

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Catania

INFN/TC-85/17
11 Settembre 1985

B. Platania: STUDIO DELL'IMPIANTO ELETTRICO PER ACCELERATORE
H.V. DI IONI A 400 K VOLTS

Studio dell'Impianto Elettrico per acceleratore H.V. di ioni
a 400 K volts.

B. PLATANIA

INFN - SEZ.di CATANIA

1. Introduzione

Negli ultimi 15 anni l'uso di acceleratori di particelle a bassa energia (30 ÷ 400 KeV) è diventato sempre più diffuso a causa delle peculiarità che i diversi metodi di impianto presentano per lo studio delle superfici bombardate.

Il gas ionizzato in sorgente produce un fascio ionico la cui energia di accelerazione può essere controllata dal potenziale applicato. Le correnti ottenibili raggiungono, al massimo, qualche μA e sono sufficienti per soddisfare molte necessità di dosi di impianto in targhette per uso nucleare, metallurgico o per la realizzazione di dispositivi a semiconduttore.

In questo lavoro desidero esporre alcuni problemi di tipo elettrico e dare le soluzioni adottate per l'assemblaggio del nuovo impianto (da 400 KV) sito presso i laboratori del Dipartimento di Fisica dell'Università di Catania (Sezione INFN e CNR).

2. Struttura di un Impiantatore

Le parti essenziali di un impiantatore si possono così riassumere:

- Un gruppo alternatore permette di generare una d.d.p. di 220 Volt completamente isolata da terra e dalla tensione di rete, utilizzabile per l'alimentazione della sorgente, del magnete e dell'elettronica relativa.
- Un duplicatore di tensione che nel nostro caso è alimentato da rete e fornisce una stabile A.T. nell'intervallo 30KV ÷ 400KV. Esso consiste di un tradizionale duplicatore del tipo Cockroft-Walton alimentato con una tensione che può regolarsi tra 0 e 30 KV. La massima corrente che esso può fornire è pari ad 1 μ A. La frequenza di funzionamento è nell'ordine di una quindicina di KHz. La stabilizzazione è attentamente curata: il ripple a 400 KV è inferiore a 50 Volt.
- La sorgente di ioni a fornetto o a gas che fornisce un plasma che viene estratto e focalizzato fornendo un fascio di ioni di geometria ben definita.
- La colonna acceleratrice che fornisce agli ioni l'energia richiesta. Essa è costituita da una serie di anelli cilindrici in cascata, isolati l'uno dall'altro, e collegati ad un partitore resistivo che gradualmente riduce la d.d.p. della sorgente verso massa.
- Un magnete separatore che permette di selezionare la specie atomica desiderata filtrando il rapporto carica/massa degli ioni estratti dalla sorgente.
- Il sistema di scansione elettrostatico che permette lo spaziolamento del fascio sulla superficie del campione.

3. SISTEMI DI ISOLAMENTO ELETTRICO A.T.

Il potenziale massimo della sorgente dell'impiantatore in questione può essere max di 400 KV rispetto al potenziale zero di massa. Ciò comporta l'ubicazione della sorgente ad una certa altezza dal pavimento e necessita di particolari accorgimenti di sicurezza per l'isolamento da eventuali scariche elettriche.

Ricordando che la rigidità dielettrica di un materiale è espressa dal valore dell'intensità del campo che deve solleccitarlo per provocarne la perforazione, ricorderemo che essa si misura in KVolt/cm. Essa viene influenzata dalla natura ed omo-

geneità del materiale dielettrico, dallo spessore e dalla temperatura, nonché dalla forma degli elettrodi e dalla rapidità di applicazione del campo elettrico.

Per l'aria secca la rigidità dielettrica vale 24KVolt/cm. Se quindi in aria si vuole disporre di una notevole d.d.p. occorre non superare questo valore, anzi, per problemi di sicurezza, si conviene di non eccedere di $\frac{1}{3}$ il valore della rigidità dielettrica dato.

Quindi per isolare una sorgente di 400 KV dalla massa occorrerebbe alzarla dal pavimento di almeno mezzo metro sempre che l'ambiente sia scrupolosamente mantenuto in aria secca (pressione atmosferica, umidità assai contenuta e temperatura attorno a 27°C). Tuttavia allo scopo di avere un assai più largo margine di sicurezza e uniformare la caduta del campo elettrico si conviene di suddividere la d.d.p. totale vista dalla sorgente verso massa in 3 (o più) parti. Ciò si realizza riportando alcune d.d.p. intermedie, prelevate dal partitore resistivo della colonna acceleratrice, tra le zone di A.T. e la massa, come evidenziato nella Fig.1.

