

LES

LASERS

XASERS ET MASERS

D'UNE manière générale, on provoque une émission de rayons X en bombardant une anticathode métallique avec des électrons fortement accélérés. Les raies obtenues correspondent à des transitions entre les couches profondes des atomes du métal de l'anticathode ; elles mettent en jeu des énergies de l'ordre de 1 000 eV, c'est-à-dire mille fois plus importantes que celles du spectre optique. La réalisation d'un laser à rayons X (un « xaser ») va donc requérir, elle aussi, des énergies très élevées.

neuses durant 20 ns, de 30 J, à une longueur d'onde égale à 1,06 μ . Ce faisceau laser, focalisé à l'aide d'une lentille cylindrique, bombarde une toute petite surface d'une gélatine mélangée avec une solution de sulfate de cuivre. Il se formerait un plasma d'électrons, responsable de l'émission de rayons X.

La puissance de pompage utilisée par le groupe d'Utah (1,5 GW) est un million de fois plus faible que la puissance théorique nécessaire à l'obtention d'une émission laser. Selon B. Lax et H. Guenther, seuls des lasers à néodyme délivrant 1 000 GW, dans des impulsions d'une durée de la picoseconde sont susceptibles d'exciter des fonctionnements laser dans le domaine des rayons X mous. Pour obtenir des rayons X durs, comme ceux qui auraient été observés par Kepros et ses collaborateurs, les puissances requises seraient supérieures au million de gigawatts, et la durée des impulsions serait de l'ordre du millième de picoseconde : c'est bien au-delà des conditions expérimentales caractérisant l'expérience de Kepros.

Toutes ces prévisions théoriques paraissent donc quelque peu pessimistes quant à la véra-

cité des résultats de Kepros. Pour le moment, la réserve est de rigueur, d'autant plus que l'expérience a été répétée au Naval Research Laboratory et le taux de réussite paraît faible.

Le dernier en date des commentaires sur ces expériences est celui de Thomas A. Boster, du Lawrence Livermore Laboratory. Pour T.A. Boster, Kepros et ses collègues ont simplement observé des décharges électrostatiques entre les diverses sections du film utilisé pour détecter les rayons X : la bobine de film se serait ainsi comportée en condensateur à plaques parallèles.

L'expérience de Kepros a été réalisée au moyen d'un film médical, protégé de la lumière et des rayons X mous. Il est par contre sensible à l'effet des rayons X durs.

Contestés, les travaux de Kepros conduisent à des observations qui ne s'expliquent pas aisément : pourquoi le chercheur a-t-il effectivement observé une tache sur le film lorsque celui-ci était placé à 30 cm du gel ? Pourquoi, en refaisant l'expérience, avec un film placé à 110 cm du gel, Kepros a-t-il observé, de nouveau une tache sur le film, de diamètre identique à celle de la première

expérience ? Comment se fait-il que les dimensions des taches, sur les deux films, soient les mêmes ? Kepros pense qu'il est en présence de rayonnement cohérent (ce qui expliquerait les dimensions identiques des taches) de rayons X durs.

Le problème du xaser de Kepros reste donc entier !

LE MASER, A L'AUTRE EXTRÉMITÉ DU SPECTRE

Dans le domaine des hyperfréquences, le maser (acronyme de Microwave Amplifier by Stimulated Emission of Radiation) fonctionne depuis vingt ans déjà. En 1952, Joseph Weber proposa l'application de l'émission stimulée dans la bande des hyperfréquences, à peu près simultanément avec les physiciens soviétiques A.M. Prokhorov et N.G. Basov du Lebedev Institute, à Moscou.

Les fréquences de ces appareils se situent dans la bande 30 000 à 300 000 MHz, alors que les lasers

LE XASER DE KEPROS : UNE ERREUR ?

