

9. S. PALADINO. — Polmone artificiale di acciaio per animali da esperimento.

Riassunto. — L'A. illustra il nuovo apparecchio per la respirazione artificiale degli animali da laboratorio, dandone le caratteristiche costruttive.

Résumé. — L'A. décrit un nouvel appareil pour la respiration artificielle des animaux de laboratoire, et en donne les caractéristiques de construction.

Summary. — The A. illustrates a new apparatus for artificial respiration of laboratory animals, giving particulars of its construction.

Zusammenfassung. — Der Verfasser erläutert einen Apparat, der zur künstlichen Atmung der Laboratoriumstiere dient, indem er die Kennzeichen des Baues angibt.

E' noto il meccanismo di funzionamento del polmone di acciaio adoperato per l'uomo, nei casi in cui la funzione respiratoria per cause determinate, momentanee o permanenti, viene ad essere alterata o a cessare. Detto apparecchio realizza meccanicamente una respirazione artificiale con caratteristiche simili a quella fisiologica, per cui il paziente è messo in condizioni di potere essere sottoposto alle cure necessarie per la neutralizzazione delle cause che hanno provocato lo squilibrio o il blocco della sua funzione respiratoria.

Sul medesimo principio di quello usato per l'uomo è stato da me progettato un tipo di polmone di acciaio da adoperarsi per gli animali da laboratorio.

Il problema da risolvere impostato dal prof. Bovet, Capo del Laboratorio di Chimica terapeutica, consisteva nel realizzare un polmone artificiale che avesse le seguenti caratteristiche:

1) Possibilità di effettuare sull'animale in esame i normali controlli di laboratorio durante la respirazione artificiale.

2) Riscaldamento della cabina in modo da mantenere in essa costantemente una temperatura regolabile fra la temperatura ambiente e 37°.

3) Larga escursione del valore della depressione di «ventosamento» in modo da adattarla alle varie esigenze richieste dall'esperimento da effettuare.

4) Variazione del ritmo della respirazione il più rapido possibile con intervallo regolabile da 19 a 35 pulsazioni al minuto.

5) Sistemi di controllo, sicurezza e possibilità di funzionamento in ogni evenienza.

6) Possibilità di poter ottenere, oltre al « ventosamento », un effetto di compressione sul torace dell'animale o alternativamente tutte e due.

Edotto da precedenti esperienze sulla costruzione di apparecchi similari, anche per questo tipo speciale (fig. 1, tab. I), sono state mantenute separate e distinte la parte destinata a ricevere l'animale da sottoporre alla respirazione controllata e quella motrice destinata a produrre nella prima ritmicamente le depressioni e le pressioni volute (¹).

La cabina, interamente metallica, è di forma prismatica a base rettangolare con le due facce verticali minori asportabili. Dovendo ottenersi un ambiente termostatico, per diminuire la trasmissione termica è stata realizzata la doppia parete con intercapedine di cm 2 riempita di sughero spanso.

Sulle due facce laterali maggiori si aprono due larghe finestre rettangolari munite di doppi vetri permettenti la visione completa dell'animale e il suo controllo respiratorio. Sul fondo interno della cabina sono due guide sulle quali scorre un carrello porta-animale, sostenute da apposita armatura metallica, solidale ad una delle facce minori della cabina stessa.

La tenuta pneumatica tra la cabina e i due coperchi asportabili è ottenuta con l'adozione di guarnizioni tubolari di gomma fissate in apposite sedi proprie.

Sulla faccia minore che porta il carrello porta-animale sono i dispositivi per la tenuta pneumatica tra il collo dell'animale e la cabina e un poggia-testa regolabile. La tenuta pneumatica è ottenuta con una guarnizione di gomma piuma, munita di un foro centrale attraverso il quale passa la testa dell'animale. Detta guarnizione viene resa solidale al coperchio mediante piastra imbullonata (tab. I).

Il riscaldamento in un primo esemplare fu realizzato mediante cuscino termostatico; i risultati ottenuti non furono soddisfacenti a causa delle perdite liquide dell'animale sotto controllo che, bagnando il cuscino, provocano il corto circuito delle resistenze riscaldatrici e passaggi dannosi di corrente per tutto l'apparecchio.

In un secondo esemplare il riscaldamento è stato realizzato per mezzo di due elementi tubolari riscaldatori da 500 Watts, alimentati con tensione di 30 Volts, fissati sul fondo della cabina.

L'aria, messa in movimento a conseguenza della fase di depressione e compressione del pulsatore lambisce i riscaldatori, distribuendosi poi, riscaldata, uniformemente nell'ambiente. Il riscaldamento è comandato dal pulsatore e regolato, dall'esterno della cabina, per mezzo di apposito termo-regolatore. Con tale sistemazione si è potuto ottenere una tempe-

(¹) L'apparecchio è protetto da brevetto di privativa industriale n. 339 R 32 intestato: Fondazione Emanuele Paternò - Ing. S. Paladino - Roma.

