

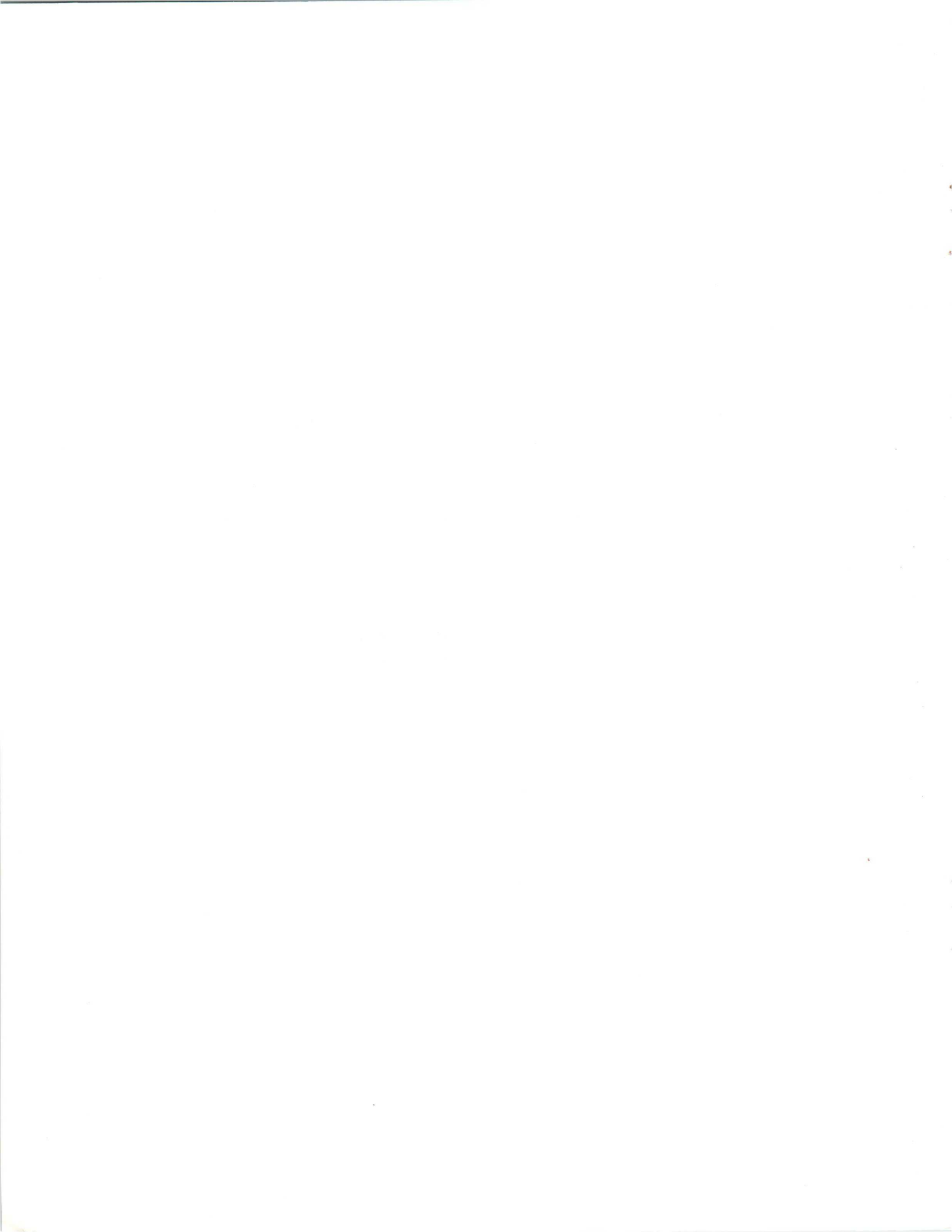
LES TUBES
A
PROPAGATION D'ONDE
ET
CARCINOTRONS



CSF

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

79, boulevard Haussmann — PARIS-VIII^e



LES TUBES A PROPAGATION D'ONDE

INTRODUCTION

Les tubes à propagation d'onde sont le résultat d'une double évolution. D'une part, les applications des ondes hertziennes exploitant des fréquences toujours plus élevées du spectre ; celui-ci devient en effet de plus en plus encombré, et certaines applications utilisent les avantages des ondes très courtes du point de vue de la directivité et de la définition. D'autre part, les tubes amplificateurs et oscillateurs indispensables à ces applications ont nécessité la mise en œuvre de principes différents de ceux des lampes pour basses fréquences.

