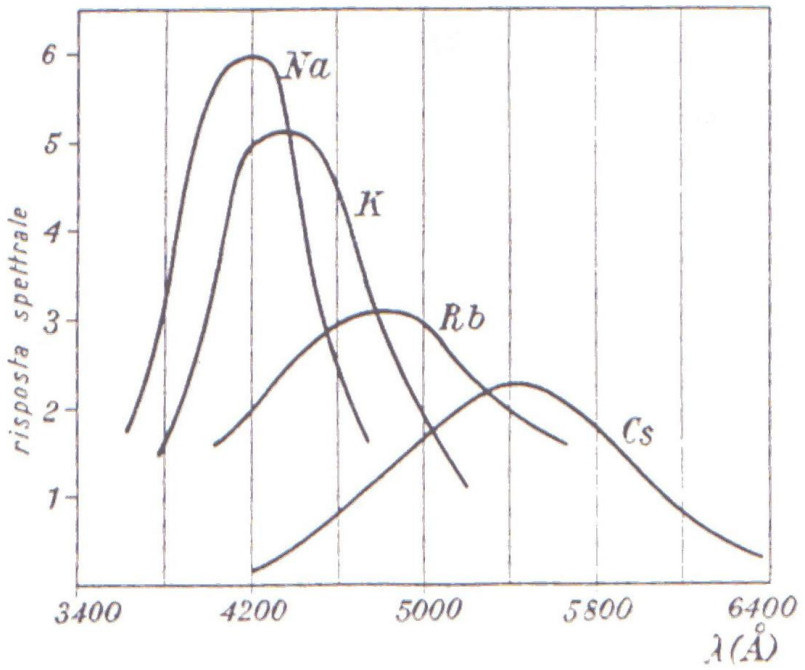


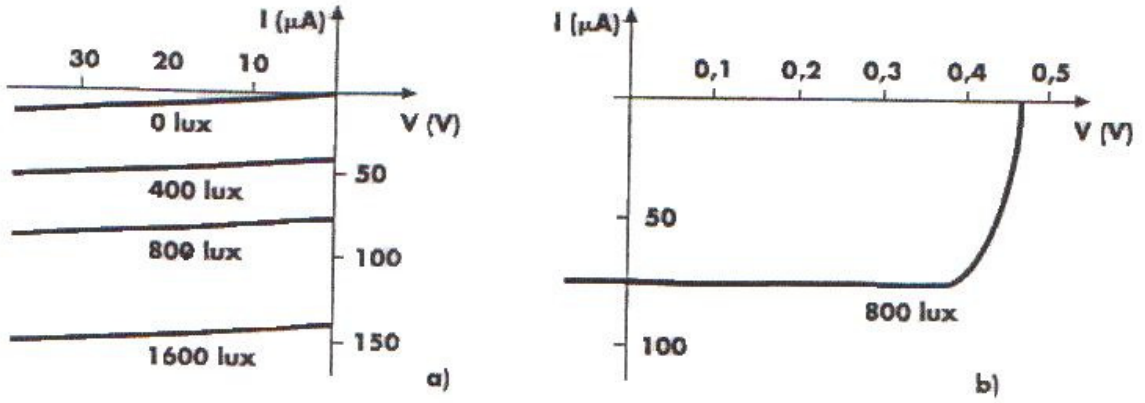
Fig. 12 – Risposte spettrali del sodio, potassio, rubidio e cesio.

Attualmente hanno perso importanza, tranne che in applicazioni speciali (la scelta opportuna del materiale del catodo permette di ottenere sensibilità pronunciate a particolari lunghezze d'onda).Sopravvivono i fotomoltiplicatori. in cui gli elettroni generati per fotoemissione vengono accelerati.da un forte campo elettrico e, urtando contro opportuni anodi ausiliari, ne “strappano" altri elettroni in un processo moltiplicativo che permette di ottenere altissime sensibilità. Si tratta comunque di dispositivo di uso molto specialistico: vengono usati per esempio per misure fotometriche in astronomia, o per rivelare radiazioni nucleari. attraverso la luminescenza che esse inducono in cristalli di particolari sostanze.

Per tubi a vuoto si ottengono sensibilità dell'ordine di 10 pA/lumen (lumen = intensità luminosa prodotta da una candela nell'unità di angolo solido – steradiante; lux = lumen/m^2) e frequenze di taglio di 100 MHz.

Celle fotovoltaiche

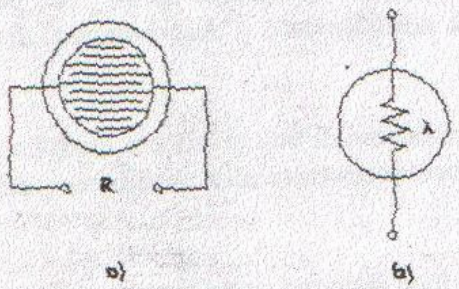
Fig.13 Curve caratteristiche I/V tipiche di un fotodiodo (a) e ingrandimento della curva a 800 lux (b).



Se si espone alla luce una giunzione PN con gli estremi chiusi su un carico resistivo, in essa circola una corrente inversa dovuta alle coppie buco-elettrone che si generano nella zona di svuotamento (fig. 13), a causa dell'apporto energetico dei quanti di radiazione incidente (vedere anche i fotodiodi). Le celle fotovoltaiche basate su tale fenomeno sono raramente usate come fototrasduttori (se non a volte negli esposimetri per fotografia). sono però utilizzate nella conversione diretta di energia solare in energia elettrica. Batterie solari al silicio superano già oggi un rendimento di conversione del 10% e c'è la prospettiva di andare oltre con lo sviluppo della tecnologia. La tensione fornita per elemento è dell'ordine della d.d.p. di barriera della giunzione (=0.6 V per il Si).

Elementi fotoconduttori

Fig. 14 Struttura di una fotoresistenza (a) e suo simbolo (b).



TAB. 3 - VALORI TIPICI DI UNA FOTORESISTENZA AL CD5 PER USI GENERALI.

Resistenza nell'oscurità totale:	10 MΩ
Resistenza a 1000 lux:	75 ÷ 300 Ω
Tasso di riscaldamento del valore resistivo:	200 kΩ/s
Tensione massima (valore di picco) alla condizione che non venga superata la massima dissipazione ammissibile:	150 V
Dissipazione massima ammissibile:	0,2 W a 40 °C
Temperatura ambiente:	-20 ÷ +20 °C
Capacità massima:	6 pF

Per lo stesso fenomeno di generazione di coppie buco-elettrone visto nelle celle fotovoltaiche, la conduttività di un materiale semiconduttore cresce al crescere dell'intensità luminosa che lo colpisce. Questo fatto è usato nei fotosensori di più larga applicazione.