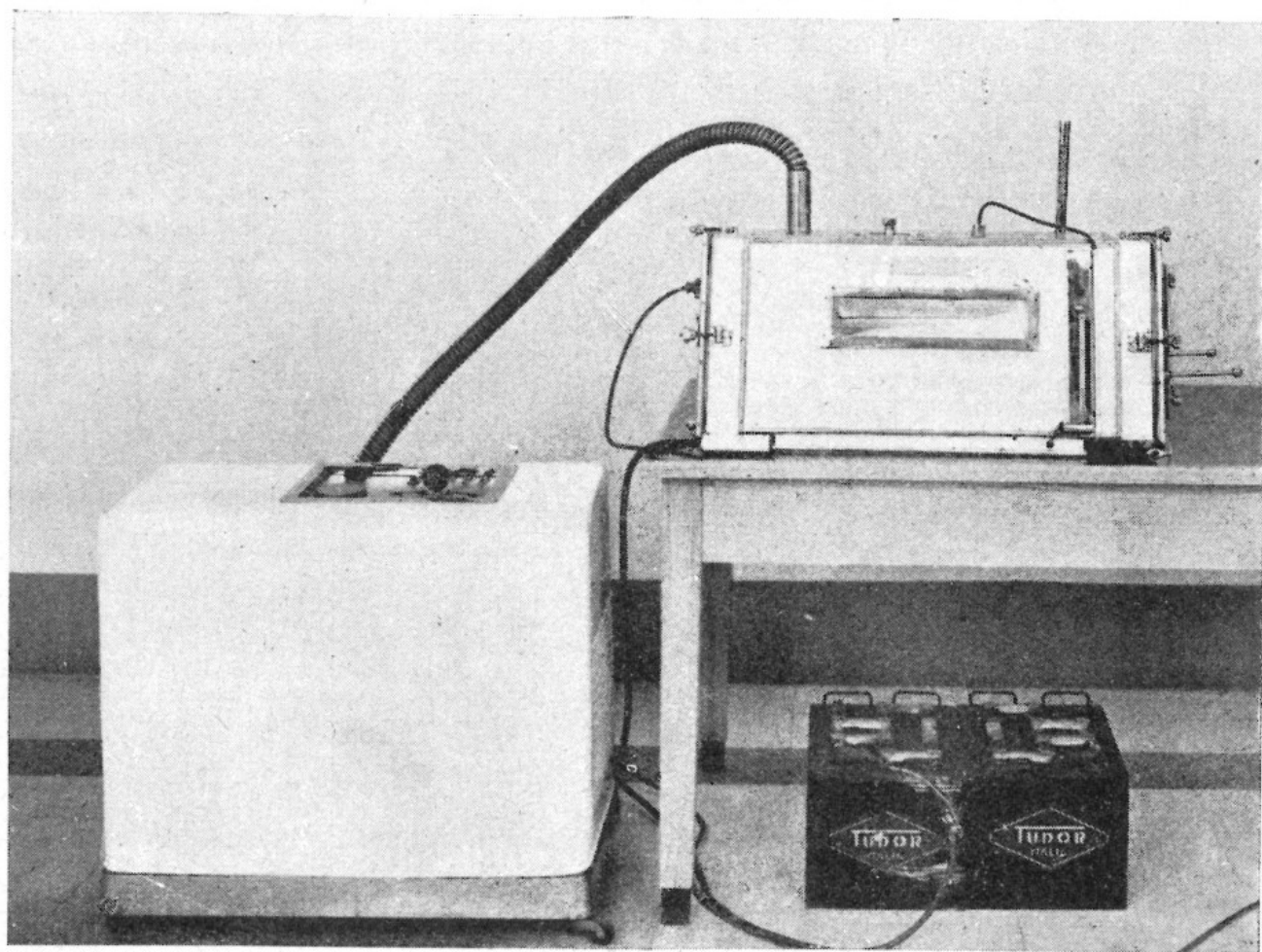


FIG. 1. - Veduta d'insieme del polmone artificiale.

ratura costante regolabile in un intervallo dato dalla temperatura ambiente fino a 37°. Un termostato permette il controllo della temperatura e ad esso può essere sostituito il bulbo di un termo-registratore, qualora ciò fosse ritenuto necessario.

Una lampada elettrica da 15 Watts alimentata anch'essa con tensione di 40 Volts illumina l'interno della cabina permettendo la completa visione dell'animale in esame.

Sul cielo della cabina è sistemata una valvola a stella che consente la regolazione del valore della depressione e pressione nell'interno, valore che viene letto su un manometro misto ad acqua e mercurio, fissato su una parete esterna (tab. I).

Sull'altra faccia minore, opposta a quella di introduzione del carrello porta-animale, anch'essa asportabile per permettere una buona pulizia dell'interno e fissata ad essa con medesimo sistema di viti gallettate adoperate per la prima, sono sistemate le prese elettriche passanti per l'uso, durante il funzionamento, dell'elettrocardiografo e degli strumenti usati in laboratorio ed una boccia passante per la misura della pressione arteriosa derivata dalle femorali dell'animale in controllo.

