

Spettrografia gamma (misura della massa dell'elettrone)

F. Asprino⁽¹⁾, *A. D'Angelo*⁽²⁾

⁽¹⁾ Liceo Scientifico "Silvestri" – Portici (NA)

⁽²⁾ Liceo Scientifico "Nobel" - Torre del Greco (NA)

Sorgenti utilizzate	^{22}Na , ^{60}Co , ^{137}Cs
Apparato utilizzato	Descrizione scintillatore+fotomoltiplicatore
	Descrizione multicanale
DESCRIZIONE DELL'ESPERIENZA	
<ul style="list-style-type: none">• Raccolta dati: acquisizione spettri (tabella Canale-conteggi, per le diverse sorgenti);• Costruzione Calibrazione multicanale: canale-energia• Analisi Compton edge• Misura massa dell'elettrone	

Introduzione

L'esperienza consiste nella calibrazione in energia e nella misura della risoluzione energetica di uno spettrometro gamma basato su un rivelatore a ioduro di sodio (NaI), utilizzando sorgenti radioattive di calibrazione (Sodio 22, Cesio 137, Cobalto 60). In particolare, lo studio delle caratteristiche dello spettro osservato nel caso del Sodio 22 consentirà di dedurre, con buona approssimazione, la massa dell'elettrone.

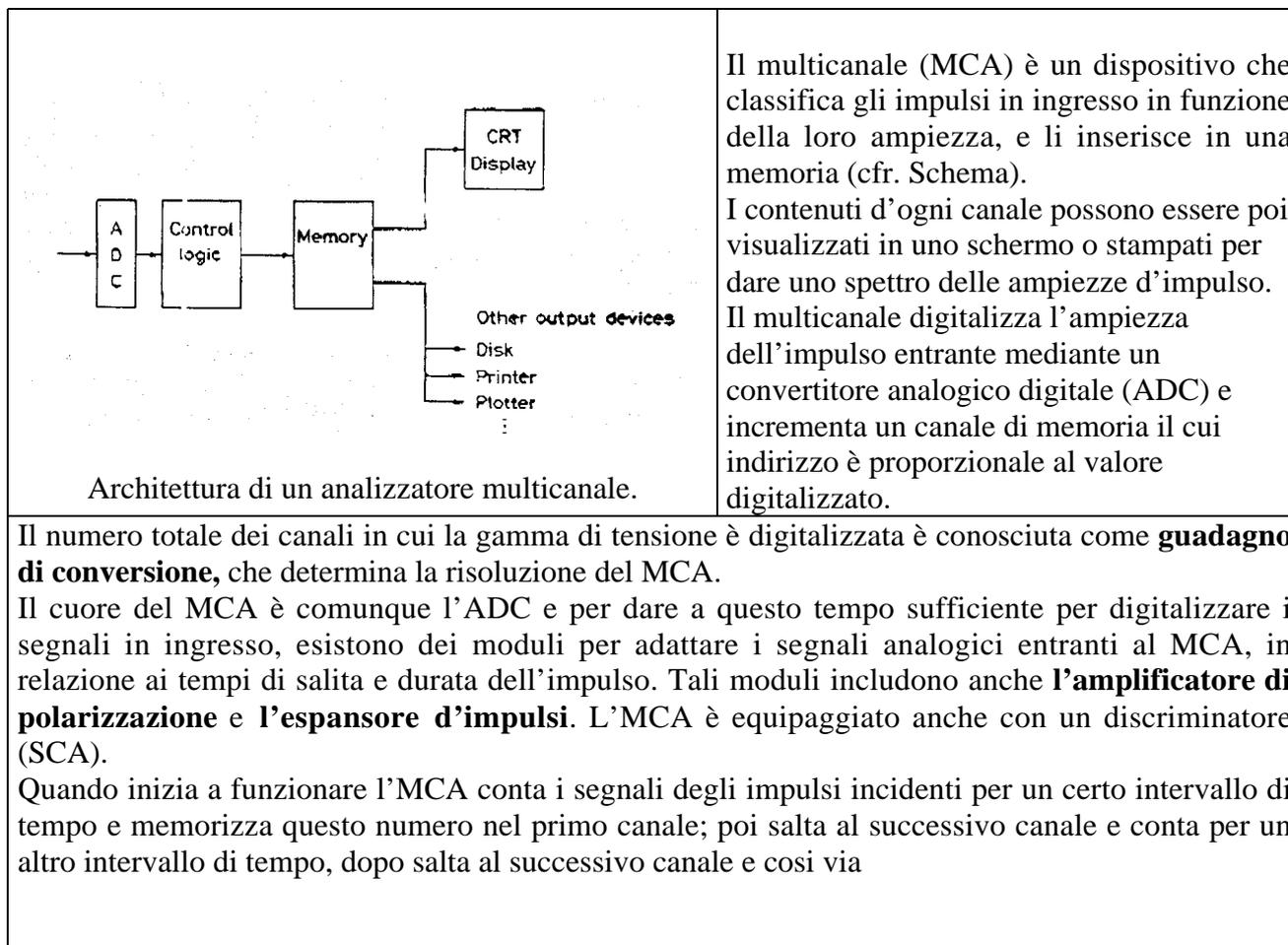
L'attività si è svolta secondo le seguenti fasi:

