

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-68/78

M. Bernardini : IL SISTEMA DI VUOTO DI ADONE.

Estratto da : Vuoto 1, 88 (1968)

IL SISTEMA DI VUOTO DI ADONE

M. Bernardini

Laboratori Nazionali C.N.E.N - Frascati, Roma

Summary. - *This paper briefly describes the main characteristics of the vacuum system of Adone: a large storage ring recently built at the Frascati Laboratories. The operating pressure of the vacuum chamber, at full intensity of the electron and positron beams, must be lower than 10^{-9} torr. At the beginning the problem of gas desorption due to the synchrotron radiation associated with the circulating beams is considered in close detail.*

Nei Laboratori Nazionali di Frascati sta per entrare in funzione una nuova grossa macchina acceleratrice che è più propriamente un anello di accumulazione per elettroni e positroni da 1500 MeV di energia massima [1]. Una macchina di questo tipo è essenzialmente un sincrotrone in cui gli elettroni ed i positroni ruotano con velocità opposte sulla stessa orbita ed hanno la possibilità di interagire, nelle zone di incrocio, dando luogo, annichilandosi, ad una serie di reazioni il cui studio costituisce lo scopo della macchina.

Poichè la probabilità di annichilamento è assai piccola, i fasci devono essere intensi e il tempo di osservazione assai lungo. I fasci debbono quindi essere tenuti in vita parecchie ore e questo si realizza riducendo il più possibile le cause di perdita. Tra queste una delle più importanti è rappresentata dalle interazioni degli elettroni e positroni costituenti i fasci con il gas residuo.

Conoscendo con buona approssimazione la composizione del gas residuo, le sezioni d'urto dei processi di interazione e le caratteristiche di progetto della macchina, si può calcolare facilmente che, per avere una vita media di 5-6 ore, occorre disporre di una pressione media nell'anello inferiore a 10^{-9} torr. Per vita media si intende il tempo necessario affinché l'intensità di un fascio si riduca di un fattore e .

Al giorno d'oggi questo ordine di grandezza della pressione è raggiungibile ricorrendo alle moderne tecniche dell'ultravuoto, sebbene le dimensioni della camera di Adone siano tali da far sì che l'impianto sia uno tra i più grandi nel mondo. Tuttavia il problema è ancor più complesso in quanto tale pressione va mantenuta in regime dinamico ossia in presenza dei fasci circolanti.

È ben noto che gli elettroni e i positroni nei tratti curvi della macchina corrispondenti ai magneti irraggiano la cosiddetta radiazione di sincrotrone, che, per Adone all'energia massima, ammonta a circa 18 KW su uno spettro che copre una regione

molto vasta di lunghezze d'onda, dal visibile a qualche Å. Questa radiazione va a colpire le pareti della camera di acciaio inossidabile provocando un forte desorbimento di atomi e molecole adsorbite, sia direttamente sia producendo fotoelettroni nell'acciaio che, a loro volta, vengono ribattuti sulla camera per effetto del forte campo magnetico ($\simeq 1$ Weber/m²).

Durante la fase di progettazione, non essendovi ancora macchine funzionanti dello stesso tipo o perlomeno a fasci intensi, furono intrapresi studi ed esperimenti di laboratorio (sia a Cambridge [2, 3] che a Frascati [4, 5]) che simulavano la situazione fisica di un anello di accumulazione e furono trovati risultati confortanti purchè si prendessero certe precauzioni come la scelta di un acciaio a basso contenuto di carbonio, un'estrema pulizia di tutti i materiali, particolari sistemi di pompaggio e infine un buon « condizionamento » delle pareti della camera da effettuarsi mediante i fasci stessi prima di iniziarne l'accumulazione. Recentemente si è avuta una ulteriore conferma di questi risultati, da un esperimento condotto a Cambridge su una sezione speciale del sincrotrone da 3 GeV [6].