La seconda parte dell'apparecchio il dispositivo meccanico di pulsazione (fig. 2, tab. II) è costituita da una base di fusione in alluminio portante una incastellatura che sorregge due mantici, riuniti in parallelo mediante due traverse di accoppiamento, che generano con il loro moto, le serie ritmiche di pressione e depressione necessarie al funzionamento del polmone artificiale. La traversa superiore è fissa all'incastellatura mentre la mobile, munita di due slitte è dotata di moto verticale alternativo, generato dal suo accoppiamento con una biella, munita di manovella solidale con l'asse motore uscente dalla scatola di cambio e riduzione di velocità. Il cambio di velocità ad ingranaggi a bagno d'olio definisce in ampiezza e frequenza il valore della pulsazione dei mantici e quindi delle varie azioni di pressione da essi prodotte nella cabina con la quale sono in comunicazione per mezzo di un tubo di resina sintetica del diametro interno di mm. 25 (fig. 2).

Il cambio progettato in modo da potere dare 4 velocità di pulsazione ai mantici e precisamente: 19 - 25 - 30 - 35 - al minuto, viene fatto funzionare istantaneamente per mezzo del movimento di una leva, riportata per comodità di manovra, sul pannello generale di comando e di controllo installato sulla parte superiore del pulsatore (tab. III e IV). Un contapulsazione, a lettura diretta fissato anch'esso sul pannello di comando dà, durante il funzionamento, continuamente la frequenza di pulsazione adoperata.

La scatola di cambio e del riduttore è accoppiata mediante due giunti di accoppiamento unidirezionali (tab. II e IV), a due motori funzionanti uno

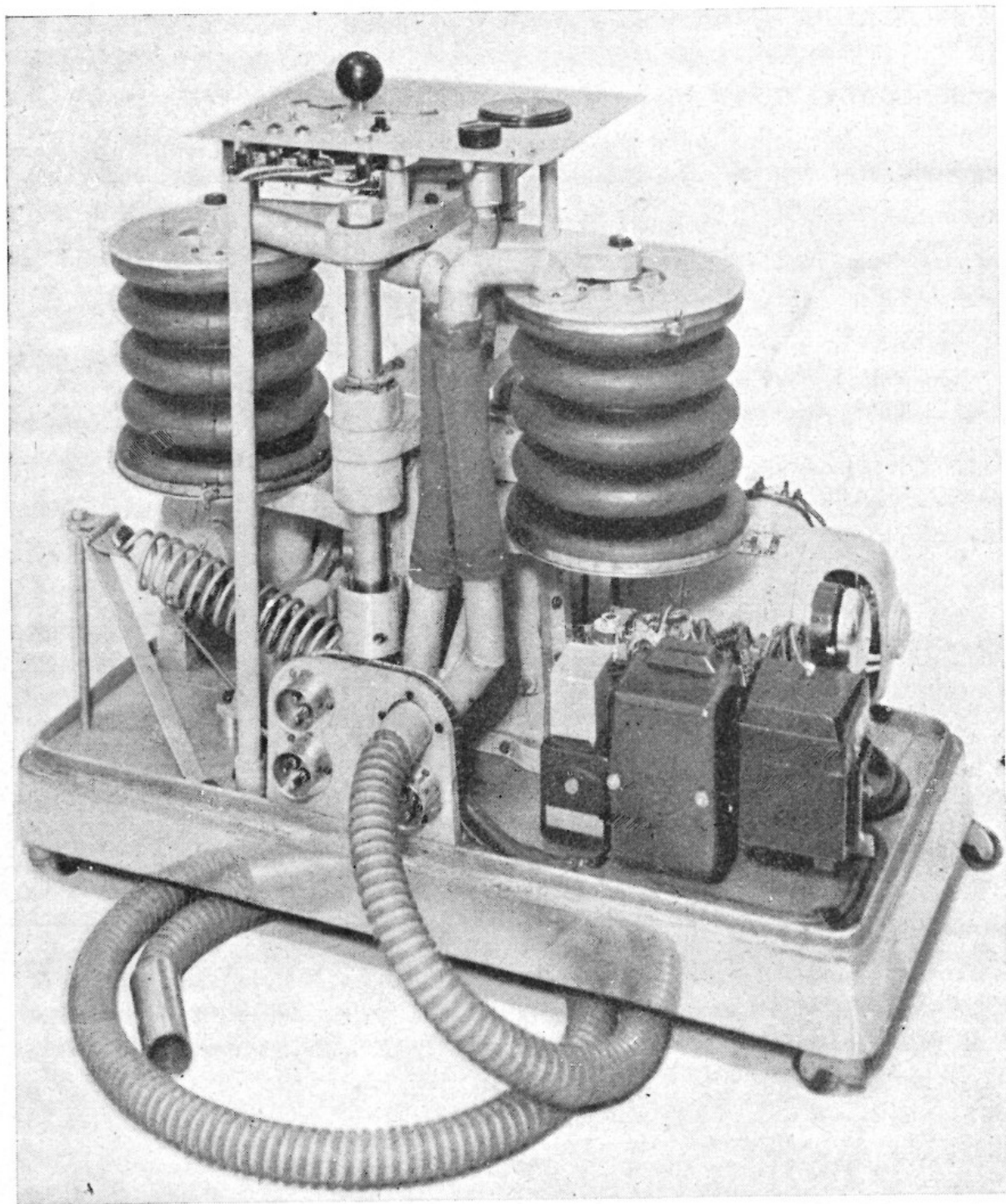


FIG. 2. - Veduta del dispositivo meccanico di pulsazione; sono visibili i mantici, il pannello di comando ed il tubo di raccordo con la cabina.