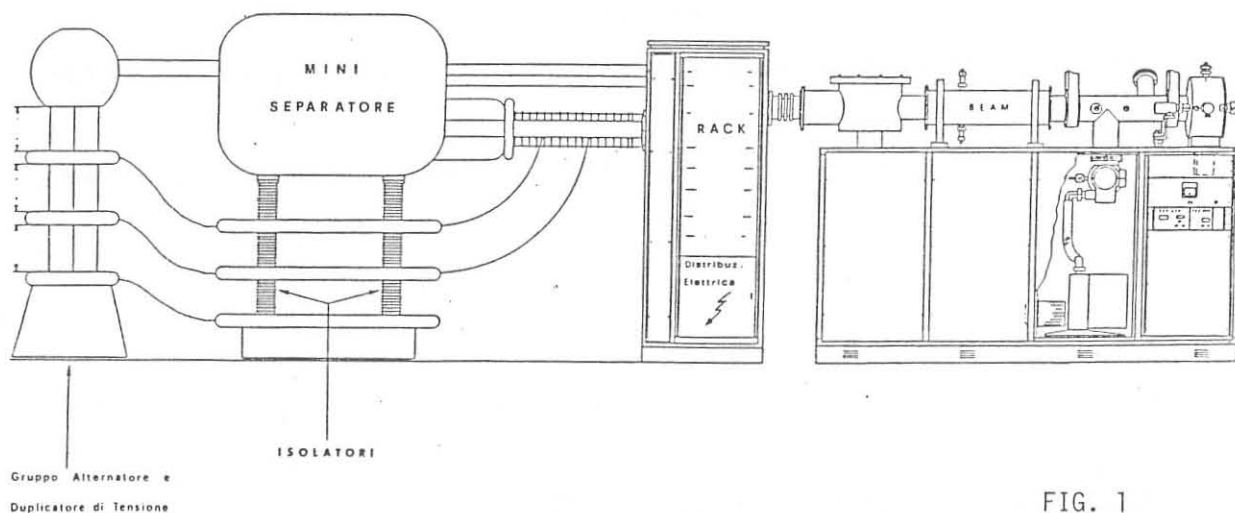


FIG. 1

In tal modo, in regime di massima tensione acceleratrice, la d.d.p. parziale tra le linee equipotenziali che sottendono la sorgente (mini separatore), il gruppo alternatore ed il duplicatore di tensione, risultano dell'ordine di soli 133KVolt. Gruppo Alternatore, Duplicatore di tensione e sistema della

sorgente nonché colonna acceleratrice sono siti in un ambiente termoregolato, ventilato e deumidificato di circa 130 m³. Tutto ciò che è ad alta tensione e quindi in un ambiente isolato (isolam. termico; acustico, radioprotezionistico) di accesso controllato mentre la rimanente linea dell'acceleratore, sita in una stanza attigua, è a potenziale zero e durante il funzionamento non presenta pericoli per l'operatore. Le zone ad alta tensione distano dalle pareti della stanza ad aria secca non meno di 1,5 metri.

La Fig.1 mostra una vista d'insieme di tutto l'impiantatore (vista laterale).

L'alimentazione delle varie turbo, che permettono di ottenere nella camera di diffusione (scattering) un vuoto dell'ordine di 10⁻⁷ torr, si dirama da un opportuno armadio (rack) sito tra la colonna acceleratrice ed il resto della linea dell'acceleratore.

4. LINEA DI TERRA

Un attento studio è stato rivolto all'istallazione della massa di tutto il sistema dell'impiantatore. Le pareti della stanza in cui risiedono le parti ad A.T., riparate da adatti pannelli isolanti intelaiati in una struttura metallica, sono state collegate a terra ($R \leq 1 \Omega$).

