

Fotomoltiplicatore

(PhotoMultiplier o PMT)

In termini molto semplici, possiamo dire che un tubo fotomoltiplicatore (PMT) può essere definito come *un'occhio elettronico* in grado di captare ed amplificare la debole luce rilasciata da una particella allorché questa attraversa particolari sostanze liquide o plastiche (dette scintillatori). Tali sostanze sono, spesso, componenti essenziali degli esperimenti di fisica delle particelle. La luce, captata dal PMT viene successivamente trasformata in segnale elettrico: dall'analisi di quest'ultimo si può poi risalire alle informazioni riguardanti la particella stessa.

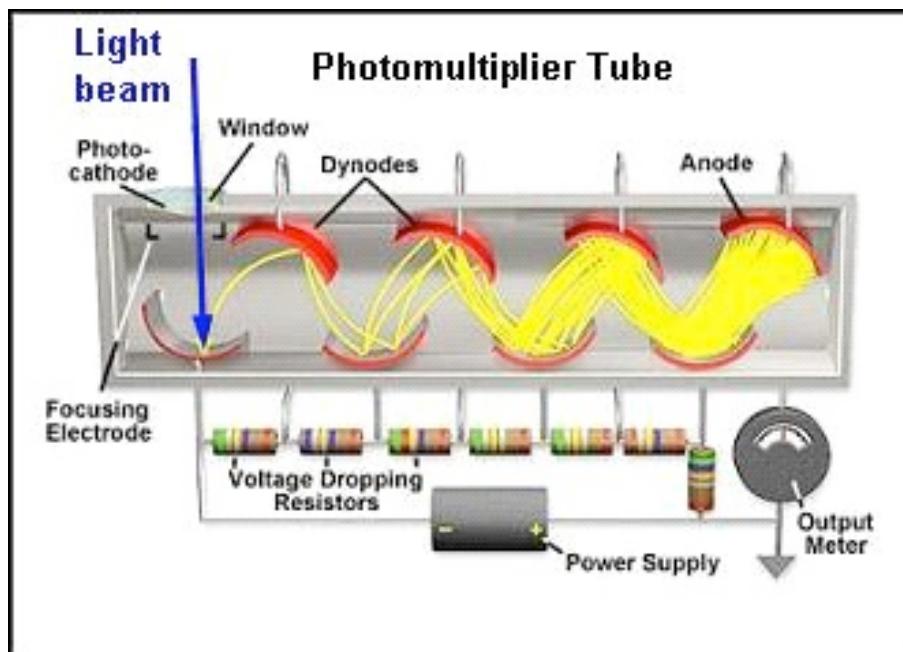
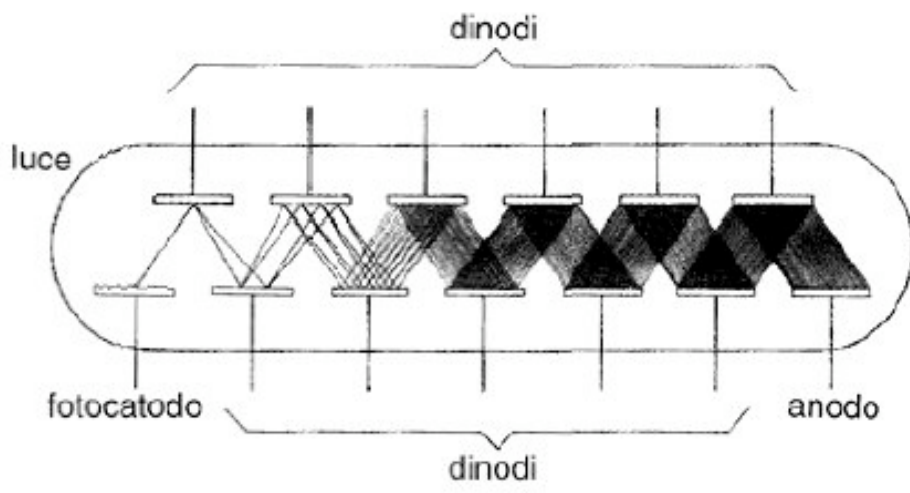
Un tubo fotomoltiplicatore è, pertanto, un rivelatore elettronico di luce estremamente sensibile, in grado di rilevare il singolo fotone. Il fotone è una quantità indivisibile di energia elettromagnetica; tale termine viene comunemente associato alla luce visibile.

Un fotomoltiplicatore è costituito, di norma, da un tubo di vetro al cui interno è stato praticato il vuoto (così come accadeva per i vecchi cinescopi dei televisori) e può funzionare solo se si applica una tensione di alcune centinaia di Volt tra catodo e massa.