a corrente alternata di linea trifase da 220 Volts e l'altro a corrente continua a bassa tensione fornita da un accumulatore a 12 Volts. Il funzionamento normale del pulsatore è quello in alternata ma un dispositivo elettromagnetico, al momento della eventuale mancanza di corrente di alimentazione, provoca istantaneamente l'entrata in funzione del motore a corrente continua il quale, includendosi, mantiene all'apparecchio le medesime caratteristiche di funzionamento, che esso aveva in alternata.

L'inclusione del funzionamento di emergenza si ottiene anche nel caso che una delle tre fasi di alimentazione del motore in alternata, per una causa qualunque, dovesse venire a mancare; tale disposizione quindi viene a funzionare anche da salvamotore per il motore in alternata. Al ritorno della corrente di linea il complesso riprende a funzionare, automaticamente, con il motore in alternata, escludendo nello stesso tempo, quello in continua.

Per diminuire le forze di trascinamento e rendere indipendenti l'uno dall'altro i due motori essi sono collegati all'asse principale della scatola di cambio e di riduzione con due giunti muniti di ruota libera che impediscono la rotazione per trascinamento del motore non in tensione (fig. 3).

Per mantenere costante la velocità del motore alimentato con corrente continua, che soggetto a sforzi non costanti a causa del particolare funzionamento del complesso meccanico, tenderebbe a variare continuamente la propria velocità di rotazione provocando irregolarità di funzionamento al meccanismo di pulsazione, si è innestato sul campo di eccitazione di esso una resistenza che viene inclusa automaticamente da un regolatore centrifugo, abbassandone l'eccitazione allorchè il motore tende ad aumentare il numero di giri. Con una batteria a 12 Volts, 200 Ah, è garantito il funzionamento di emergenza per 10 ore senza riscaldamento della cabina. Durante il funzionamento in alternata un raddrizzatore ad ossido provvede a mantenere in efficienza di carica la batteria di accumulatori.

Uno degli inconvenienti, che hanno fatto preferire odiernamente sistemi diversi dall'azione dolce e progressiva dei mantici è causato dall'enorme logorio degli accoppiamenti meccanici soggetti a continue inversioni di forze, 2 per ogni fase completa, che ne provocano la rapida usura. D'altra parte il vecchio sistema a mantice presenta agli effetti pratici della respirazione artificiale tali vantaggi che mi hanno spronato a cercare di risolvere il problema della costanza del senso di applicazione dello sforzo sui principali organi meccanici.

Tra i vari sistemi studiati ed esaminati si è data la preferenza, realizzandolo, al seguente che al collaudo ha dato buoni risultati.

Sulla traversa mobile (tab. II) portante i due mantici è fulcrata un'altra biella collegata a sua volta ad una leva oscillante fulcrata su una incastellatura solidale alla base del pulsatore. Sullo snodo formato dal-