J.G. Kepros, E.M. Eyring et F.W. Cagle Jr., de l'université de l'Utah ont, à la fin 1972, observé l'émission de rayons X durs, émission annoncée comme étant la première émission laser aux grandes longueurs d'ondes. Comme dans le domaine optique, ils auraient au préalable réalisé une inversion de population ; le pompage optique a été effectué au moyen d'un laser à néodyme fournissant des impulsions lumi-

ultraviolets et à rayons X sont caractérisés par des fréquences bien supérieures au million de gigahertz.

Le premier maser fut réalisé en 1954 par Charles H. Townes, de l'université du Columbia. En fait, cet appareil fonctionnait en oscillateur ; il fallut attendre deux ans pour qu'un amplificateur fonctionne suivant ce procédé ; ce fut chose faite après que Bloembergen eût montré, en 1956, la possibilité de faire fonctionner un maser solide grâce à l'utilisation de trois niveaux quantiques. Par la suite, ce domaine a fait l'objet de très nombreux travaux.

Dans un tel maser à trois niveaux :

- le pompage injecte dans la cavité du maser un photon qui permet à un système quantique de monter, du niveau I sur le niveau III,

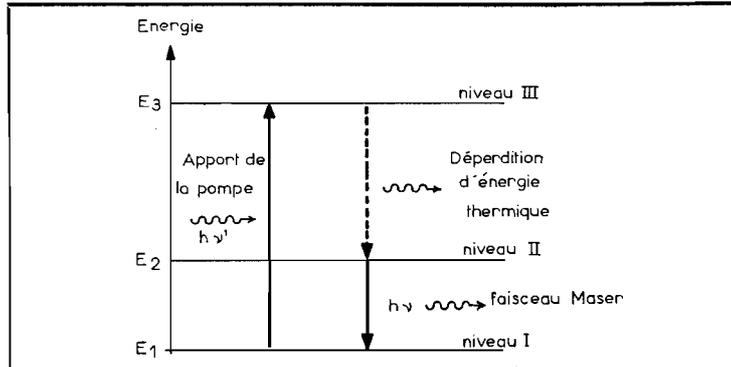
- simultanément un système descend du niveau II au niveau I en émettant un photon « utile »,

- enfin, pour assurer l'équilibre statistique, un système quantique descend du niveau III sur le

niveau II par une transition non radiative. Cette énergie est perdue en chaleur. Le maser plonge dans un cryostat où l'énergie thermique est évacuée.

Les applications du maser appartiennent à deux catégories, amplification et oscillation. Le maser amplificateur est destiné à équiper les récepteurs de radio-

un maser dans l'hélium liquide, le bruit de fond devient 10 à 100 fois plus faible que celui d'un amplificateur paramétrique (le plus sensible des amplificateurs électroniques). A Pleumeur-Bodou, on a installé un maser à ondes progressives, dont le gain est de 20 dB, et dont la largeur de bande atteint 25 MHz : on utilise, non

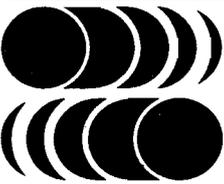


astronomie et les installations de communications par satellites. Cet amplificateur ne contient aucun faisceau d'électrons, seules les parties « dissipatives » vont créer des bruits de fond : en plongeant

plus une cavité, mais un guide d'onde ; les photons entrent par une extrémité, sortent par l'autre, amplifiés grâce à l'interaction avec la substance active que contient le guide.

Dans un maser oscillateur, contrairement au maser amplificateur, la puissance délivrée importe peu, on pourra toujours l'amplifier. Par contre, la stabilité de fréquence doit être excellente, et la largeur de bande aussi faible que possible. Au lieu d'utiliser des ions de chrome inclus dans un solide (cas du maser amplificateur), on prendra les molécules du gaz ammoniac ou les atomes du gaz « hydrogène atomique », à des pressions aussi faibles que possible pour réaliser un maser oscillateur. Actuellement, les meilleurs masers oscillateurs sont ceux qui utilisent l'hydrogène atomique : ils constituent des horloges et étalons de fréquence. Ils pourraient servir en métrologie, pour mesurer la fréquence d'une oscillation par exemple. On peut encore asservir la fréquence à un champ magnétique appliqué sur le maser : en mesurant la fréquence, on obtiendra un magnétomètre ; des magnétomètres à maser permettent des mesures de champs à 10^{-6} G près.

