

INSTITUT DE PHYSIQUE DES HAUTES ENERGIES, SERPUKHOV

CERN LIBRARIES, GENEVA



CM-P00100545

METHODES DE FORMATION DES PARTICULES SECONDAIRES
SUR LES CIBLES INTERNES DE L'ACCELERATEUR DE L'IFVE

V.I. Gridasov, A.A. Kardash, O.V. Kurnaev, E.A. Merker,
L.L. Mojzhes, K P. Myznikov, N.M. Tarakanov

Traduit au CERN par A. Golovanoff.
(Original : russe)

(CERN Trans. 70-2)

(Papier présenté à la Conférence d'Erevan)
1969

GENEVE
1970

A l'heure actuelle, les études physiques auprès de l'accélérateur de l'IFVE s'effectuent avec des faisceaux de particules secondaires formés sur des cibles internes. Pour extraire les particules dans un canal donné, la cible est introduite à un certain moment du cycle d'accélération en un point déterminé de la chambre à vide, après quoi le faisceau accéléré est envoyé dessus.

Suivant la technique d'expérience employée, l'envoi du faisceau sur la cible est lent ou rapide. Les canaux de particules secondaires de l'accélérateur de l'IFVE présentent la particularité de travailler dans une large gamme d'impulsions. Afin d'assurer une intensité maximale des particules dans le canal pour différentes valeurs d'impulsions, plusieurs cibles sont prévues pour chaque canal. L'intervalle de travail de la cible dans la direction radiale est de ± 5 cm. La conception des cibles internes et du système de targetting tient compte de ces exigences.

Le mécanisme qui permet d'introduire la cible dans la chambre à vide assure deux types de déplacement : rapide et lent. Le dispositif du déplacement lent permet de modifier les coordonnées de la cible dans la chambre à vide de ± 6 cm dans la direction radiale par rapport à l'orbite centrale, et de $\pm 1,5$ cm dans la direction verticale par rapport au plan médian. Le dispositif de déplacement rapide amène en 200-300 ms la cible de sa position de repos, à l'extérieur de l'ouverture de la chambre à vide, à sa position de travail.

La précision de la mise en position de travail atteint 0,1 mm.

La formation de faisceaux de particules secondaires de durée prolongée, nécessaires avec la méthode des compteurs, s'effectue à l'aide d'un targetting lent. Comme les canaux de particules secondaires sont accordés pour un étroit intervalle d'impulsions (moins de 1 %), le targetting lent du faisceau accéléré sur la cible a lieu sur le plateau du cycle magnétique. Pour une durée du plateau de 1,5 s, la stabilité du champ magnétique doit atteindre $4 \cdot 10^{-4}$ et l'amplitude relative des impulsions des fréquences dominantes de 25 Hz, 50 Hz et 150 Hz, au niveau 12 koe, ne doit pas dépasser $3 \cdot 10^{-5}$. Pour déterminer la méthode optimale de targetting lent, on a étudié les caractéristiques du faisceau accéléré lors de son déplacement sur différents rayons pendant la durée du plateau du champ magnétique. La figure 1 représente la variation des dimensions horizontales et verticales du faisceau, en fonction de sa position radiale par rapport à l'axe de la chambre à vide pour un champ de 12 koe. Le faisceau est complètement perdu pour un déplacement vers l'intérieur de 3 cm et vers l'extérieur de 2 cm, ce qui correspond à la position calculée des résonances entières et paramétriques. Entre ces deux résonances, le faisceau subit des perturbations dues aux résonances non linéaires. L'intervalle dans lequel il est possible de déplacer radialement le faisceau est très étroit, c'est pourquoi il est exclu d'utiliser la méthode d'élargissement (de contraction) de l'orbite pour le targetting.

