

DCRM 10/AGIP

143/FNU

RAPPORT D'AVANCEMENT SUR LES MESURES
DE K_{∞} DES RESEAUX DU TYPE HTGR AVEC
LA TECHNIQUE DE L'OSCILLATEUR A'
REACTIVITE' NULLE

AGIP NUCLEAIRE

DISCLAIMER

Portions of this document may be illegible in electronic image products. Images are produced from the best available original document.

143/FNU

RAPPORT D'AVANCEMENT SUR LES MESURES
DE K_0 DES RESEAUX DU TYPE HTGR AVEC
LA TECHNIQUE DE L'OSCILLATEUR A'
REACTIVITE' NULLE

Origine e riferimenti

10^e Réunion de physique des réacteurs des Pays
participants au projet "DRAGON"
(Cadarache, le 28-29 Janvier 1971)

Collaboratori**Relatori**

AGIP NUCLEARE S.p.A.
Servizio Fisica Nucleare
Sezione Tecniche Fisiche

Revisore

0) Présentation

Les principes de la mesure du K_{00} pour des reseaux HTGR au moyen de la technique de l'oscillateur à réactivité nulle, ont été déjà exposés à l'occasion de la "9^e Réunion de Physique des Reacteurs des Pays participants au Projet Dragon".

Après avoir résumé brièvement les caractéristiques essentielles de l'expérience, nous exposerons en suite l'état present des travaux.

1) Caractéristiques essentielles de l'expérience -

Donnés ajournés

Dans la fig.1, section horizontale de l'assemblage expérimental, on peut voir, en partant du centre:

- la zone d'essai, avec microparticules (enrobées) de oxide d'uranium enrichi au 4,7%;
- la zone interieure d'adaptation neutronique, formée par deux anneaux concentriques de cellules avec les memès caractéristiques de la zone d'essai, aussi que pour l'empoisonnement;
- la zone extérieure d'adaptation neutronique, formée par un reseau de plates d'uranium enrichi et de graphite.
- la zone nourricière.

Dans la fig.2, section verticale de l'assemblage experimental, on peut voir que au dessus et au dessous des zones intérieures et extérieures d'adaptation neutronique, sont disposés deux reseaux constitués par de la graphite et des tuyaux contenant des microparticules (non enrobées) d'oxide d'uranium enrichie au 20%.

L'element du reseau (voir fig. 3) est rempli avec microparticules (bien melangées pour balancer les éventuelles differences existantes entre les differents lots d'usignage) vibrocompactées. L'homogénéité du remplissage est controlée par "gamma scanning".

Pour adapter énergétiquement le spectre neutronique incident sur la zone d'essai, on varie la distance entre les plaques d'uranium disposées soit dans l'eau soit dans la graphite et, par conséquence, le rapport de modération des reseaux correspondents.

De cette façon on prévoit de pouvoir changer de 10% l'énergie du spectre neutronique.

Pour aplatir axialement le flux neutronique incident sur la zone d'essai, on varie le rapport de modération du reseau avec microparticules enrichies au 20%.

On prévoit de cette façon de pouvoir varier de $\pm 8\%$ l'aplatissement du flux neutronique aux bornes de la zone d'essai.

2) Situation actuelle de l'expérience

2.1 Cartille nucléaire

Les nouvelles plaques du type MTR qui seront employées dans cette mesure ont été livrées; elles sont constituées par un alliage (85% Al, 15% U). L'uranium contenu est enrichi au 80,81%; chaque plaque contient 17 gr. de U^{235} .

Les microparticules enrichies au 4,7% (dont le noyau a été produit par l'AGIP NUCLEARE) ont déjà été enrôlées par Belgo Nucléaire. Les caractéristiques de ces microparticules sont indiquées dans le tableau I.

Les microparticules de UO_2 au 20% (qui seront employées non enrôlées) ont été déjà livrées par le laboratoire de l'AGIP NUCLEARE. Leur caractéristique sont indiquées dans le tableau III.

2.2 Dispositifs expérimentales

La construction des dispositifs expérimentales est déjà terminée, aussi que tous les essais mécaniques.

Nous sommes prêts pour les vérifications officielles.

La fig. 4 est une vue d'en haut du dispositif expérimental. On peut voir une portion du réflecteur supérieur. On ne voit pas ni les éléments combustibles HTGR, ni la zone de mesure.

La fig.5 fait voir de côté l'assemblage du dispositif expérimental. Il y a les réflecteurs en graphite, les plaques MIR en graphite, le réseau HTGR. A côté on peut voir l'élément oscillant avec son dispositif de suspension.

La fig.6 fait voir la partie supérieure du dispositif expérimental avec l'élément oscillant en place.

Dans la fig. 7 sont en place les barres de sécurité cylindriques.

Dans la fig. 8 on peut voir les mécanismes des barres de sécurité cylindriques, fixés sur le couvercle du dispositif expérimental.

La fig.9 fait voir le caisson du dispositif expérimental avec les mécanismes des barres de sécurité cylindriques.

Les figg. 10 et 11 montrent l'oscillateur mécanique construit dans nos laboratoires. Avec ce dispositif on peut réaliser une reproductibilité dans le positionnement meilleure que $\pm 0,5$ mm.

2.3 Choix du poison pour le poison à l'état.

L'utilisation du Binal, pour le poison pour l'éléme-
ntaire, avait donné quel que résultats pour la
géométrie et la homogénéité de la dispersion
du C dans la matrice de Al.

Puisque de l'examen microscopique effectuée sur des
sections des échantillons de Binal il était résulté
que la dispersion des grains était telle que cela es-
tait des erreurs de quelques pour cent sur la efficien-
té du poison, dues au facteur de auto section de la grain,
on a dit, d'abord, essayé de faire les mesures soit avec
du Binal soit avec du Curve.