Si l'on considère la triode comme le tube classique de référence, la première limitation rencontrée aux fréquences élevées fut le temps de transit des électrons, qui n'étant plus négligeable devant la période du signal, obligea à réduire de plus en plus les distances interélectrodes. Par ailleurs, les circuits associés classiques durent être remplacés par des structures du type cavité ou guide d'onde. Cette ligne de pensée a abouti aux lampes phares, encore utilisées.

Mais parallèlement, des tubes nouveaux étaient mis au point, utilisant le temps de transit des électrons et incorporant les éléments de circuits. Le magnétron et le klystron furent les premiers résultats de cette autre ligne de recherche, et connurent pendant la deuxième guerre mondiale un développement rapide, dû aux besoins militaires de détection et de repérage.

Le magnétron est essentiellement un oscillateur de puissance à fréquence fixe. Il peut être rendu mécaniquement accordable par des moyens souvent difficiles à mettre en pratique aux niveaux de puissance élevés.

Jusqu'à la fin de la deuxième guerre, le klystron était un amplificateur ou un oscillateur à basse puissance : quelques watts, accordable mécaniquement, et, dans une bande étroite, électroniquement.

Les applications de l'après-guerre demandèrent bientôt plus que cela. Le perfectionnement des radars, le développement des communications hertziennes, rendaient en particulier désirables des tubes à large bande. Les tubes à propagation d'onde vinrent à point pour répondre à ce besoin. Après un rappel qualitatif des principes mis en jeu, nous décrivons les divers types de ces tubes et quelques résultats caractéristiques actuels, principalement tirés des études faites dans les laboratoires de la Compagnie générale de télégraphie Sans Fil (C.S.F.).

PRINCIPE

Les tubes à propagation d'onde constituent une classe générale utilisant le principe de l'interaction prolongée d'un faisceau d'électrons et du champ d'une onde électromagnétique.

On sait que dans le klystron à deux cavités (fig. 1 a), le faisceau de courant I_0 fourni par le canon sous la tension V_0 traverse la première cavité elle-même excitée par le signal d'entrée. Les électrons en ressortent avec une vitesse différente de leur vitesse initiale et qui dépend de l'époque où ils ont traversé la cavité. Le faisceau a été modulé en vitesse. Dans l'espace de glissement, les électrons qui ont été accélérés rattrapent ceux qui ont été ralentis, formant ainsi des paquets. C'est la composante alternative du courant de faisceau qui excite alors la cavité de sortie. Par le fait même qu'il utilise des cavités résonantes à haute surtension, le klystron est, sous cette forme simple, un tube à bande étroite.

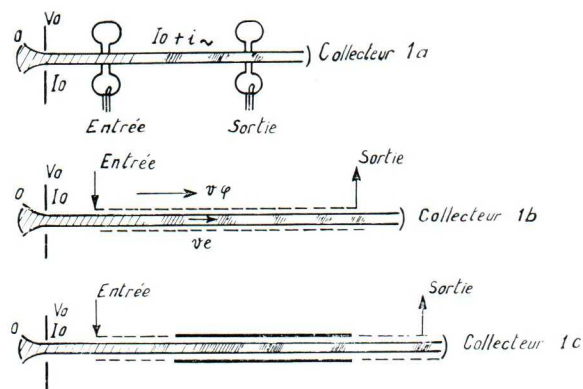


Fig. 1.

Le tube à propagation d'onde, tel qu'il fut proposé par Kompfner, utilise le même principe de modulation de vitesse, mais remplace les cavités à haute surtension et à interaction localisée par une ligne à retard, le long de laquelle une onde se propage en synchronisme avec le faisceau, comme schématisé fig. 1b. Le champ électrique longitudinal qui agit sur un électron donné va donc le faire pendant un temps long par rapport à la période du signal et cette action cumulative aura le même résultat que celle courte et localisée de la 1^{re} cavité du klystron. Là aussi,

il y aura progressivement transformation de la modulation de vitesse en modulation de densité et transfert de l'énergie alternative du faisceau en énergie HF de sortie. La ligne à retard, dans