Pour élargir l'intervalle possible de déplacement radial du faisceau, on a utilisé la méthode des déformations locales d'orbite /1/. Elle est fondée sur l'excitation d'un champ supplémentaire dans certaines unités magnétiques, choisies de façon à créer des déformations locales de l'orbite, d'une longueur voisine de la moitié de la longueur d'onde des oscillations bétatroniques. La forme de l'orbite déformée est représentée sur la figure 2. La courbe 1 correspond au cas où la déformation est introduite par les unités focalisantes, la courbe 2 par les unités défocalisantes. Le calcul du déplacement des fréquences bétatroniques a montré /2/ que, pour des déformations correspondant à la courbe 1, le déplacement des fréquences provoqué par la modification du gradient et l'action des termes non linéaires du développement du champ magnétique, s'additionnent. Toutefois, même pour une amplitude de déformation de ± 5 cm, le déplacement des fréquences ne dépasse pas $\pm 0,04$ (figure 3, courbe 1). Lorsque l'on excite les déformations à l'aide des unités défocalisantes, le déplacement des fréquences introduit par la modification du gradient et l'influence des termes non linéaires du champ magnétique se compensent l'un l'autre, si bien que le déplacement total devient négligeable (figure 3, courbe 2). Ainsi, la création de déformations locales à l'aide des unités défocalisantes permet d'élargir radialement la zone de travail de la cible jusqu'à ± 5 cm sans correction du champ magnétique.

Pour exciter les déformations d'orbite d'amplitude 5 cm, il faut exciter un champ supplémentaire dans les unités $\frac{\Delta H}{H} = 3\%$. A cet effet, on utilise des enroulements complémentaires existants. Le schéma d'alimentation des enroulements complémentaires est représenté sur la figure 4. Ces enroulements sont alimentés par des redresseurs à thyristors commandés. La tension des redresseurs est fournie par des générateurs synchrones, de fréquence 1100 Hz et d'une puissance de 260 kW. Le système d'alimentation est caractérisé par une rapidité d'action élevée et un large intervalle de fréquences dont la limite supérieure est égale à 3300 Hz. Lors du targetting lent, le courant dans les enroulements complémentaires est réglé à l'aide d'une contre-réaction reliée à un capteur de courant sur la cible. Le large intervalle de fréquences du système d'alimentation permet de suivre les variations du signal de contre-réaction dans une bande de fréquences allant jusqu'à plusieurs centaines de Hz. La figure 5 montre l'oscillogramme de la mesure de l'intensité des particules secondaires lors du targetting lent. A l'aide de la contre-réaction, on parvient à réduire considérablement l'influence des impulsions du champ magnétique sur la densité modulaire des particules secondaires. La durée du targetting est réglée par un niveau pilote, auquel est comparé le signal arrivant du capteur d'intensité. On obtient facilement une durée de targetting de 1,3 s avec une profondeur de modulation de la densité des particules dans le temps de 10-20 %. Le temps de montée et de descente de l'intensité atteint

environ 10 ms, ce qui permet d'utiliser efficacement la durée du plateau du champ magnétique pour le travail consécutif de plusieurs canaux voisins de particules secondaires, dont le fonctionnement simultané serait impossible à cause des conditions de radiation et de bruit de fond. Actuellement, on effectue sur le plateau magnétique l'extraction consécutive de particules secondaires dans deux canaux d'une durée de 500 ms. Prochainement, on effectuera l'extraction des particules dans trois canaux. L'élargissement de l'intervalle radial de travail des cibles jusqu'à ± 5 cm a permis d'extraire des particules secondaires de différentes impulsions sous des angles voisins de 0, et d'obtenir avec un faisceau de protons envoyé sur la cible, d'intensité 10^{12} , des mésons π^- dans les canaux avec des impulsions de 40-60 GeV/c, jusqu'à $7 \cdot 10^5 - 10^4$ particules/impulsion, et dans l'intervalle d'impulsions 20-40 GeV/c respectivement $3 \cdot 10^6 - 10^6$ particules/impulsion.