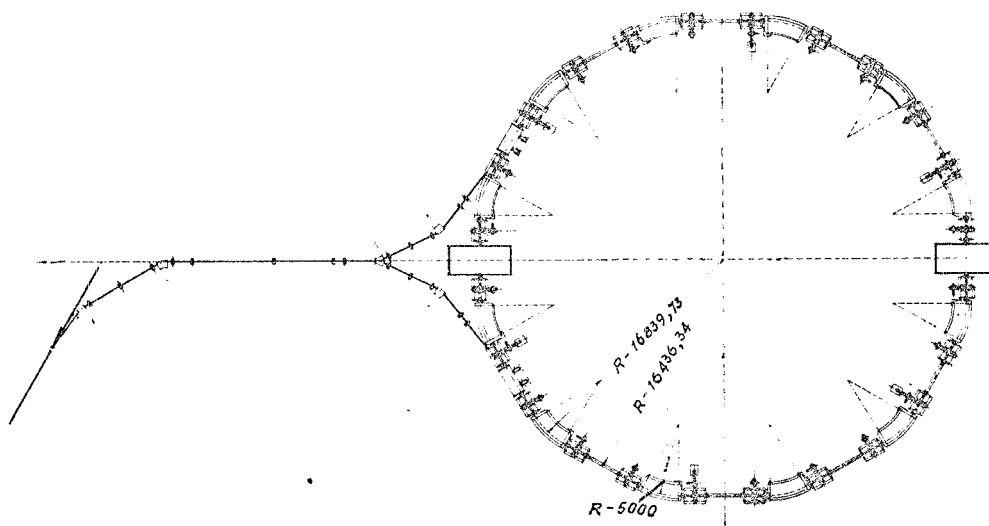


Fig. 1 - Schema dell'anello di accumulazione ADONE.

Nella Fig. 1 è rappresentato, in modo schematico, l'anello di accumulazione ADONE e una parte del canale ottico di trasporto degli elettroni e positroni dell'acceleratore lineare che funge da iniettore. Gli elettroni e i positroni successivamente vengono iniettati nella macchina in punti diversi mediante deflettori elettrostatici e questa è la ragione per cui il canale ottico presenta una biforcazione. Come si può vedere, la macchina ha una struttura periodica e si compone praticamente di tratti dritti liberi, di doppietti di quadrupoli e magneti curvanti. La camera da vuoto è composta

di tubi diversi ed è divisa analogamente in sezioni dritte libere, sezioni dritte quadrupolari e sezioni curve accoppiate tra loro con flange. La Fig. 2 rappresenta un disegno di progetto delle diverse sezioni mentre nella Fig. 3 si può notare il pezzo relativo alla sezione quadrupolare già montato e una grossa appendice che va al relativo gruppo di pompaggio. Infatti, come si vede nella Fig. 1, ogni doppietto quadrupolare presenta un gruppo di pompaggio. L'impianto di vuoto è composto da 24 pompe al titanio da 500 l/s. (una per ciascun doppietto quadrupolare) più ancora 4 pompe identiche, 2 per ciascun contenitore dei deflettori.

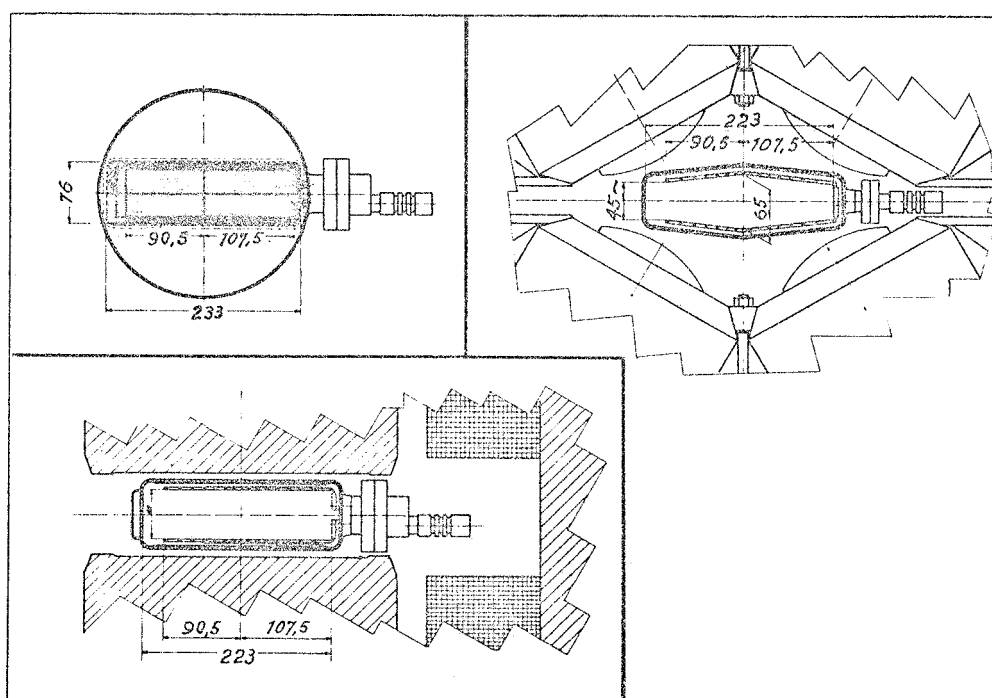


Fig. 2 - Disegni di progetto di alcune sezioni.

