Profil automatique des faisceaux de particules ionisantes

J. Dufournaud

► To cite this version:

J. Dufournaud. Profil automatique des faisceaux de particules ionisantes. Revue de Physique Appliquée, 1966, 1 (4), pp.308-310. 10.1051/rphysap:0196600104030800 . jpa-00242754

HAL Id: jpa-00242754

<https://hal.science/jpa-00242754>

Submitted on 1 Jan 1966

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PROFIL AUTOMATIQUE DES FAISCEAUX DE PARTICULES IONISANTES

Par J. DUFOURNAUD,

Institut du Radium, Laboratoire Joliot-Curie de Physique Nucléaire, Orsay, Seine-et-Oise.

Résumé. — Un appareillage permettant de mesurer automatiquement le profil d'un faisceau de particules ionisantes est décrit. Ses performances sont ensuite indiquées.

Abstract. — We describe an automatic beam profile scanner and give data on its performance.

Introduction. — Lors de nombreuses expériences de diffusion réalisées auprès des accélérateurs de particules, il est nécessaire de contrôler la position et la distribution dans l'espace des faisceaux primaire ou secondaire utilisés. Pour cette raison, nous avons été amenés à mettre au point un dispositif automatique assurant la mesure suivant une direction de la distribution spatiale d'un faisceau, et contrôlant la stabilité de celle-ci au cours d'expériences de longues durées.

I. Principe de fonctionnement et description générale. — C'est celui d'un scintillateur tournant à vitesse constante et dont la position angulaire est codée ; chaque impulsion possède ainsi une adresse qui est une grandeur continue. La figure 1 schématise l'appareil. Un scintillateur cylindrique est disposé parallèlement aux génératrices d'un tambour en forme de cage d'écureuil et sa lumière est recueillie

FIG. 1.

A : dispositif de repérage de la position. — B : moteur synchrone. — C : phototransistor. — D : ampoules électriques. — E : scintillateur. — F : faisceau. — G : guide de lumière. — P : photomultiplicateur.

au moyen d'un guide de grande surface qui affleure l'extrémité du cylindre scintillant. Le repérage de la position est obtenu au moyen d'un disque solide de l'axe du tambour et du moteur qui, percé d'une petite fente, intercepte ainsi pour certaines positions angulaires du disque, un faisceau lumineux. Une impulsion électrique est alors produite par une photo-diode. Par construction mécanique, une impulsion est produite au début de la plage d'analyse, une autre au centre de cette plage. La première impulsion de codage déclenche à son tour une base de temps fournissant une dent de scie linéaire à mieux que 1 %, la deuxième permet le repérage du centre de la plage d'exploration ainsi que le contrôle de la vitesse du moteur.

Par ailleurs, le photomultiplicateur reçoit en permanence les impulsions produites par les particules du faisceau. Dans le cas d'un faisceau de faible intensité, celles-ci sont mises en forme et modulées en amplitude par la dent de scie et analysées à l'aide d'un sélecteur multicanaux (fig. 2). Le « trigger » de mise en forme peut, par sa porte incorporée, assurer une coïncidence ou une anti-coïncidence entre les impulsions du détecteur à scintillateur tournant et celles d'autres détecteurs éventuels.

Dans les faisceaux de forte intensité, le courant du photomultiplicateur est intégré par un circuit R. C. (fig. 3). La tension recueillie à ses bornes attaque les plaques de balayage verticale d'un oscilloscope dont le circuit de balayage horizontal est commandé par la dent de scie déjà mentionnée. Les

FIG. 2.

FIG. 3.

impulsions de centrage sont préalablement mélangées à la tension intégrée. La mécanique de l'appareil est simple. Nous ne la décrirons pas en détail. D'autre part, celle que nous avons réalisée est trop spécifique de nos besoins pour être développée. Cependant, indiquons que pour un diamètre du tambour de 150 millimètres, nous avons choisi un arc de cercle d'exploration de 90 millimètres et des scintillateurs cylindriques de 110 millimètres de

FIG. 4.

hauteur pour un diamètre de 3 à 10 millimètres suivant les mesures envisagées. Le contact optique scintillateur guide de lumière est mauvais (couche d'air de 1/10 de millimètre) mais sans inconvénient si on prend la précaution de mesurer l'efficacité de détection en fonction de la position angulaire du scintillateur (à l'aide, par exemple, d'une source radioactive fixe par rapport à lui). La forme du guide de lumière influence aussi cette efficacité. Nous avons décrit le fonctionnement général de l'appareil, nous allons maintenant donner quelques détails sur une partie des circuits électroniques associés.

II. Circuits électriques associés. — a) BASE DE TEMPS (fig. 4). — Nous exigeons de ce circuit des

qualités particulières indépendamment de sa linéarité. Principalement, une régulation du niveau de base et un temps de retour court. Or, ces conditions sont réalisées dans un intégrateur utilisé dans les circuits de balayage de certains oscilloscope Tektronix [1]. Nous avons donc adapté le principe de ce montage à nos besoins.