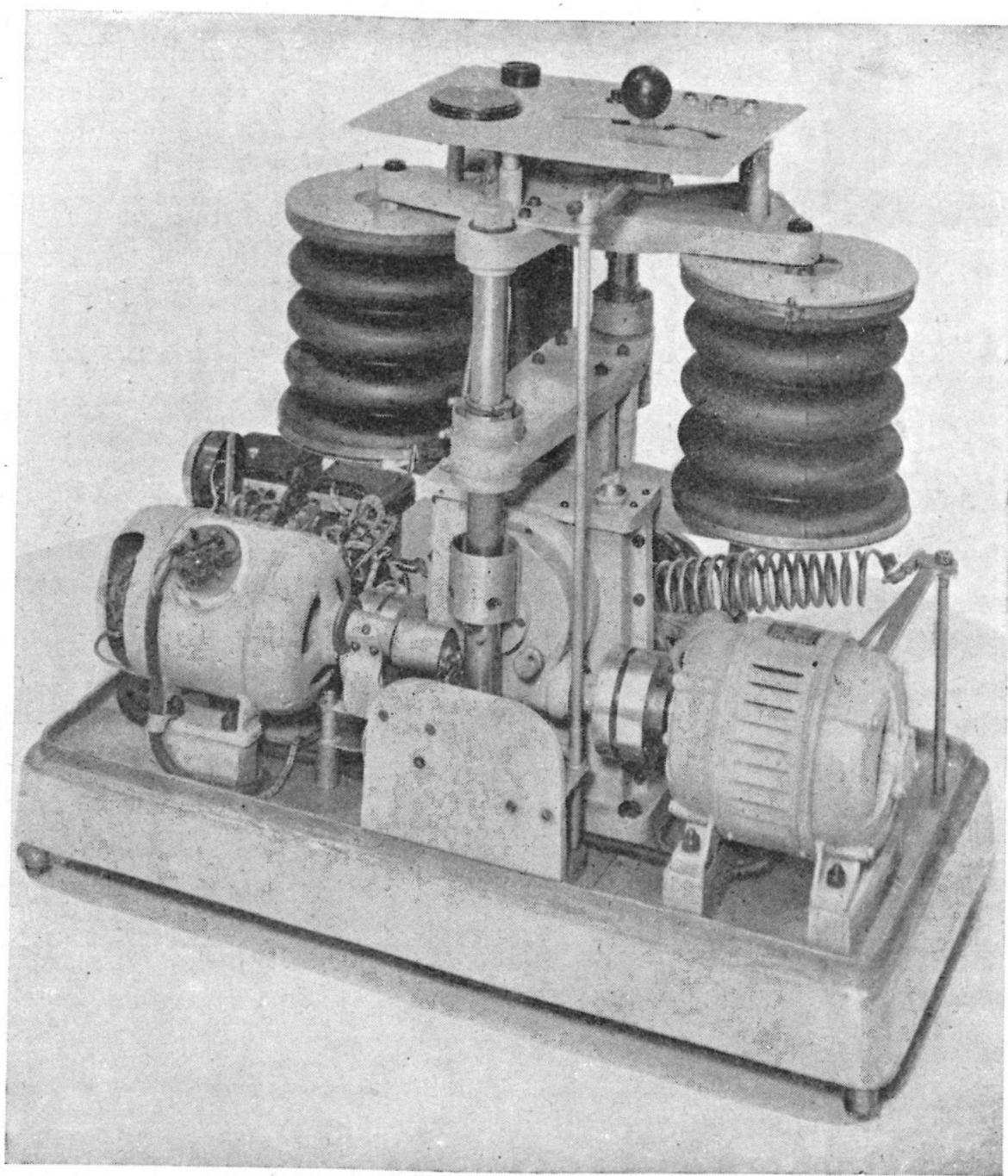
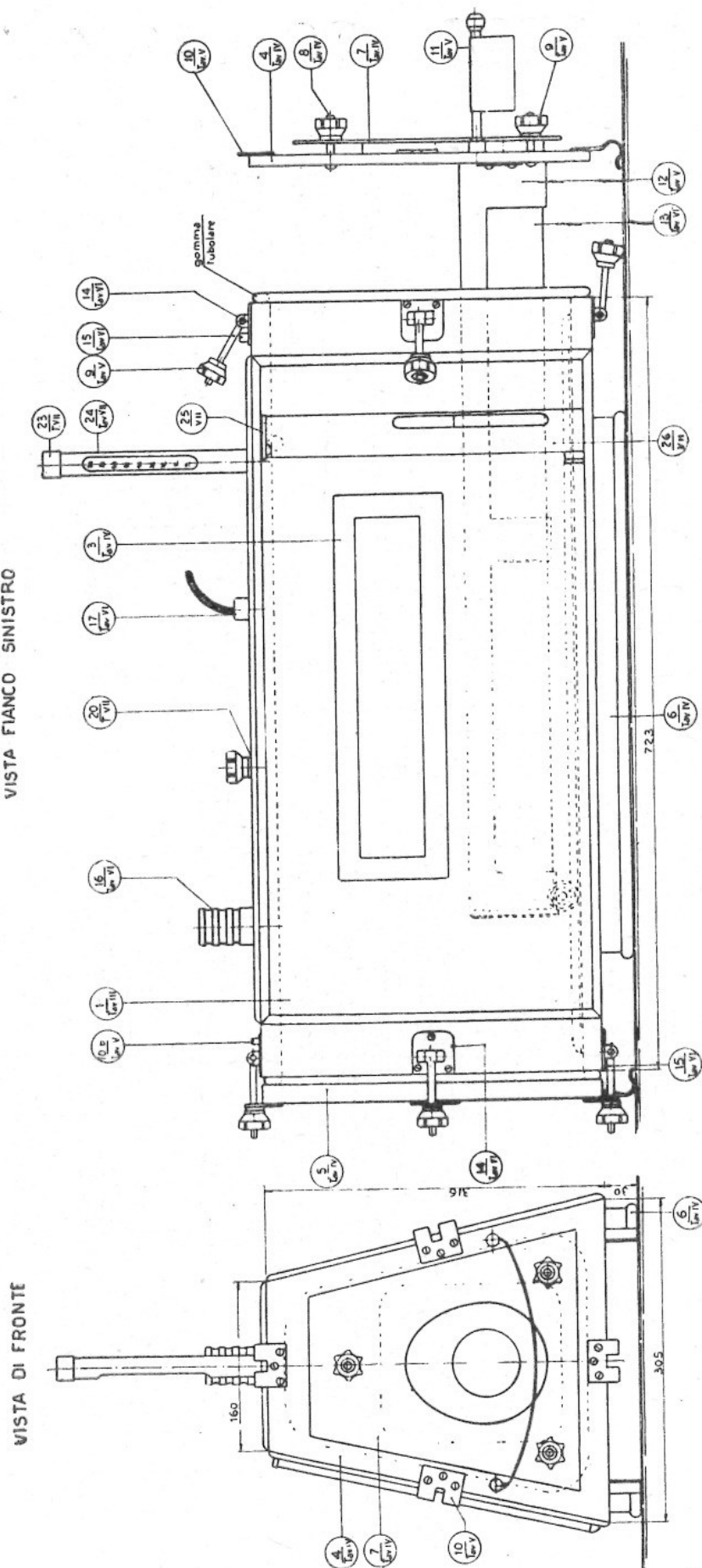