Il sistema di prevuoto è realizzato mediante 6 pompe turbomolecolari da 140 l/s e da 24 pompe ad assorbimento distribuite simmetricamente sull'anello circolare. Senza entrare nel dettaglio del progetto e della successiva realizzazione, ci limiteremo a dire che la camera da vuoto è una grossa ciambella di 7 m³ di volume, di 3,5 mm di spessore e 150 m² di superficie, distribuita lungo una circonferenza il cui raggio medio è di oltre 17 m.

Ciascun pezzo è stato sottoposto ad una serie di trattamenti prima di essere montato definitivamente sulla macchina. Sgrassaggio con trielina per immersione o a spruzzo,

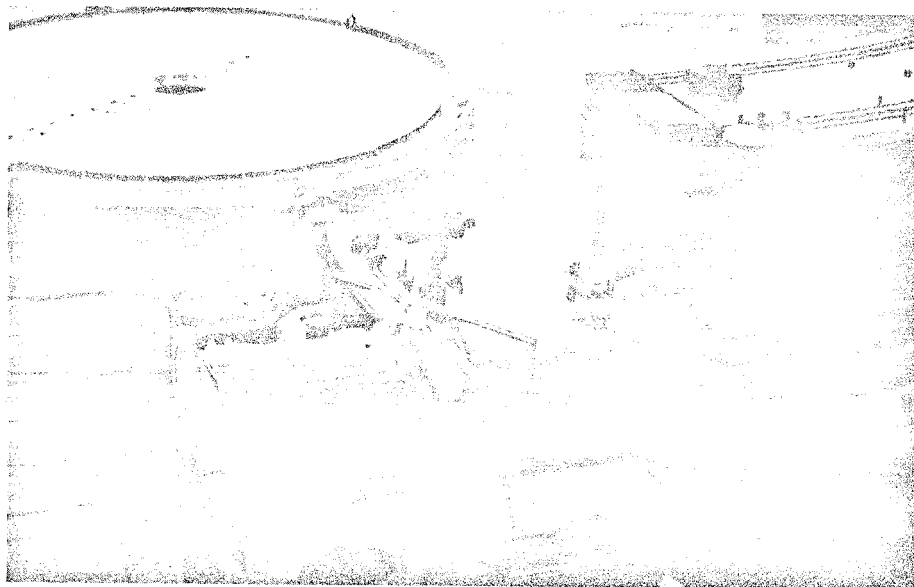


Fig. 3 - Sezione quadrupolare in fase di montaggio.

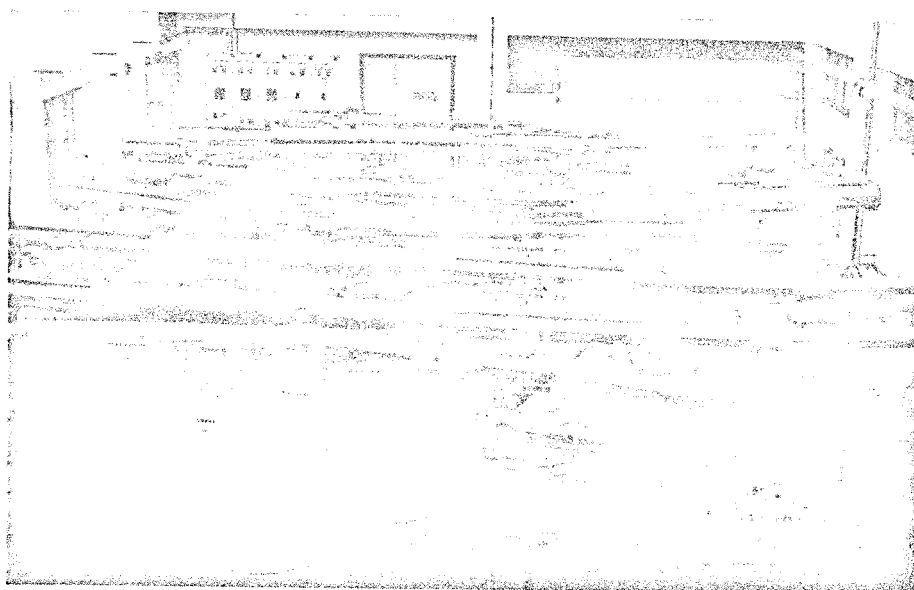


Fig. 4 - Operazioni preliminari sulle sezioni premontate.