Mais sur l'examen du Curve contre poison il y avait
perplexités dues à la incertitude avec laquelle sa-
tion efficace l'absorption est connue et à la pré-
sence de la résonance principale dans la zone épi-
thermique.

Cette résonance prends un certain poids soit car
pour l'expérience on demandé des épaisseurs de 0,5 cm,
soit car le spectre dans lequel ce détecteur est
employé, est très dur.

Près d'autres laboratoires sont en cours des mesures
experimentales de la section efficace d'absorption
du Binal; on pense d'obtenir ces résultats avec une
erreur de 2 ; dans ce cas tous les problèmes seraient
pour nous résolus.

2.4 Calculs préliminaires

Les calculs préliminaires sont déjà terminés. Dans le tableau II nous donnons les valeurs de la densité et le rapport de moderation du réseau en étude, les constants asymptotiques du réseau même, obtenues avec un calcul à trois groupes fait avec les codes GAM-2 et THERMOS.

Dans ces calculs on a introduit un facteur de remplissage du 57%, ce valeur a été évalué expérimentalement dans les laboratoires de la société Belgo Nucléaire un element simulé de combustible toroidale ayant dimensions radiales égales à celles des elements qui seront employés par nous dans l'expérience ($\varnothing_{int} = 29$ mm; $\varnothing_{est} = 42$ mm).

3) Programme actuel des travaux

Nous avons eu des remarquables retards soit dans la livraison de quelques matériaux soit dans la concession des autorisations pour le transport des matériaux fissiles et pour exercer le réacteur modifié.

L'expérience sera faite si possible avec le programme suivant; son début est fonction de la date des accomplissements bureaucratiques.

A) Essais nucléaires préliminaires comprenant l'expérience critique préliminaire et les mesures de réactivité des systèmes de contrôle et des coefficients de température et de vide dans la zone nourricière. L'expérience critique, sera effectuée avec le chargement des éléments du réseau qui seront employés dans les mesures (la zone centrale ne sera pas empoisonnée).

B) Empoisonnement des zones centrale et tampon, comme prévu par le calcul, et ensuite recherche, avec les nécessaires modifications, des conditions spectrales et spatiales demandées par l'expérience.

C) Mesures PCTR.

Par conséquence, il est prévu que les mesures du coefficient de température et les mesures de comparaison avec les travaux similaires faites près les laboratoires C.E.A., auront aussi des retards.

LISTE DES TABLEAUX

- Tab. I - Caractéristiques des particules employées dans le réseau d'essai.
- Tab. II - Constantes asymptotiques de l'élément du réseau.
- Tab. III - Caractéristiques des particules nues employées dans les zones d'aplatissement.

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 - Section horizontale du noyau du reacteur.
- Fig. 2 - Section verticale du noyau du reacteur.
- Fig. 3 - Element du reseau étudié.
- Fig. 4 - Vue du dispositif expérimental.
- Fig. 5 - Assemblage du dispositif expérimental: vue de coté.
- Fig. 6 - Partie supérieure du dispositif experimental avec l'élément oscillant en place.
- Fig. 7 - Partie supérieur du dispositif expérimental avec les barres de securité cylindriques en place.
- Fig. 8 - Mécanismes des barres de securité cylindriques.
- Fig. 9 - Caisson du dispositif expérimental avec les mecanismes des barres de securité.
- Fig. 10 - Oscillateur mécanique, vue d'en haut.
- Fig. 11 - Oscillateur mécanique, vue de coté.

CARACTERISTIQUES DES PARTICULES EMPLOYEES DANS LE RESEAU D'ESSAI

Caractéristiques du noyau:

Diamètre du noyau = 760 μm .

Densité du noyau = 10.82 gr/cm^3 .

Rapport stoechiométrique O/U 2.005

Enrichissement isotopique de U^{235} = 4.7%.

Composition isotopique de l'uranium:

U^{234} = 0.020%; U^{235} = 4.70%; U^{236} = 0.034%; U^{238} = 95.2%.

Caractéristiques des particules enrobées:

Diamètre = 1074 μm .

Densité (avec picnometrie à Hg) = 4.97 gr/cm^3 .

Contenu de U = 65.5% en poids.

Épaisseur total de l'enrobage = 158 μm subdivisé de la façon suivante:

- 30 μm de PyC a basse densité ($\rho = 1.1 \text{ gr}/\text{cm}^3$)
- 30 μm de PyC de transition ($\rho = 1.5 \text{ gr}/\text{cm}^3$)
- 30 μm de PyC à haute densité ($\rho = 1.75 \text{ gr}/\text{cm}^3$)
- 35 μm de SiC ($\rho = 3.15 \text{ gr}/\text{cm}^3$)
- 33 μm de PyC à haute densité ($\rho = 1.75 \text{ gr}/\text{cm}^3$)

Tableau I (suite)

Caractéristiques des particules avec enrobage supplémentaire:

Diamètre moyen = 1.355 $\mu\text{m} \pm 10$

Contenu moyen de U = 51.6%

Densité = 3.00 gr/cm^3

Densité dans la couronne circulaire de 29+42 mm = 1.73 gr/cm^3

H.M.L. prévu = 0.892 gr/cm^3

Impuretés en p.p.m.: Si 3.0; Al 1.42; Ti 0.25; Fe 0.2

Cu 210; V 260; Ca 75; Mo 75; Cr 25;

Zr 130.

- Ne sont pas décelables Cd, B, Hf, Co, Terre rares.