Pour les expériences de chambres à bulles, on effectue un *targetting* rapide en quelques centaines de microsecondes. A cet effet, on utilise un système constitué de deux déflecteurs magnétiques disposés dans des sections droites, distantes d'environ un quart de longueur d'onde d'oscillations bétatroniques. Avec une longueur des déflecteurs de 1 m et un champ dans leurs entrefer, de 1 koe, on parvient, en faisant varier le rapport des champs, à obtenir sur n'importe quel azimut de l'accélérateur une déflexion radiale du faisceau d'une distance supérieure à sa demi-largeur (environ 1 cm). Le *targetting* rapide est

obtenu par la décharge de condensateurs dans les enroulements des aimants. Afin de couvrir l'intervalle de travail radial des cibles de ± 5 cm, le système de targetting rapide agit en conjonction avec le système de targetting lent. Dans ce cas, à l'aide du système d'alimentation des enroulements complémentaires, on crée des impulsions de courant trapézoïdales, dont l'instabilité et les pulsations du plateau ne dépassent pas 0,5 %. On voit sur la figure 4 que la hauteur du piédestal de ces impulsions est réglée à l'aide de sondes magnétiques de courant, en faisant varier la valeur de l'intensité de référence. Le rapprochement du faisceau de la cible est effectué par réglage du niveau du piédestal, et le targetting rapide au moyen des défecteurs magnétiques.

Pour conclure, les auteurs expriment leur sincère gratitude au membre correspondant de l'Académie des Sciences d'URSS A.A. Naumov, pour ses fructueux conseils et sa participation au travail, ainsi qu'à K.M. Ko lov et S.V. Lobanov pour leur important apport à la création du système de targetting lent.

LEGENDES DES FIGURES

1. Variation des dimensions radiale Q_r et verticale Q_z du faisceau, lors de son déplacement radial par rapport à l'axe de la chambre à vide.
2. Forme de la déformation locale de l'orbite d'équilibre. La courbe 1 correspond à une perturbation du champ dans les unités focalisantes. La courbe 2 - perturbation du champ dans les unités défocalisantes.
3. Variation du déplacement des fréquences des oscillations bétatroniques radiales lors de la création de déformations locales de l'orbite d'équilibre. Courbe 1 - perturbation du champ dans les unités focalisantes, courbe 2 - dans les unités défocalisantes.
4. Schéma d'alimentation des enroulements complémentaires pour la formation de déformations locales de l'orbite d'équilibre.
5. Oscillogramme de la variation de l'intensité des particules secondaires lors du targetting lent. Vitesse de balayage : 40 $\mu\text{sec/division}$.