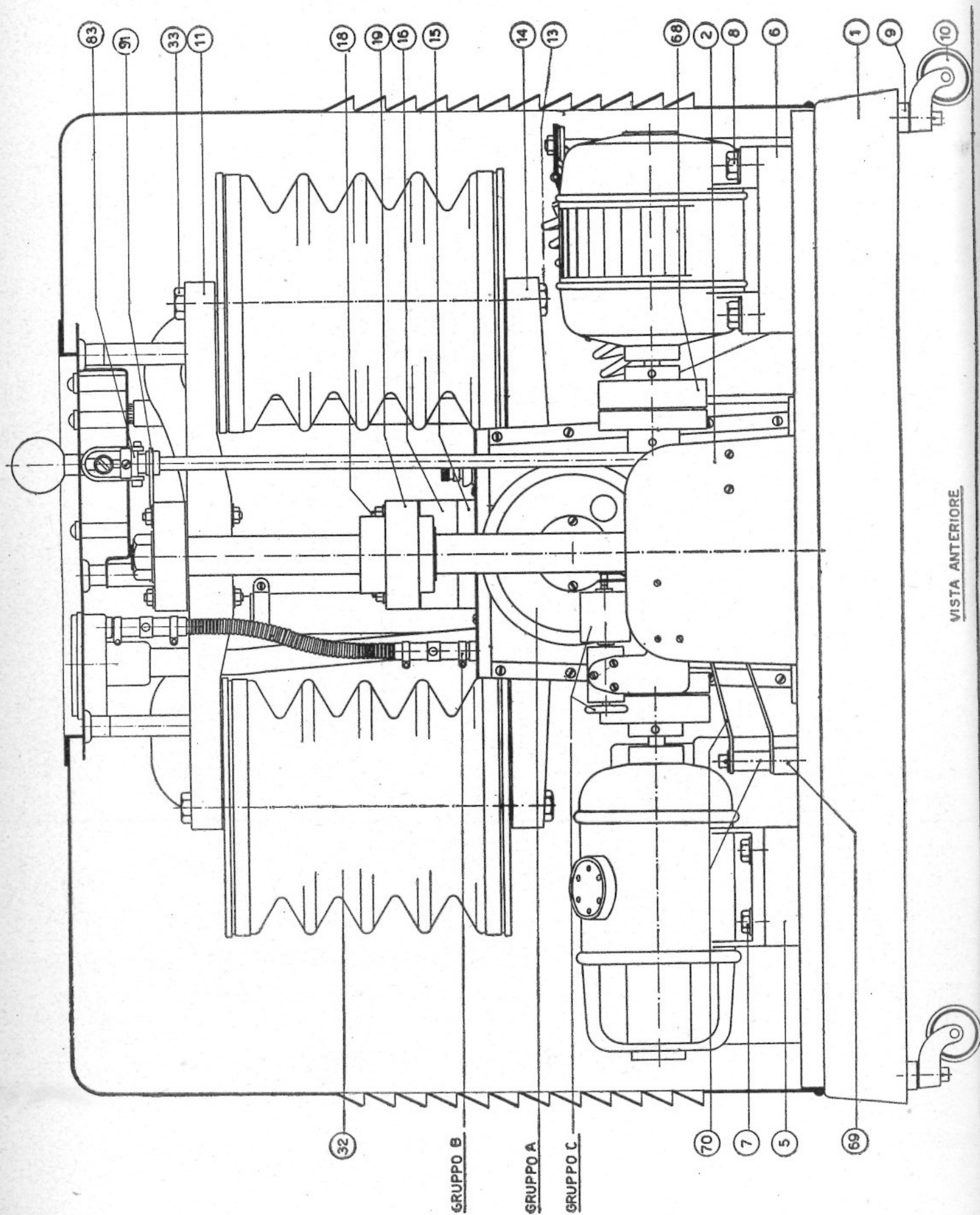