TABLEAU II

CONSTANTES ASYMPTOTIQUES DE L'ELEMENT DU RESEAU

$$H.M.L. = 0.813 \text{ gr/cm}^3$$

$$N_C/N_U = 330$$

$$\phi_V/\phi_T \approx 2.0$$

$$K_{oo} \approx 1.405$$

TABLEAU III

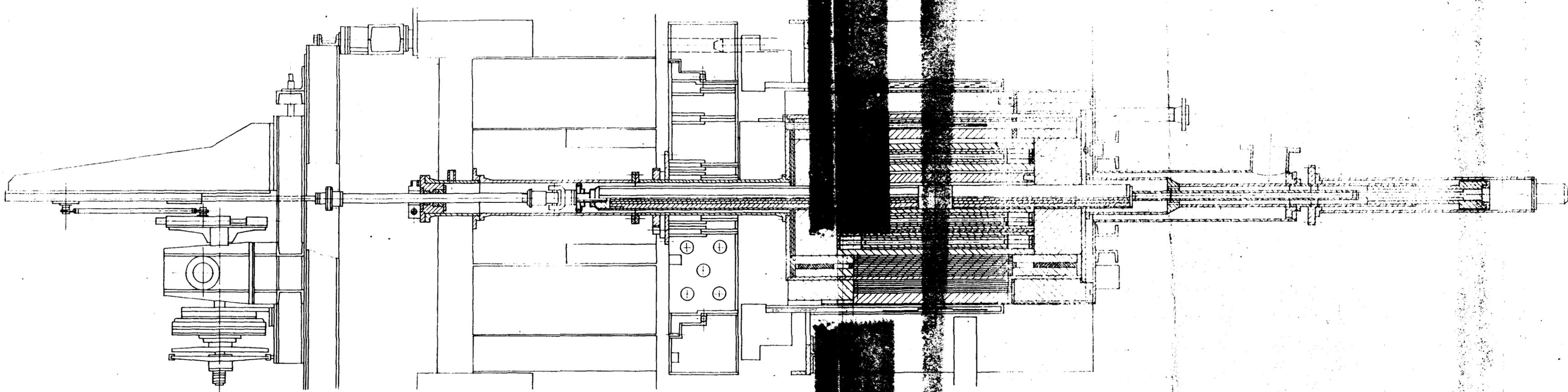
CARACTERISTIQUES DES PARTICULES NUES EMPLOYEES DANS
LES ZONES D'APLATISSEMENT

$$\phi_{\text{particule}} = 500 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{Enrichissement en poids de } U^{235} = 20\%$$

$$\text{Rapport stoechiométrique O/U} \leq 2.005$$

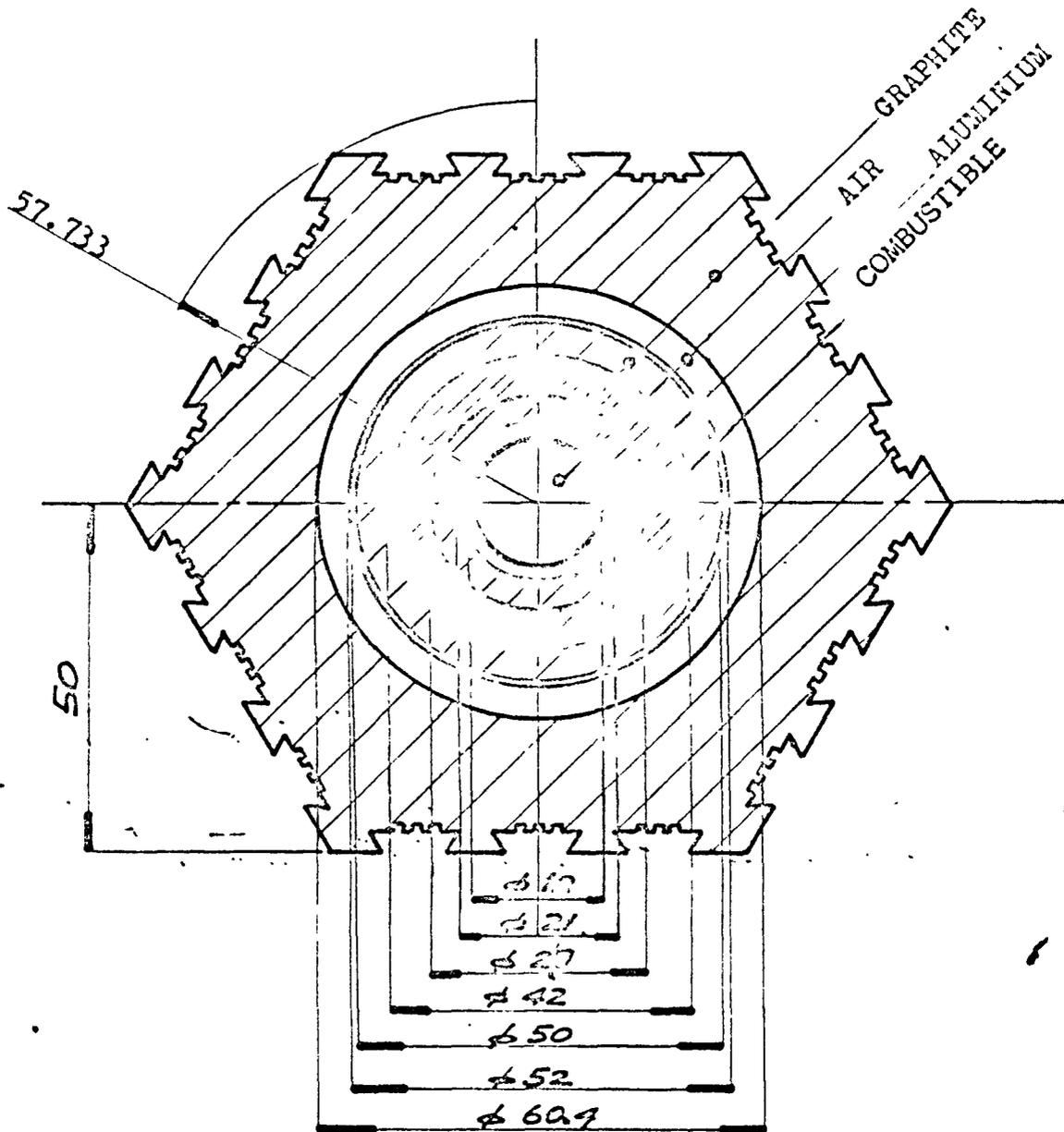
$$\text{Densité} = 10.8 \text{ gr/cm}^3.$$