REFERENCES

1. K.H. Reich. Progress in Nuclear technics and Instrum.,
vol. II, 163 (1967).

2. V.I. Gridasov, K.P. Myznikov. Preprint IFVE 68-60 (1968)
(traduit au CERN : CERN Trans. 69-11).

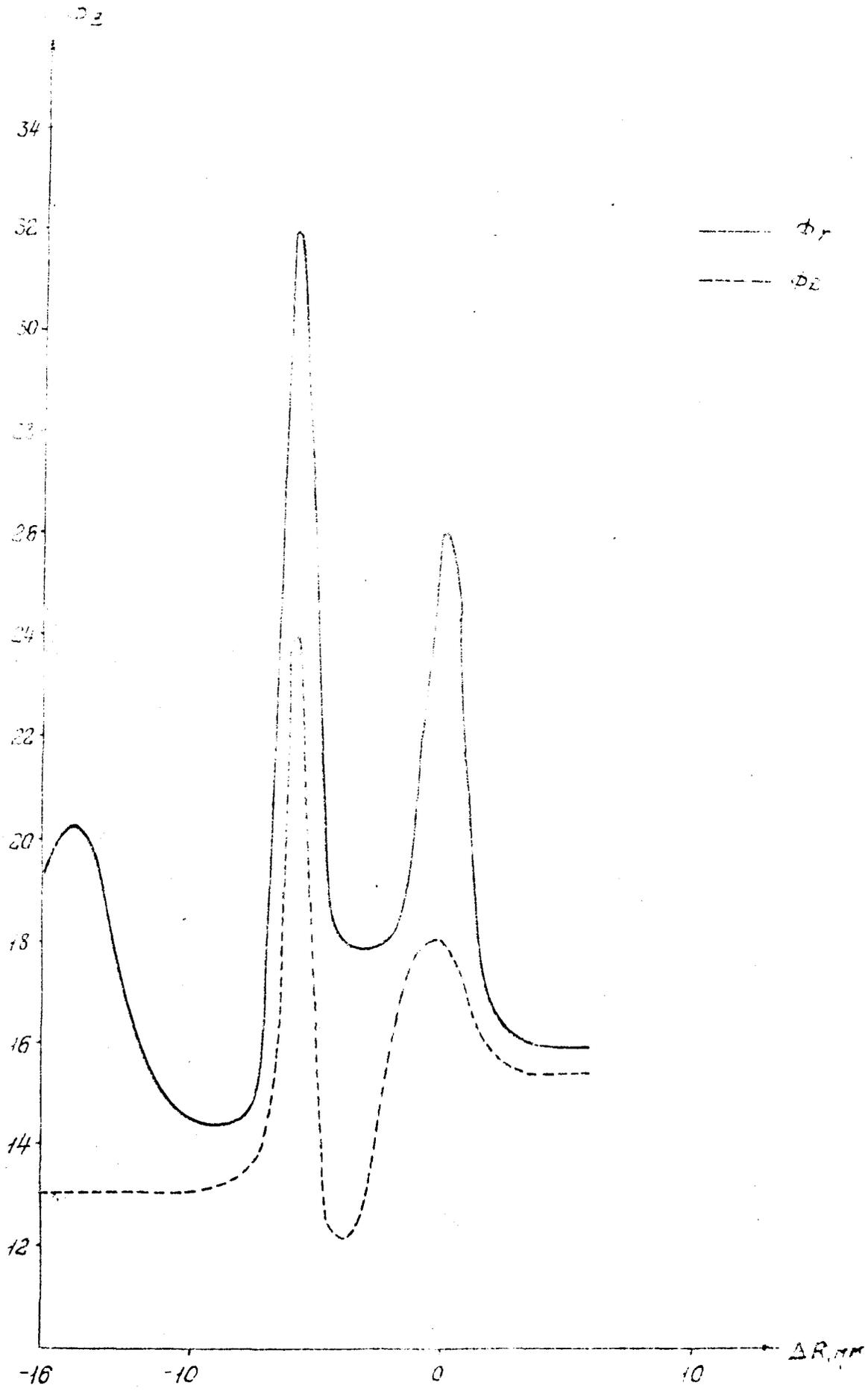