La Fig. 2 mostra le linee di massa realizzate per le varie

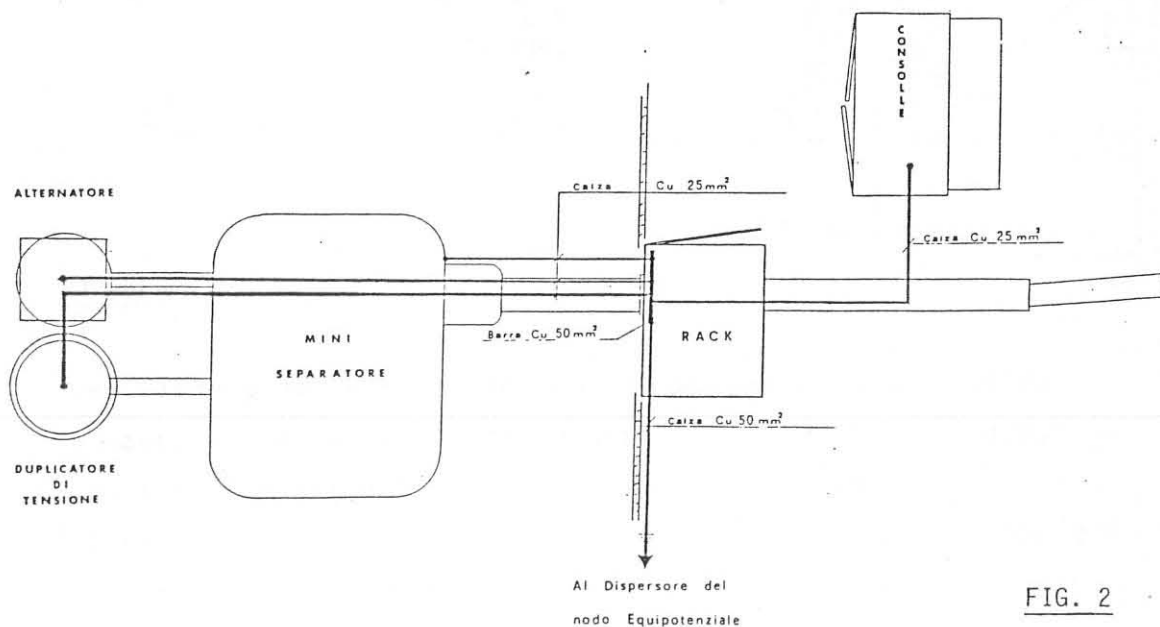


FIG. 2

parti della macchina. Una linea principale ($S = 50 \text{ mm}^2$) calzata va dal dispersore centrale (seminterrato) al Rack. Da qui si suddivide in 4 linee secondarie, una per la consolle di comando, e le altre per le masse dell'alternatore, del duplicatore di tensione e del mini separatore. La linea di maggiore lunghezza, quella del duplicatore di tensione, presenta verso massa una resistenza stimata pari a $\sim 1,5 \Omega$. Su queste linee centrali sono state collegate le prese per l'elettronica da esperimento.

5. ALIMENTAZIONE DA RETE E PROTEZIONI

Studiando attentamente le potenze assorbite dai vari componenti dell'Impiantatore e facendone una stima, in regime di funzionamento a massima energia acceleratrice, a pompe tutte alimentate, a gruppo di refrigerazione e ad elettronica di controllo in funzione, la potenza richiesta non supera 35 KW. Essa è condotta con una terna trifase più Neutro e Terra di $S = 25 \text{ mm}^2$ cadauno. Su questo valore è stato scelto l'interruttore automatico di alimentazione di rete, trifase, tarato per uno stacco, qualora la corrente assorbita dal sistema superi 63 Amp. Tale interruttore è sito in locale Cabina Elettrica di trasformazione quadro B.T. 380 V - 50 Hz

In Fig.3, segnato con numero 1, trattasi di un quadro di distribuzione composto da:

- n.1 Interruttore magnetico-termico da 50A tarato a 37,5A.
- Terna di amperometri.
- Voltmetro con commutatore, per la lettura concatenata e stellata delle tensioni.
- Pulsantiera di comando MARCIA-ARRESTO con spia luminosa.
- Teleruttore di potenza.

Un quadro a parte e quindi un'altra alimentazione (Punto n.2) è stato posto per fornire energia alla illuminazione dell'ambiente con relativo automatico max 6A, all'allacciamento dell'elettronica per condurre particolari esperimenti, ulteriori pompe da vuoto, refrigeratori e altri sistemi di test. L'interruttore è stato previsto per un assorbimento di 10 KW; sempre