ECHELLE 1:10

FIG. 2 - SECTION VERTICALE DU NOYAU DU REACTEUR

FIG. 3 - ELEMENT DU RESEAU ÉTUDIÉ



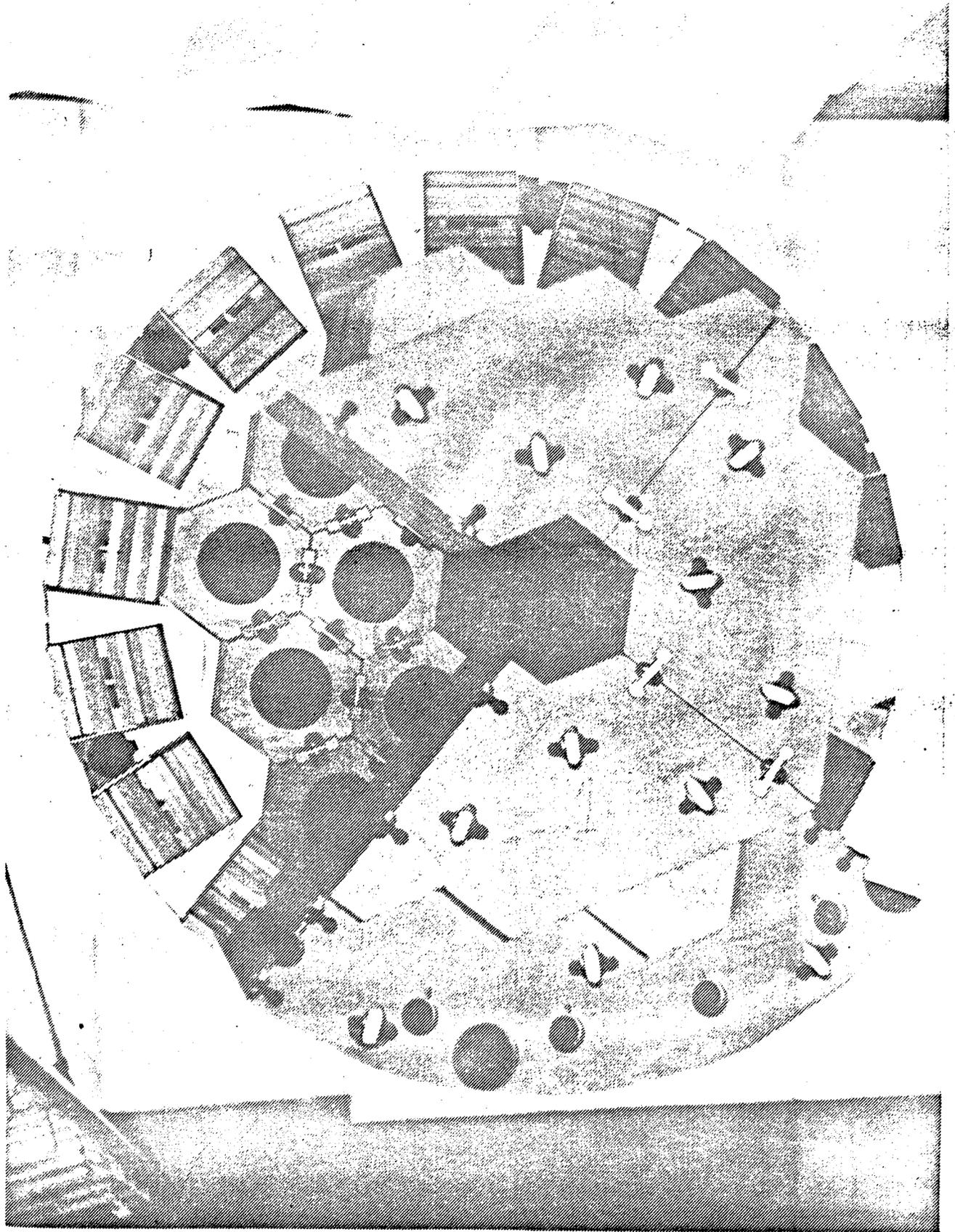


Fig. 4

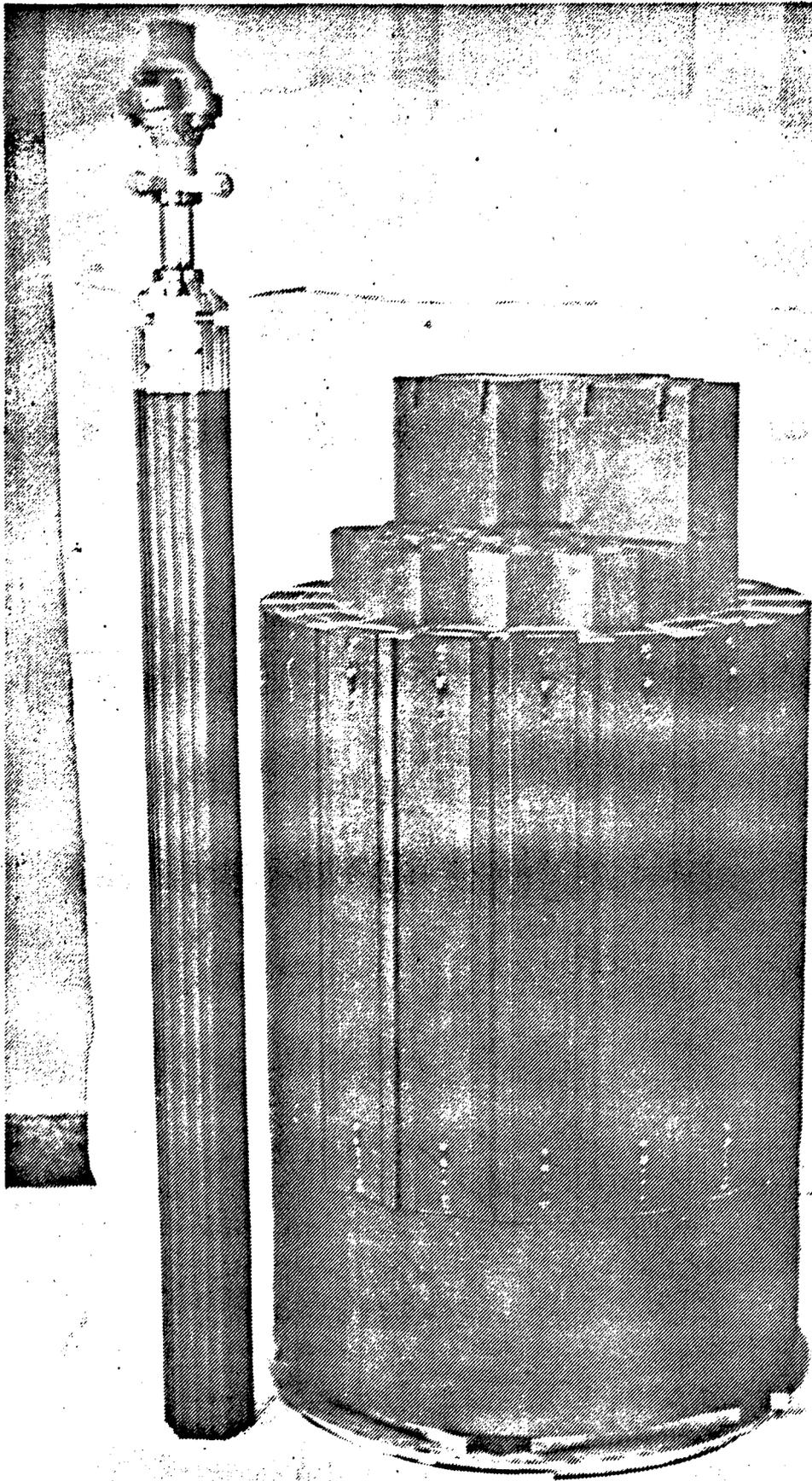