Fig. 1

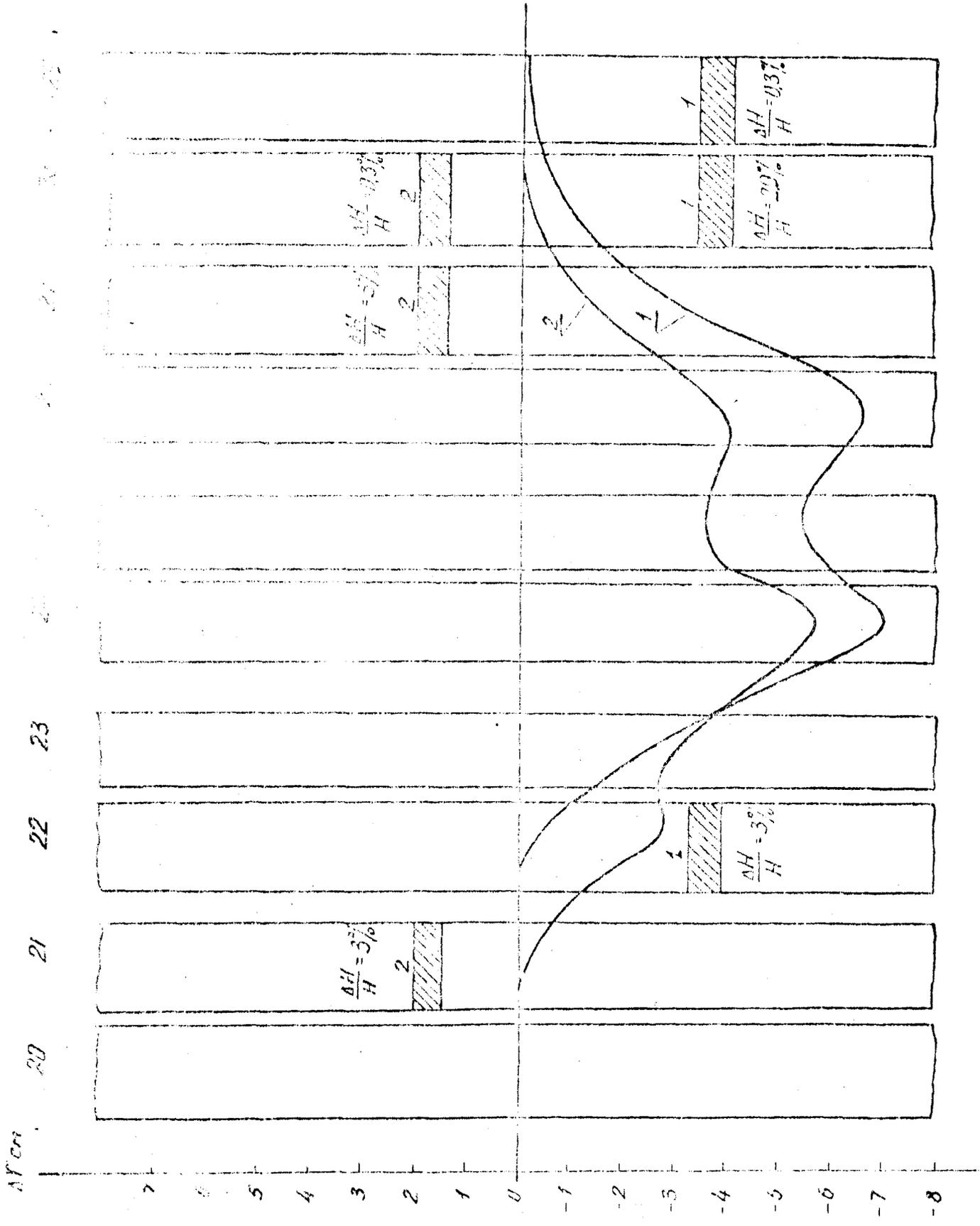


Fig. 2

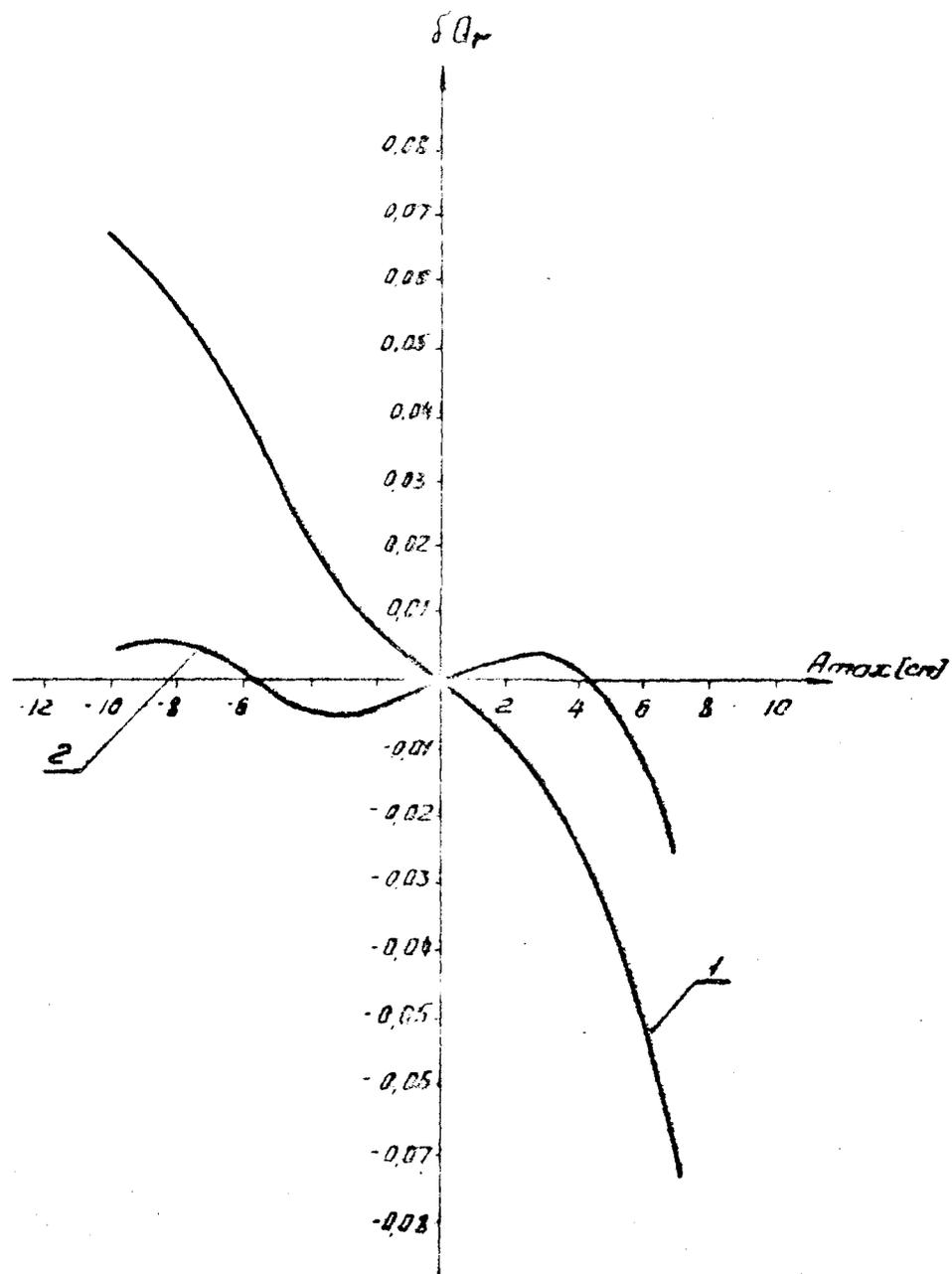