Les transistors T_1 et T_2 forment une bascule à deux états stables (I et II) commandés :

1) par l'impulsion de codage,

2) par la dent de scie, lorsque celle-ci a atteint l'amplitude correspondant à la sortie du scintillateur de la plage d'analyse.

État I : La première impulsion fait débiter les deux transistors T_1 et T_2 qui provoquent une chute de tension aux bornes de R_1 , bloquant les diodes D_1 et D_2 . Les transistors T_3 et T_4 (montage Darlington) tendent à se bloquer entraînant la charge de la capacité C par l'émetteur « follower » constitué par T_5 .

FIG. 5.

État II : Lorsque le potentiel du curseur de P_1 est suffisamment négatif pour bloquer au travers de la diode D_3 le transistor T_1 , celui-ci provoque le retour à l'état de repos de la bascule, le courant s'annule dans R_1 , augmente dans T_3 , T_4 et C se décharge dans $P_1 + R_2$ et $R_1 + \rho(D_1)$. Pour que le retour soit suffisamment bref, il suffit de réaliser

$$R \gg R_1 + \rho(D_1) + P_1 + R_2,$$

ce qui est très facile.

b) CONVERTISSEUR POSITION AMPLITUDE (fig. 5). — Les impulsions provenant du « trigger » débloquent par l'intermédiaire de T_8 un transistor saturé T_7 . Ce dernier est alimenté par la tension en dent de scie de la base de temps fournie par l'intermédiaire de l'émetteur « follower » constitué par T_6 . Les impulsions correspondant au passage du scin-

tillateur sur l'axe de l'appareil déclenchent une diode tunnel D_4 dont le signal est ensuite différencié et inversé par T_9 ; le mélange avec les impulsions du « trigger » s'effectue sur la base de T_7 . La diode D_5 et la capacité ajustable C_a réalisent la mise en forme du temps de descente compatible avec l'utilisation d'un multicanaux. Le transistor T_{10} est un inverseur permettant la sortie des impulsions de polarité désirée.

III. Mesures effectuées et performance de l'appareil. — La photographie (fig. 6) représente un profil d'un faisceau de protons (600 MeV) réalisé au synchrocyclotron du C. E. R. N. au cours d'une expérience de diffusion proton-proton [2]. On peut voir au voisinage du centre de l'écran de l'oscilloscope l'impulsion de centrage. Par ailleurs, la modulation qui se superpose au profil est due à la structure en temps du faisceau; celui-ci est par ailleurs, sur cette photographie, décalé vers la droite.

FIG. 6.

La figure 7 représente quatre spectres obtenus au sélecteur multicanaux d'un faisceau de faible intensité, spectres réalisés au cours de la mesure de la polarisation des protons dans la diffusion praton-deuton à 155 MeV au synchrocyclotron d'Orsay [3]. Il est alors commode de repérer l'abscisse du centre de gravité de cette distribution par rapport à celle de l'impulsion de centrage. Ceci naturellement avec une certaine imprécision Δl (l représentant la position du scintillateur tournant sur le cercle de rayon R). Dans cette expérience, l'appareil était monté sur un polarimètre et enregistré en permanence le profil du faisceau. Ses impulsions étaient mises en coïncidences avec celles d'un scintillateur de définition placé à environ un mètre sur ce faisceau. La précision angulaire sur la détermination de l'axe du faisceau était de l'ordre de 0,06 degrés.

a) Polarimètre aligné

b) Polarimètre désaligné

FIG. 7.

Conclusion. — Il est évident que les profils étudiés ne le sont pas dans un plan perpendiculaire au faisceau, mais sur des arcs de cercle. Cependant, l'écart entre les deux est d'autant plus faible que l'analyse est faite près du centre et que le rayon du cercle est plus grand.

D'autre part, des relations très simples permettent de déduire les secondes des premières. Conçu initialement pour équiper un polarimètre en vue du contrôle de l'égalité des angles de diffusion avec une précision de l'ordre de 0,05 degrés, notre appareil a donné entièrement satisfaction pour ce genre de travail [4].

Manuscrit reçu le 8 juillet 1966.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Notice technique Tektronix 545 ou 581.
- [2] COIGNET (G.), CRONENBERGER (D.), KURODA (K.), LE GUEN (Y.), MICHALOWICZ (A.), OLIVIER (J. C.), DICK (L.) et DI LELLA (L.), *Il Nuovo Cimento*, 1966, **46**, 701.
- [3] KURODA (K.), MICHALOWICZ (A.) et POULET (M.), *J. Physique*, 1965, **26**, 303.
- [4] POULET (M.), MICHALOWICZ (A.), LE GUEN (Y.), KURODA (K.), CRONENBERGER (D.) et COIGNET (G.), *J. Physique*, 1965, **26**, 399.