Fig. 5

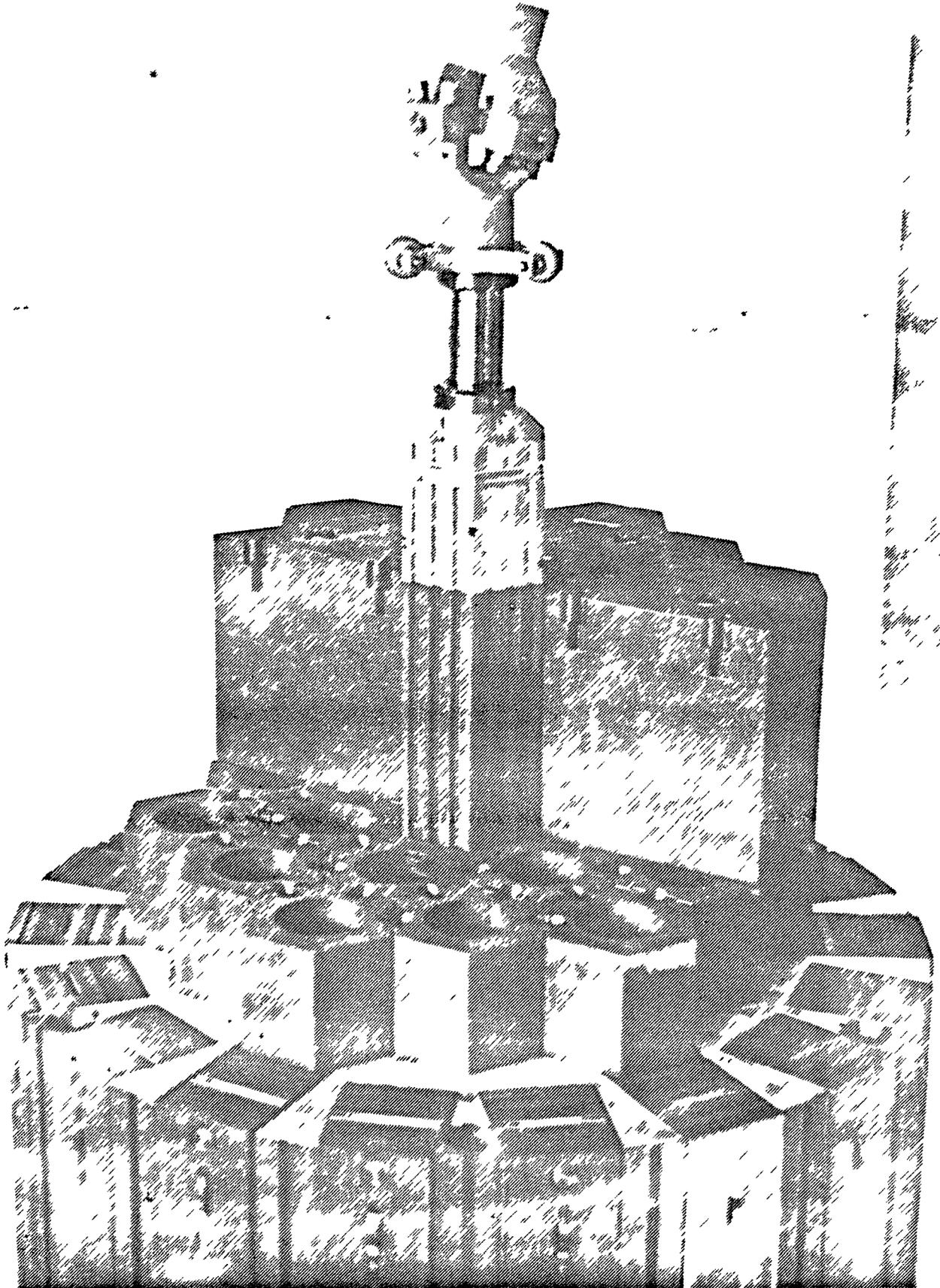


Fig. 6

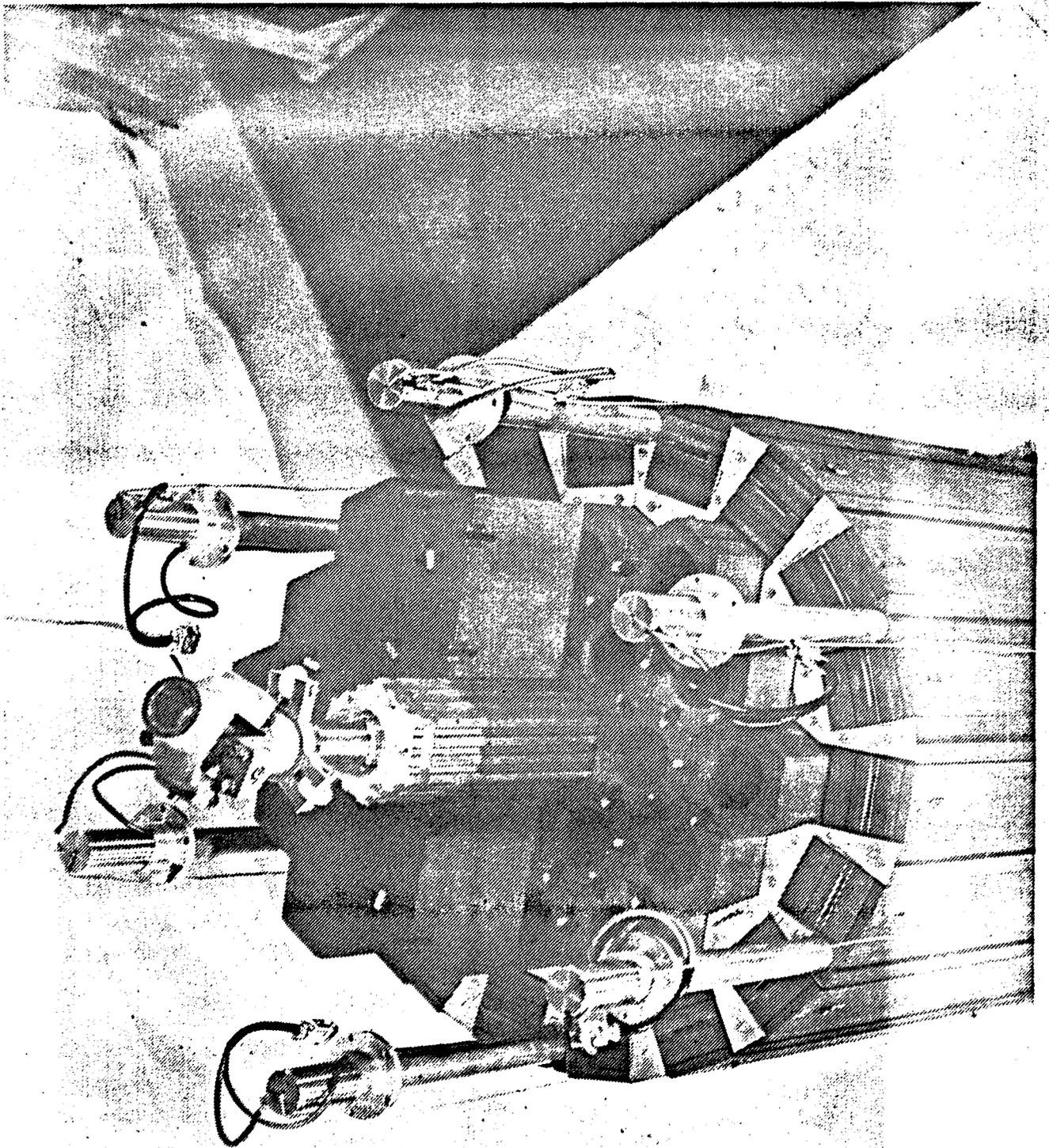