Рис. 3

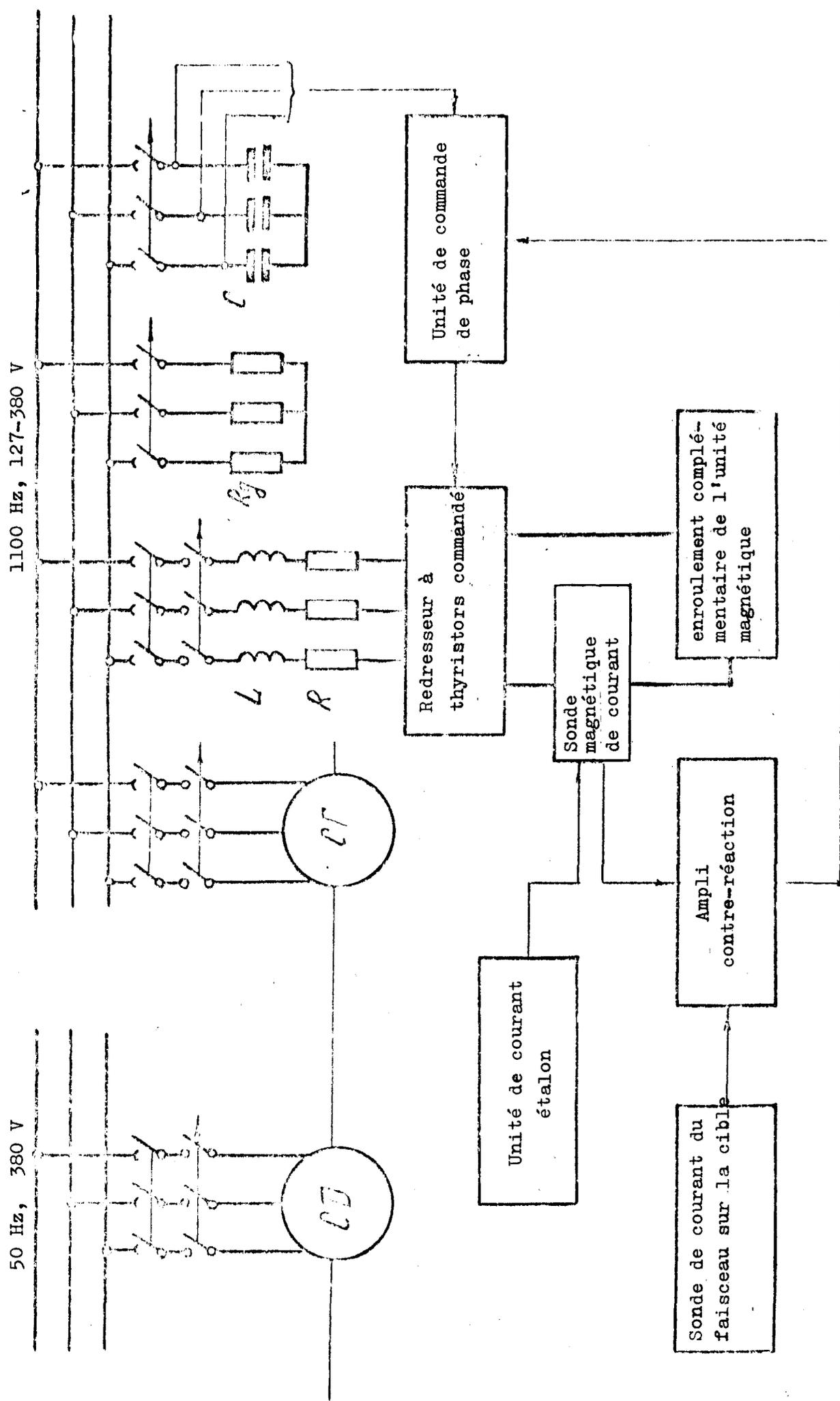


Fig. 4

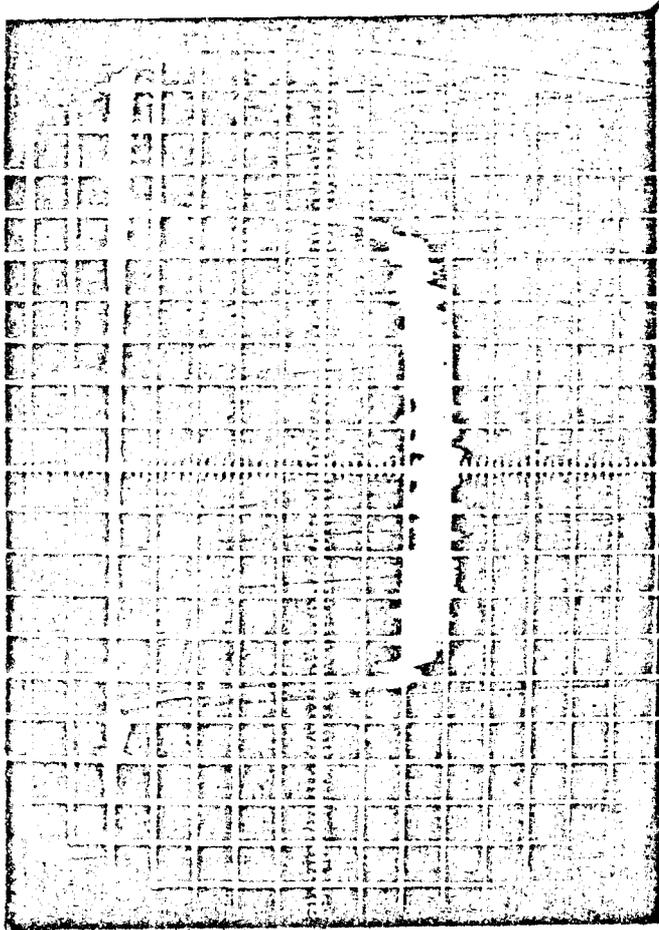


FIG. 5