Structure tripériodique

Tran Duc Tien, B. Epsztein

► To cite this version:

Tran Duc Tien, B. Epsztein. Structure tripériodique. Revue de Physique Appliquée, 1969, 4 (2), pp.185-186. 10.1051/rphysap:0196900402018500 . jpa-00243209

HAL Id: jpa-00243209

<https://hal.science/jpa-00243209>

Submitted on 1 Jan 1969

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.

STRUCTURE TRIPÉRIODIQUE

TRAN DUC TIEN et B. EPSZTEIN,

C.S.F., Division Accélérateurs, Domaine de Corbeville, 91-Orsay.

Résumé. — Il est connu que les structures accélératrices en ondes progressives fonctionnent avantageusement au mode $2\pi/3$ plutôt qu'au mode $\pi/2$. Il en est de même en ondes stationnaires pour la structure tripériodique par rapport à la structure bipériodique. Nous présentons dans cet article les performances respectives obtenues sur différentes structures expérimentales.

Abstract. — It is well known that the accelerating structure using travelling waves operates with better efficiency at a $2\pi/3$ mode than at a $\pi/2$ mode. It is the same, in standing wave operation, it can be shown that the triperiodic structure should be more efficient than the biperiodic one. We present performances obtained from experimental structures of both kinds.

I. Introduction. — Les structures bipériodiques ont été étudiées depuis quelques années par le Laboratoire National de Brookhaven ainsi que par le Laboratoire Scientifique de Los Alamos. A Corbeville, nos études sur les structures accélératrices prirent la même direction et nous proposâmes une structure tripériodique capable d'améliorer dans certains cas la structure bipériodique, comme ce fut le cas du mode $2\pi/3$ par rapport au mode $\pi/2$ dans une structure classique à électrons en ondes progressives.

II. Principe. — Le principe de la structure tripériodique est le suivant. La période est constituée de trois cavités dont deux sont identiques et servent de cavités accélératrices proprement dites et dont la troisième, de dimensions réduites, sert uniquement de cavité de couplage. Lorsque chaque cavité fait subir à l'onde un déphasage de $2\pi/3$ (c'est-à-dire au mode 2π) et lorsque certaines conditions de terminaison de la ligne sont remplies, l'onde d'aller et l'onde de retour se combinent pour instaurer un champ nul dans la cavité de couplage et des champs en opposition de phase dans les cavités accélératrices. Les conditions de terminaison sont telles que l'onde d'aller, par exemple, doit subir, avant de réfléchir sur le plan de court-circuit, un déphasage de $\pi/2$ dans la cavité de terminaison. Il suffit pour cela que la fréquence de résonance de celle-ci ait une valeur adéquate. L'intérêt du système tripériodique par rapport au système bipériodique réside dans le fait que les cavités vides sont deux fois moins nombreuses, entraînant ainsi un gain d'espace appréciable.

III. Résultats expérimentaux. — Les mesures ont été effectuées sur trois types de structures, assemblées soit en structure bipériodique, soit en structure tripériodique. Le type I est dérivé des structures à iris à électrons classiques. Le type II dérive du premier

mais dans lequel on remplace le couplage capacitif des iris au centre par le couplage magnétique des trous aux bords, les demi-tubes de glissement servant d'une part à éviter le couplage capacitif entre cavités adjacentes et d'autre part à augmenter le coefficient de temps de transit. Dans la structure du type III (fig. 1),

FIG. 1.

les cavités de couplage sont réalisées de façon à éviter l'excitation directe par le faisceau.

Une théorie basée sur des modèles à éléments localisés a permis d'établir les propriétés dispersives propres à chaque type de ligne. La figure 1 en montre un exemple, correspondant au cas d'une ligne du type III. Comme le montre la courbe en pointillés, sans précaution préalable, la courbe de dispersion comporte en général trois bandes passantes distinctes. Moyennant certaines conditions soit sur les fréquences de résonance,

TABLEAU I

TYPE	h_1 (mm)	h_2 (mm)	$\beta = v/c$	F(GHz)	MODE	Q	$(Z/Q)_{\text{eff}}$ (Ω/m)	T	Z (M Ω/m)
I.1	13,7	30,3	0,787	2,83	Tri	11 300	2 000	0,815	22,66
	13,7	23,5	0,8	2,795	Bi	9 850	1 930	0,86	19
I.2	6,7	30,3	0,718	2,83	Tri	11 500	1 770	0,78	20,4
	6,7	25,3	0,71	2,796	Bi	8 650	1 880	0,785	16
I.3	$\frac{h_1}{h_2} \simeq 0,3$		1,00	2,810	Tri	16 000	2 760	0,763	44,2
			1,00	2,840	Bi	13 900	3 027	0,812	42
II			0,65	2,618	Tri	13 000	5 290	0,848	68,77
III			0,6	0,943	Tri	14 300	2 340	0,888	35,5

oit sur leur couplage mutuel, on peut faire disparaître une des bandes interdites comme le montre la courbe en trait plein. Le point de fonctionnement intéressant se trouve au mode 2π : la séparation des modes reste bonne, il en résulte une certaine insensibilité de la ligne aux erreurs mécaniques. On remarque un bon accord entre la théorie et l'expérience.

Le tableau I montre les résultats de mesure sur l'efficacité de lignes de différents types, h_1 et h_2 étant respectivement les hauteurs des cavités de couplage et des cavités accélératrices.

Les cas I.1 et I.2 d'une part et le cas I.3 d'autre part montrent que, par rapport au système bipériodique, le système tripériodique est intéressant tant qu'on s'arrange à avoir un même temps de transit, par conséquent en basses énergies. Les faibles valeurs de Z des deux premiers cas viennent du fait que, dérivant d'une structure à électrons, les cellules ont des trous de couplage de diamètre trop important (28 mm). Le troisième cas montre en effet qu'en diminuant ce diamètre à des dimensions raisonnables (22 mm) l'impédance shunt redevient bonne. La structure du type II s'avère très bonne. Comparée à la même structure en bipériodique étudiée par

ailleurs ⁽¹⁾, elle présente un gain net de 23 % sur l'impédance shunt. Malgré le nombre de contacts et la forme assez loin de celle d'une structure idéale, la structure du type III reste assez efficace. Dans une structure réelle, la valeur de Q sera vraisemblablement meilleure.

Sur ces trois types de structure, nous avons étudié le comportement des modes défecteurs. Avec des structures du type II ou du type III, on peut arriver à empêcher le mode défecteur de se propager en éliminant le couplage résonnant de ce mode. Nous avons également étudié les possibilités d'éviter le phénomène d'avalanche. Pour cela, on peut par exemple déposer une couche à base de carbone sur les parois des cavités de couplage de façon à réduire l'émission secondaire. Les mesures montrent qu'une telle couche n'amortit pas d'une manière sensible le mode fondamental. Par contre, les modes voisins, donc dangereux, s'en trouvent affectés avantageusement (diminution de Q de l'ordre de 60 %).

⁽¹⁾ Inst. für Exper. Kernphysik, Karlsruhe. « Studie über einen supraleitenden Protonen Linearbeschleuniger im GeV-Bereich », juli 1967, p. 77.