Fig. 7

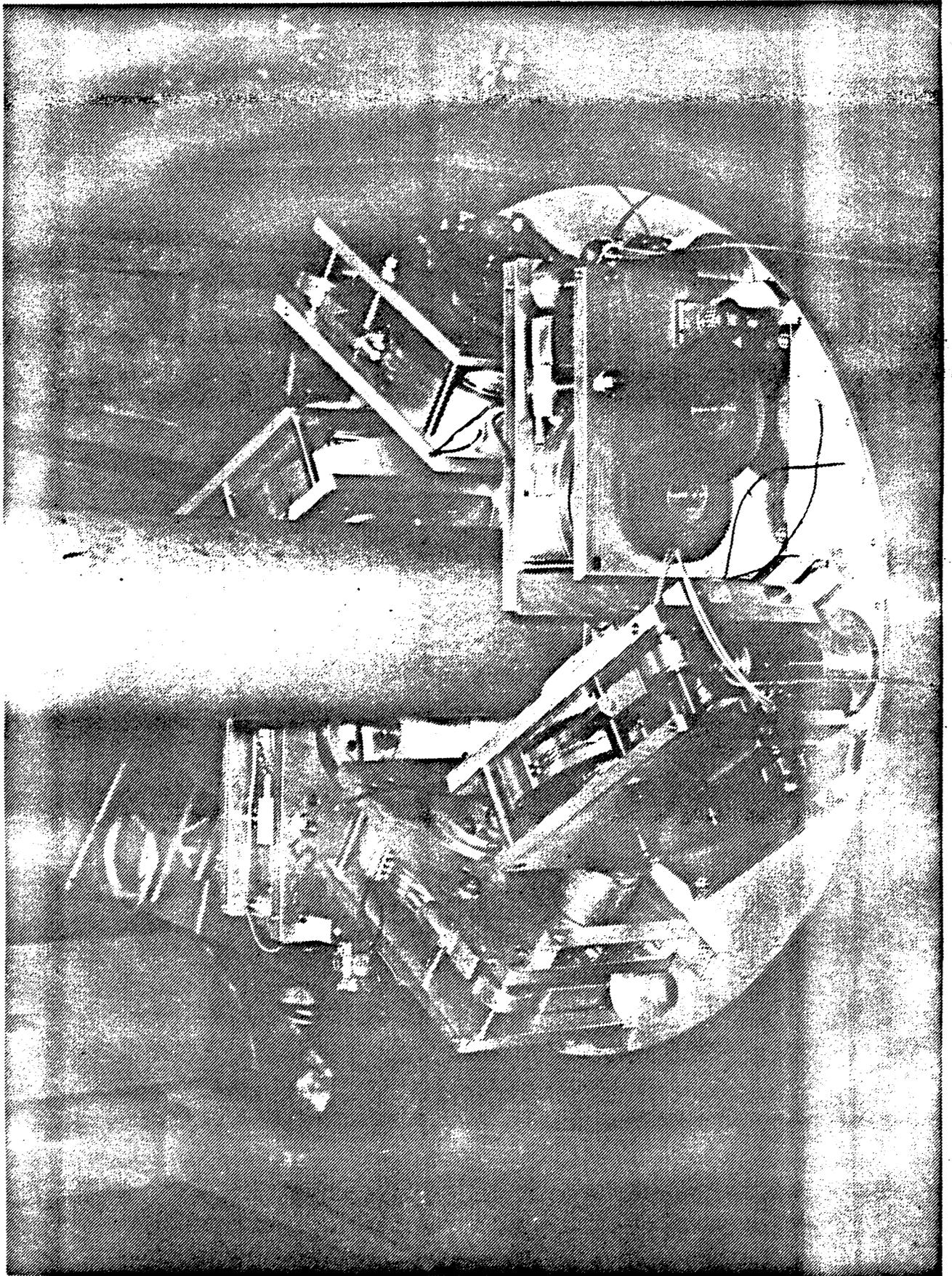


Fig. 8



Fig. 9