M. FERETTI



l'auditorium

4 rue A. Chenier 78 VERSAILLES Tél. 950.31.82

Point de vente pilote AKAI

GAMME COMPLETE * DU CHOIX DES PRIX

MAGNETOPHONES STEREO	PLATINES STEREO CASSETTES	CR 80 T : 2 230 F
X 200 SD : 4 150 F	GX C 40 D : 1 620 F	ENCEINTES
X 1.800 SD : 3 680 F	CS 50 D : 1 890 F	SW 170 A : 1 460 F
GX 365 : 5 790 F	CR 80 D : 1 820 F (à cartouche)	SW 125 : 900 F
1.720 W : 1 700 F	MAGNETOPHONES STEREO A CASSETTE	SW 121 A : 590 F
X 1.810 : 4 030 F	CS 55 : 2 170 F	SW 131 A : 730 F
X 5 : 2 520 F	GX C 40 : 1 830 F	SW 180 A : 2 040 F
X 330 : 4 290 F	CS 50 : 2 170 F	SW 120 : 500 F
PLATINES STEREO	CR 80 : 2 170 F (à cartouche)	SW 155 : 1 020 F
GX 365 D : 4 830 F	AMPLIS	SW 35 (la paire) : 680 F
GX 280 D : 4 640 F	AA 5.200 : 1 490 F	SW 30 (la paire) : 395 F
M 11 D : 2 720 F	AA 5.900 : 1 930 F	NDS 70 (la paire) : 800 F
GX 220 D : 3 670 F	AA 5.800 : 2 570 F	CASQUES
4.000 D : 1 510 F	AA 6.100 (quadri) : 1 300 F	AS E 20 : 139 F
X 1.810 D : 3 650 F	AMPLIS TUNERS	AS E 22 : 164 F
X 200 D : 3 360 F	AA 8.500 : 3 600 F	AS E 9 S : 116 F
X 165 D : 2 500 F	AA 6.600 : 2 480 F	MICROS
X 330 D : 3 850 F	AA 6.300 : 2 140 F	DM 13 : 133 F
MAGNETOPHONE QUADRI PHONIE	AA 6.200 : 1 780 F	UM 101 : 217 F
1.730 SS : 3 270 F	AS 8.100 S (qua) : 3 300 F	MAGNETOSCOPES
PLATINES QUADRI	AA 8.080 : 2 700 F	VTS 110 compl. : 10 810 F
1.800 D SS : 3 990 F	AA 8.030 : 2 400 F	VTS 110 DX « : 11 360 F
280 D SS : 5 280 F		VT700 : 7 580 F
1.730 D SS : 2 860 F		VC 115 Caméra à viscus électro. : 3 740 F



- Reprise aux meilleures conditions de votre ancien matériel contre l'achat d'un ensemble en KIT.
- De très nombreux ensembles HI-FI de reprise vendus entre 40 % et 60 % de leur valeur.
- KIT SHOP pour vous servir : Des heures d'ouverture pratiquées du lundi au samedi

9h à 13h30 et 14h30 à 19h.

2

Pour votre collection, procurez-vous

- LA RELIURE « HAUT-PARLEUR » (Marron)
- LA RELIURE « HI-FI STÉRÉO » (Bleu)
- LA RELIURE « ÉLECTRONIQUE PROFESSIONNELLE » (Rouge)

Au prix de **10 F** l'une + 2,50 F de port

Adressez commande à :

LE HAUT-PARLEUR
2 A 12, RUE DE BELLEVUE - PARIS (19^e)
TÉL. : 202-58-30 C.C.P. 424-19 PARIS