Quando un fotone viene rivelato da un fotomoltiplicatore accade, di fatto, che ad essere colpito dalla luce incidente è il cosiddetto fotocatodo ovvero un elettrodo rivestito di un sottilissimo strato di materiale fotosensibile capace di emettere elettroni grazie al cosiddetto *effetto fotoelettrico*. Il primo elettrone emesso per effetto fotoelettrico subisce poi una accelerazione dovuta al campo elettrico applicato; il processo di moltiplicazione si ripete per circa una decina di volte.

La struttura interna del PMT è costituita da più elettrodi (dinodi) ed è progettata in maniera tale che ciascun elettrone emesso da un elettrodo venga fortemente accelerato provocando così l'emissione di più elettroni dall'elettrodo successivo. In questo modo si ha un fenomeno a valanga per cui un singolo fotone che colpisce il fotocatodo genera moltissimi altri elettroni generando un processo di amplificazione a partire dal debole segnale di luce. Al termine della sequenza di elettrodi gli elettroni colpiscono un anodo, generando un rapido impulso elettrico.

Le due figure riportate danno un'idea del funzionamento elettrico di un PMT.

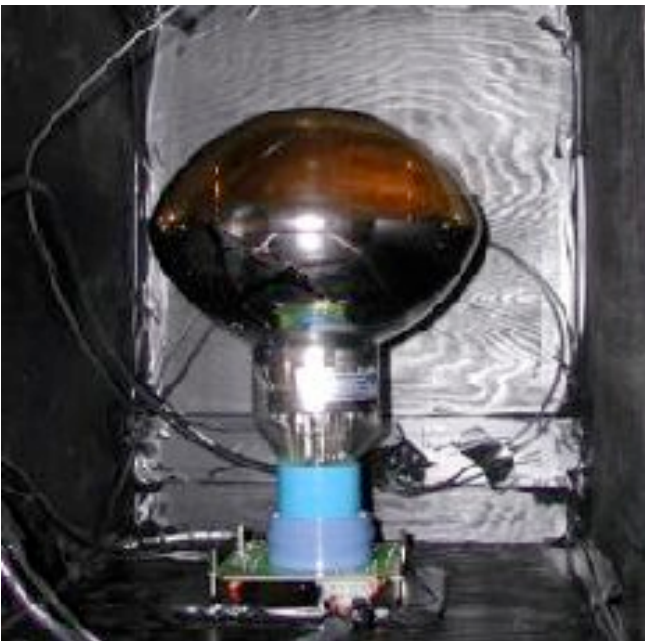


I fotomoltiplicatori devono essere schermati magneticamente in quanto, un campo magnetico esterno (anche quello terrestre), può deviare il percorso degli elettroni (particelle cariche) al suo interno.

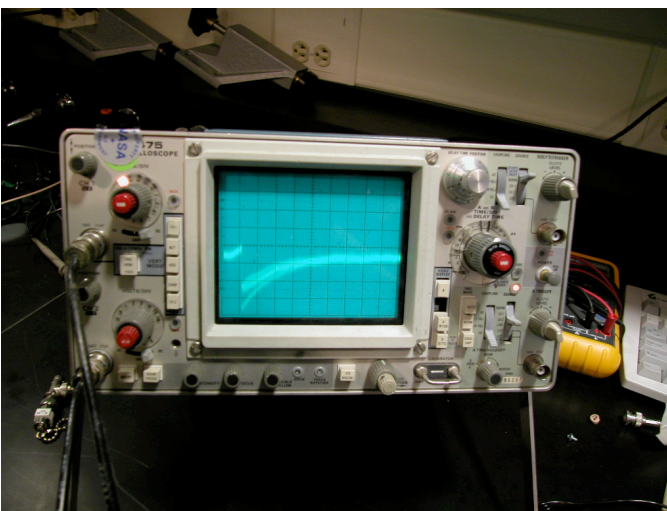
Questo dispositivo, grazie alla sua notevole amplificazione (tipicamente 10^8) ed all'elevata risoluzione temporale, è largamente usato in fisica essenzialmente per misurare il tempo di attraversamento delle particelle all'interno di apparati sperimentali. Trova impiego anche in medicina nella diagnostica per immagini. Tipicamente lo si usa nella scintigrafia tiroidea oppure come innovativo strumento

per lo screening, diagnosi e controllo della patologia tumorale del seno in sostituzione della convenzionale indagine mammografia fatta con lastra radiografica.

MACRO PMT



Questo tipo di PMT è stato utilizzato dall'esperimento MACRO (Monopole Astrophysics Cosmic Ray Observatory) nell'ambito della ricerca dei monopoli magnetici e della misura del flusso dei neutrini atmosferici. L'esperimento MACRO è stato realizzato presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dal 1989 fino a dicembre del 2002.



L'oscilloscopio mostra un tipico segnale elettrico generato da un fotomoltiplicatore. I segnali sono ampi mediamente poche decine di millivolt ed hanno dei fronti di discesa dell'ordine del nanosecondo (10^{-9} sec.)