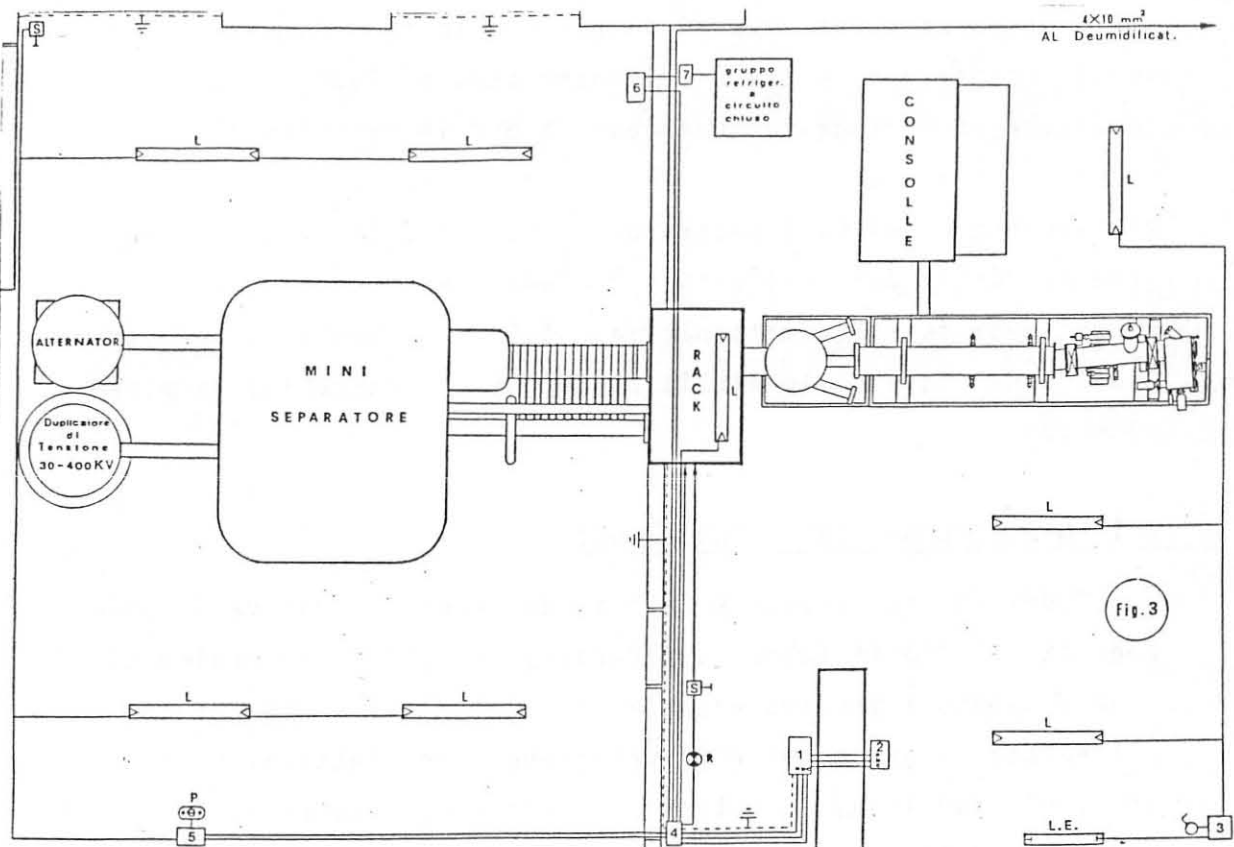


FIG. 3

distribuzione trifase, con una corrente max di 20 A.

Un terzo interruttore magneto-termico da 50 A, tarato a 37,5 A, per l'alimentazione del Deumidificatore ($P \approx 18$ KW).

Sempre nella stessa Fig.3, che mostra una vista dall'alto di tutto l'acceleratore, sono visibili alcuni dispositivi elettrici disponibili. Si tratta di una luce di emergenza, ad accensione automatica in caso di mancanza di energia elettrica (Punto n. 3); di una cassetta di distribuzione a passaggio (Punto n.4) per l'alimentazione del Rack (assorbimento ~ 10 KW). Nel locale H.V. per prove di macchina, sito in prossimità della sorgente, agisce sull'interruttore generale un comando a distanza di MARCIA e ARRESTO con lampade spia montate su un quadretto insieme con n.1 Presa trifase, 2 prese monofasi da 16 A e 2 prese monofasi da 10 A (Punto n.5).

I punti n.6 e n.7 sono dei quadretti di alimentazione simili al punto n.5, con l'inserimento di termoregolatori del gruppo refrigeratore a circuito chiuso per le pompe del sistema implanter.

Inoltre la Fig.3 mette in evidenza n.2 interruttori di sicurezza, fissati alle porte di accesso; una porta scorrevole normalmente chiusa (carrabile) nella stanza dov'è sita la sorgente, e l'altra è di normale accesso all'Impiantatore. Ad acceleratore in funzione, in caso di apertura di una delle entrate, l'alimentazione generale si disabilita automaticamente (Punti S).

Punto R specifica Luce spia con gemma rossa ben visibile, accesa solo quando nel locale sorgente esiste l'H.V.

6. CONCLUSIONI

Questo lavoro ha voluto esporre alcune considerazioni sull'impianto elettrico di alimentazione e di protezione relativo ad un piccolo acceleratore da 400 KV.

Applicando concetti noti dell'elettrotecnica, la accurata messa a punto della parte alta tensione e prese di terra ha permesso di esaltare la funzionalità dell'impianto di gestione della macchina acceleratrice, ormai entrata in funzione da sei mesi senza alcun problema per la parte elettrica.

BIBLIOGRAFIA

- 1) G.F.Cembali: "Tecniche di impianto"
Impiantazione Ionica e dispositivi a semiconduttore - 4° Corso Tecnico Lecce -pp.15÷60,(1981)
- 2) R. Gouiran: "Particelle e acceleratori".
Ed. Il saggiaatore, V. 10, (1967)