FIG. 3. - Veduta del dispositivo meccanico di pulsazione; sono visibili i due motori in c.a. e c.c., i giunti di accoppiamento, il dispositivo elettrocentrifugo per la regolazione del campo del motore in c.c.

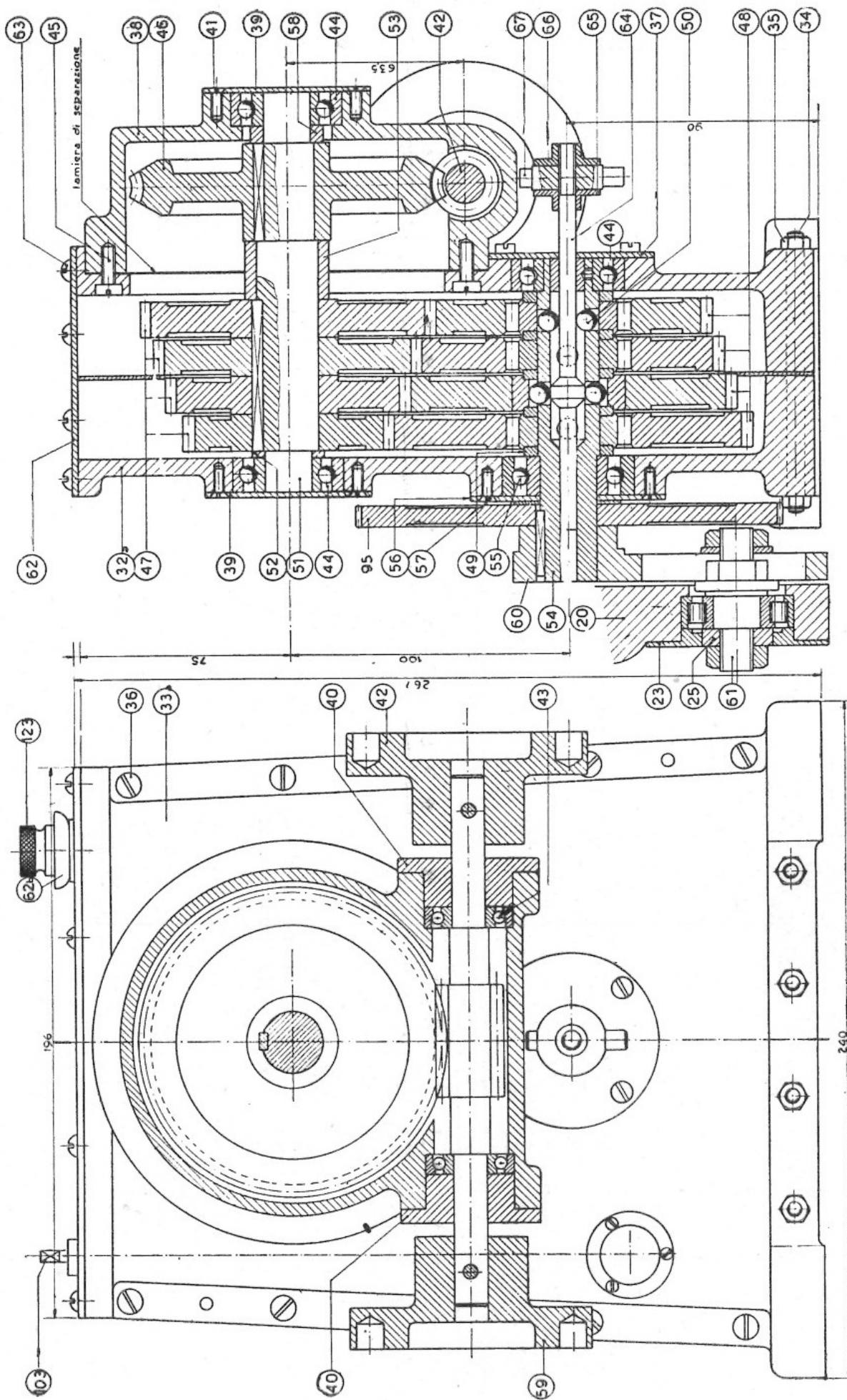
VISTA FIANCO SINISTRO



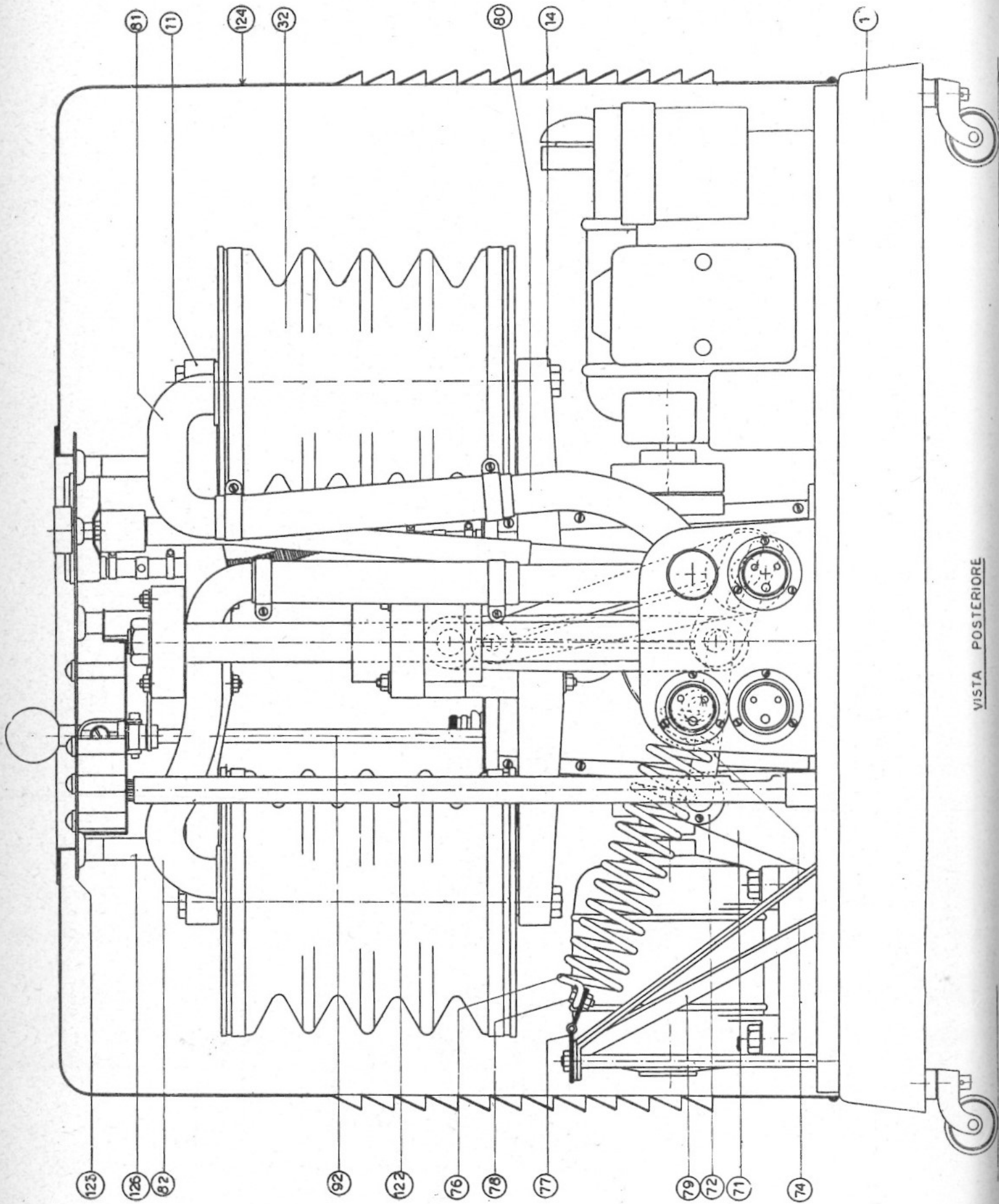
TAV. 1.



GRUPPO A - CAMBIO RIDUTTORE



TAV. 3.



VISTA POSTERIORE

l'accoppiamento dei due organi anzidetti agisce per tensione regolabile, l'estremo di una molla di cui l'altro estremo è fissato all'incastellatura dianzi accennata. Regolando opportunamente ad un valore medio la tensione della molla, in funzione degli sforzi relativi alle quattro velocità di pulsazione, essa genera sulla biella motrice una forza, che vincendo quella di reazione, generata per l'inversione di moto dei mantici, mantiene costantemente sollevata la slitta, sottoponendo quindi sempre a sforzo positivo la biella motrice.

Con tale sistema gli ingranaggi sono sempre in presa cioè sempre sotto tensione e vengono ad eliminarsi gli inconvenienti lamentati. Controllati i vari organi meccanici dell'apparecchiatura, ed in particolari quelli relativi alla scatola di cambio e di riduzione, dopo due mesi di ininterrotto funzionamento, essi hanno presentato all'esame di controllo una normale usura senza presentare alcuna alterazione meccanica.

Il pulsatore è munito di valvole di regolazione della depressione o pressione nella cabina e di un dispositivo che permette di utilizzare singolarmente la sola fase di aspirazione o quella di pressione o ambedue. I valori di pressione o depressione nella cabina sono regolabili da un minimo di ± 5 cm di acqua fino a un massimo di ± 30 cm.

Tutta la parte motrice è protetta da un cofano, che lascia libera nella parte superiore il solo pannello di comando e controllo sul quale sono sistemati i comandi dei dispositivi dianzi illustrati.

Completa l'apparecchiatura un dispositivo elettro-meccanico di allarme, alimentato da batterie di pile a secco, che entra in funzione quando per una causa qualsiasi l'apparecchio non possa più dare le caratteristiche di funzionamento predisposte all'atto della sua messa in moto o quando durante il funzionamento di emergenza in continua, la batteria di alimentazione comincia a scaricarsi.

L'apparecchio, sotto la mia direzione è stato realizzato nell'officina meccanica dell'Istituto.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità. - Laboratorio di Ingegneria Sanitaria
2 dicembre 1948.