- acquisizione spettri (tabella canali-conteggi)
- calibrazione canale-energia (teorica)

- Compton edge del ^{22}Na : $E_{CE} = \frac{E_0}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}}$ dove $\varepsilon = \frac{E_0}{m_e c^2}$

DESCRIZIONE DELL'APPARATO UTILIZZATO

1) MULTICANALE (MCA)



2) RIVELATORE A SCINTILLAZIONE

Materiale scintillante che è otticamente accoppiato ad un fotomoltiplicatore

La radiazione passando attraverso lo scintillatore eccita atomi e molecole e si ha una emissione di luce (tipicamente blu). Essa viene raccolta e trasmessa ad un fotomoltiplicatore (PMT), convertita in corrente elettrica e analizzata da un sistema elettronico.

Il rivelatore da noi utilizzato ha come materiale scintillante un cristallo inorganico, lo ioduro di sodio, NaI.

Le caratteristiche fondamentali di un rivelatore a scintillazione sono:

SENSIBILITÀ ALL'ENERGIA: l'energia della luce emessa è direttamente proporzionale all'energia della radiazione che l'ha prodotta se l'energia della radiazione incidente è superiore ad un valore minimo all'energia minima;

RISPOSTA VELOCE: la risposta del rivelatore avviene dopo un certo intervallo di tempo ("tempo morto"); è necessario che tale tempo sia piccolo affinché possa rivelare segnali di alta velocità;

DISCRIMINAZIONE DI FORMA: particelle di diverso potere ionizzante producono impulsi di luce di forma diversa che lo scintillatore è in grado di rivelare.

3) FOTOMOLTIPLICATORE

Tubo elettronico che converte la luce in corrente misurabile. Esso è costituito da un tubo di vetro sottovuoto all'interno del quale si hanno:

- catodo di materiale fotosensibile (fotocatodo)
- sistema di raccolta di elettroni
- moltiplicatore di elettroni (sistema di dinodi)
- anodo di raccolta del segnale finale

Un fotone visibile colpisce il fotocatodo che emette elettroni per effetto fotoelettrico; l'elettrone così emesso, è accelerato ed indirizzato verso il primo dinodo, che sua volta emette elettroni secondari che vengono accelerati verso il dinodo successivo e così via. Tutto ciò alla fine determinerà una cascata di elettroni che sarà raccolta sull'anodo.

DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' SPERIMENTALE

L'apparato sperimentale può essere rappresentato mediante il seguente schema:



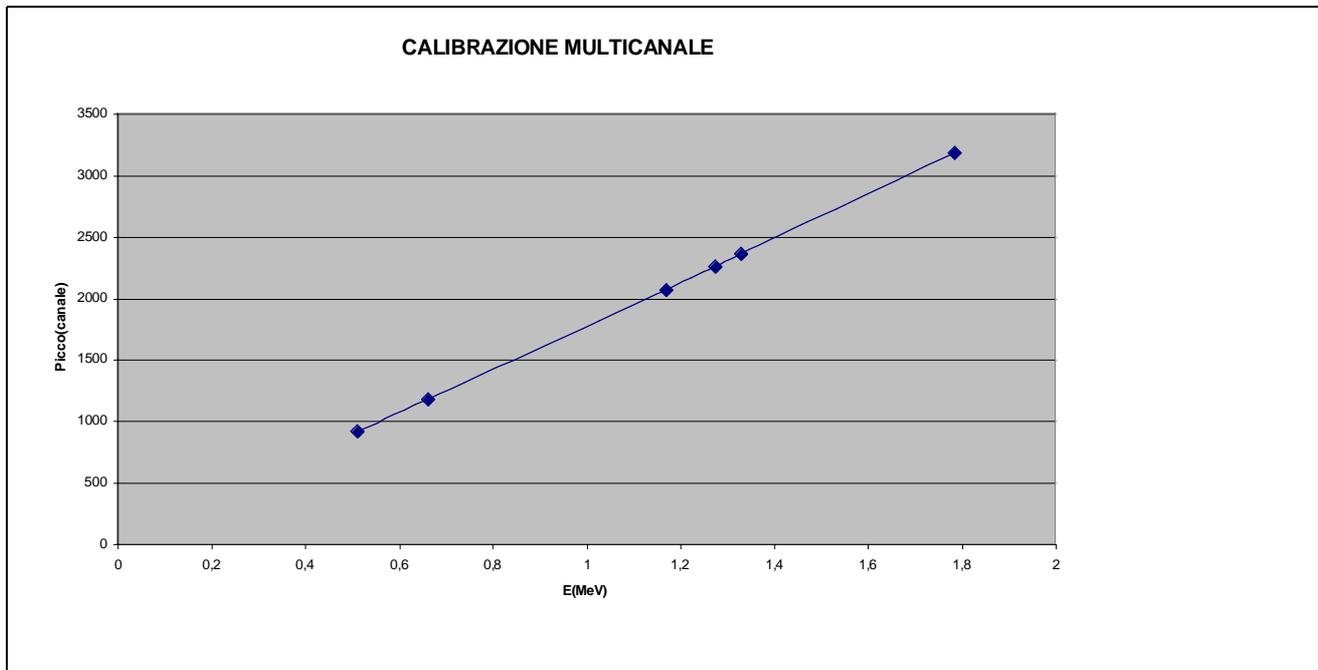
Dai dati raccolti sono stati dedotti i valori riportati nella seguente tabella al fine di ottenere la calibrazione del multicanale.

CALIBRAZIONE MULTICANALE

Nella tabella seguente sono riportati il valore dell'energia teorica dei picchi delle varie sorgenti e la loro posizione in termini di canale del MCA

	ENERGIA (MeV)	PICCO (Canale)
Sodio 22 (picco 1)	0.511	919
Cesio 137	0.663	1179
Cobalto 60 (picco 1)	1.17	2069
Sodio 22 (picco 2)	1.275	2257
Cobalto 60 (picco 2)	1.33	2360
Sodio 22 (picco somma)	1.786	3182

I valori in tabella sono rappresentati nel grafico (Energia-Picco) seguente:



L' equazione della retta che rappresenta meglio la relazione lineare evidenziata nel grafico, è:

$$(1) \quad \text{Canale} = 1760 \cdot E(\text{MeV}) + 20$$

La posizione del Compton-Edge del secondo picco del Na corrisponde al canale 1889. Inserendo tale valore nella equazione (1), avremo:

$$E_{ce} = (1889 - 20) / 1760 = 1.062 \text{ MeV}$$

Inserendo il valore ottenuto nella relazione tra E_{CE} e l'energia E_0 del picco:

$$E_{CE} = \frac{2\varepsilon E_0}{1 + 2\varepsilon} \quad \varepsilon = \frac{E_0}{m_e c^2}$$

e tenendo presente che $E_0 = 1.275 \text{ MeV}$, si ricava:

$$\varepsilon = 2.492 \quad \text{e, quindi:}$$

$$\boxed{m_e c^2 = 511.6 \text{ keV}}$$