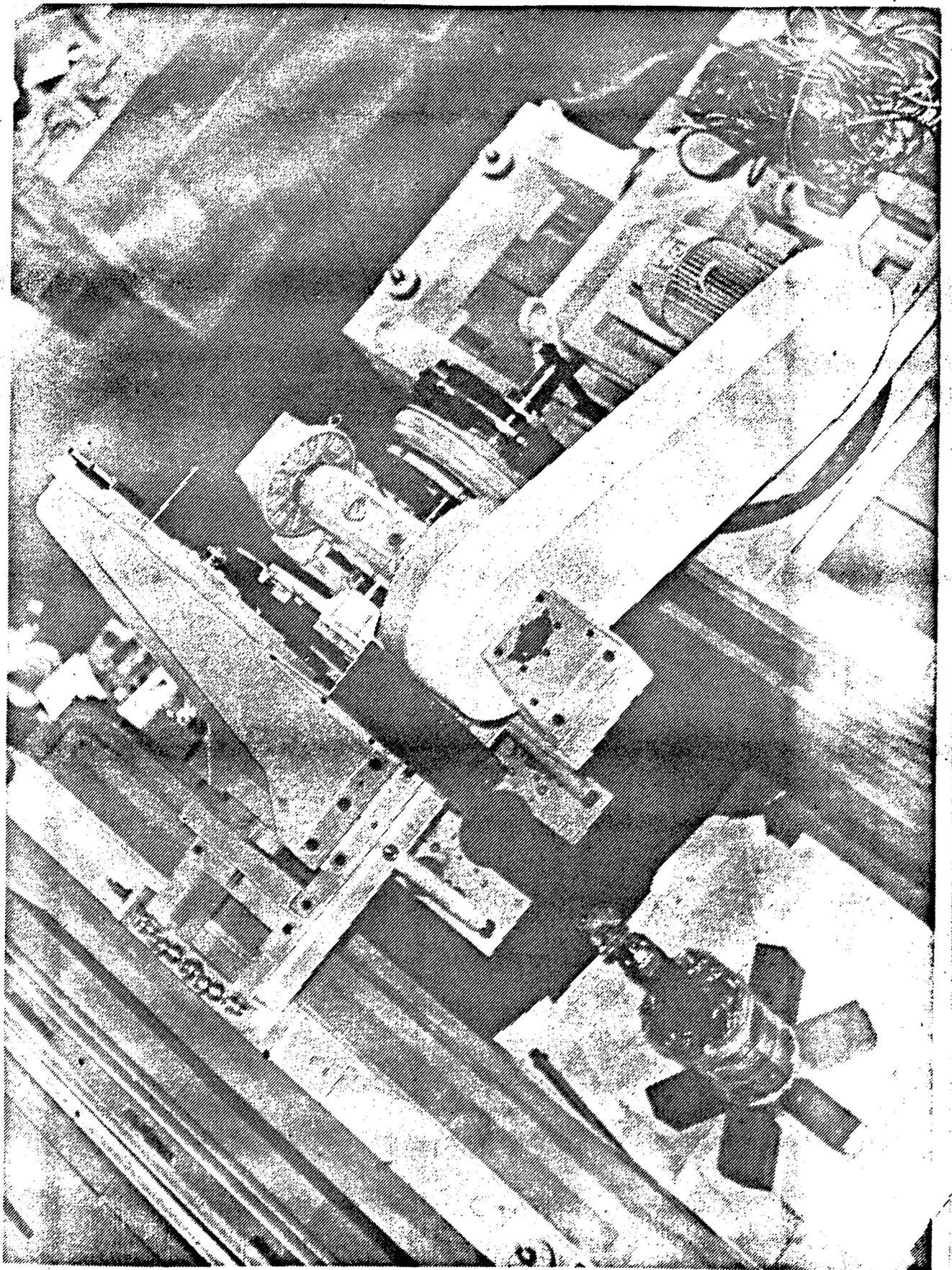


Fig. 10

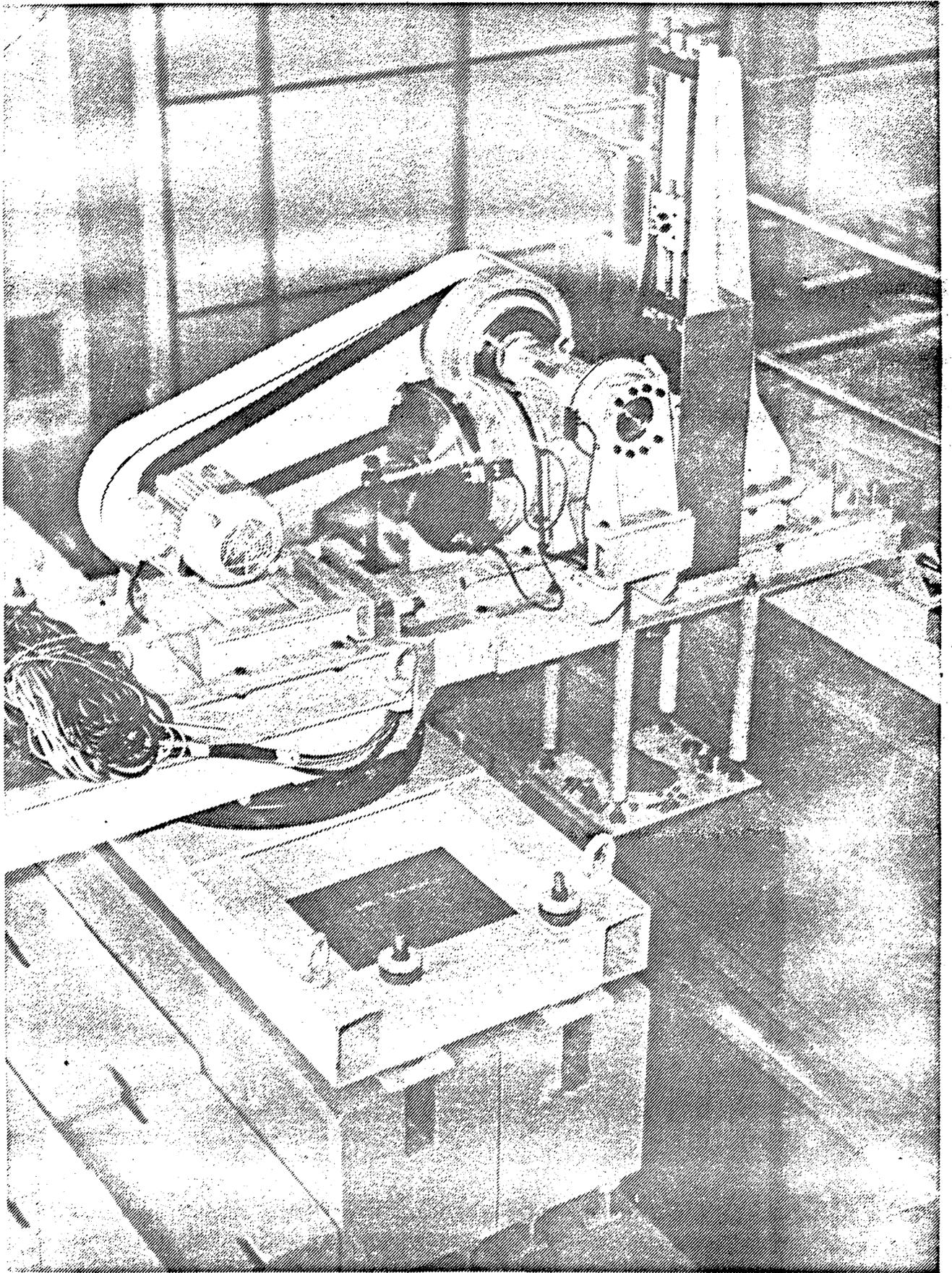


Fig. 11