pulitura catodica con soluzioni alcaline (commerciali) prive di cianuro, neutralizzazione e passivazione con acido nitrico diluito e finalmente lavaggio a caldo con acqua distillata. Degassamento con pompe turbomolecolari per 24 ore a temperature com-

prese tra 350° e 400°. Accoppiamenti di più pezzi (Fig. 4) (in genere 3, corrispondenti a ventiquattresimi di macchina), degassamento a 200-250° con pompe ad assorbimento e ricerca di fughe con spettrometro di massa, successivo degassamento ancora a 200-250 °C per 48 ore mediante pompe al titanio.

Durante la fase della ricerca di fughe la perdita ammessa era di $(1 \div 2) \cdot 10^{-10}$ torr \cdot l/s.

Una volta collaudati i ventiquattresimi di camera ad una pressione limite di $(1 \div 2) \cdot 10^{-10}$ torr, ciascun pezzo è stato smontato e attrezzato con resistenze elettriche a pannelli o a fili a seconda dei diversi pezzi e coibentato in modo definitivo. Trasportati i pezzi singolarmente dal laboratorio alla sala Adone, si è potuto procedere all'assemblaggio e al montaggio dell'intero impianto. La Fig. 5 mostra circa 1/3 di macchina mentre appunto si procede all'assemblaggio della camera da vuoto.



Fig. 5 - Assemblaggio definitivo della camera a vuoto.

Attualmente l'intera camera si trova ad una pressione di $(2 \div 3) \cdot 10^{-9}$ torr. Ancora non è stato effettuato un degassamento in loco ma ci si aspetta di abbassare la pressione di almeno un fattore 10 allorchè, esaurite le prove di ricerca dei fasci, si potrà procedere al degassamento, previsto ad una temperatura di 150-200 °C per circa 48 ore.

Per concludere la breve panoramica su questo grosso impianto di ultravacuo è utile accennare a qualcuno dei tanti problemi tecnologici che sono stati affrontati

e risolti durante la realizzazione. Per esempio la costruzione di grossi soffiotti lamellari, la costruzione di valvole dopo la fase di degassamento, saldature ceramica-metallo, realizzazione mediante saldatura di finestre sottili fino a $30 - 40 \mu$ di acciaio, e infine tutto ciò che riguarda movimenti sotto vuoto ultraspinto di monitor speciali, di bersagli metallici e anche oggetti di notevoli dimensioni e peso come per esempio le strutture interne del deflettore elettrostatico.

L'Autore desidera ringraziare il prof. G. Corazza ed il dr. V. Chimenti con i quali ha progettato e realizzato questo impegnativo impianto di ultravacuo.

Riassunto. — *In questa comunicazione viene descritto brevemente il sistema di vuoto di Adone: un grosso anello di accumulazione che sta per entrare in funzione nei Laboratori Nazionali di Frascati.*

La pressione di lavoro nella camera da vuoto alla massima intensità dei fasci di elettroni e positroni deve essere inferiore a 10^{-9} torr. Viene considerato in dettaglio il problema del desorbimento di gas dovuto alla radiazione di sincrotrone associato ai fasci circolanti.

Presentato al *I Congresso Italiano del Vuoto*, Milano, 24-25 novembre 1967.

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. AMMAN et al., ADONE: un anello di accumulazione per elettroni e positroni da 1,5 GeV, *Notiziario CNEN*, **10** (marzo 1964) 43
F. AMMAN et al., The Frascati 1.5 GeV electron-positron storage ring, *V Int. Conf. on High Energy Accelerators*, Frascati 1965. 703
- [2] G. E. FISHER, R. A. MACK, Vacuum Design Problems of High-current Electron Storage Rings, *CEA (Cambridge Electron Accelerator)*, October 23 (1964)
- [3] G. E. FISCHER, R. A. MACK, On Synchrotron Radiation produced Photoelectrons from Copper, *CEA*, February 28 (1965)
- [4] M. BERNARDINI, L. MALTER, Vacuum problems of electrons storage rings, *LNF-64/19* (May 1964) e *The Journal of Vacuum Science and Technology*, **2**, 3 (1965)
- [5] M. BERNARDINI, Gas desorption by synchrotron radiation in storage rings, 1965 *Trans. 3rd Int. Vacuum Congr. Stuttgart*, Pergamon Press 1967, II, 481
- [6] A. HOFMAN et al., Observations on the effects of stored beams on pressure, *CEA, comunicazione privata*