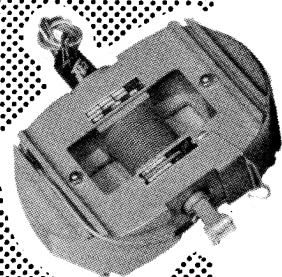


Carcinotron

CO 2012 B



CO 2012 B 15,50 à 24,00 GHz

OSCILLATEUR A LARGE BANDE D'ACCORD ÉLECTRONIQUE

CONNEXIONS

Sorties en fils souples de couleurs conventionnelles

- Filament : marron
- Cathode : jaune
- Grille : vert
- Anode 1 : bleu
- Anode 2 et masse : rouge

Sortie UHF
Guide RG 53/U
Bride UG 595/U
Poids : 7,5 kg (env.)

Le Carcinotron "O" type CO 2012 B, grâce à un excellent rapport signal/bruit parasite, est un oscillateur particulièrement destiné aux générateurs wobulés à grande excursion de fréquence, aux analyseurs de spectre à très grande dispersion, aux récepteurs panoramiques de radars, à l'analyse spectrométrique des mélanges de gaz, aux amplificateurs paramétriques et aux masers (pompe) etc...

Ce tube à focalisation par aimant permanent incorporé délivre une puissance de 30 à 120 mW dans la bande 15,50 à 24,00 GHz. La fréquence varie d'une manière continue en fonction de la tension de l'anode 2 (ligne à retard et collecteur réunis).

La modulation d'amplitude et le fonctionnement en impulsion sont possibles par commande des tensions d'anode 1 ou de grille.

Une grande robustesse et une longue durée de vie, permettent l'emploi de ce tube dans les matériels "hyperfréquence" professionnels et militaires.

CSF COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL
6201-D1-

DIVISION TUBES ÉLECTRONIQUES
55, rue Groffulhe - Levallois-Perret (Seine) - PER 34-00

S. A. au Capital de 84.066.600 NF
Siège Social: 79, Bd HAUSSMANN, PARIS-8^e

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

FRÉQUENCE:

Minimale
Maximale

PUISSANCE UHF:

Minimale
Maximale
Dynamique dans la bande
Dynamique max. dans une bande
de 0,5 GHz

CHAUFFAGE:

Tension de chauffage
Courant de chauffage

TENSIONS D'ALIMENTATION:

Tension d'anode 2,
F = 15,50 GHz
F = 20,00 GHz
F = 24,00 GHz

Ecart de tension d'anode 2 entre
différents tubes pour des valeurs
identiques de la fréquence. . . .

Courant d'anode 2 max.
(F = 24,00 GHz).

Courant d'anode 2 min.
(F = 15,50 GHz).

Tension d'anode 1 max.

Tension d'anode 1 min.

Courant d'anode 1 max.

Tension de grille

Symbole	Valeur		Unité
	nominale	mini ou maxi	
	15,50	$\geq 14,90$	GHz
	24,00	$\leq 24,50$	GHz
P min	35	≥ 10	mW
Po max	115	≤ 500	mW
Po Δ P	6	≤ 10	dB
Δ P	-	≤ 3	dB
Vf	6,3	$6,3 \pm 0,2$	V
If	0,9	$> 0,7$ $< 1,5$	A A
Va2	0,69	$\geq 0,50$	kV
Va2	1,40	-	kV
Va2	2,40	$\leq 2,60$	kV
Δ Va2	-	≤ 5	%
Ia2	20	< 40	mA
Ia2	11	≥ 8	mA
Val	Indiquée sur chaque tube	≤ 400	V
Val		≥ 100	V
Ia1	-	≥ -2 et ≤ 8	mA
Vg	0	≥ -250	V

DÉRIVE THERMIQUE DE FRÉQUENCE :

Après 10 mn. de fonctionnement

MODULATION :

Sensibilité de modulation de fréquence par Va2

min. (F = 24,00 GHz)

max. (F = 15,50 GHz)

Modulation en amplitude par Val :
variation de Val pour un ΔP de
6 dB, mini

maxi

Tension de blocage des oscillations par Vg. mini

CAPACITÉS :

Grille / toutes autres électrodes

Anode 1 / toutes autres électrodes

Anode 2 / toutes autres électrodes

Filament / cathode

ISOLEMENTS : (Vf = 6,3 V)

Grille / toutes autres électrodes
(Vg/al a2 k = - 100 V)

Anode 1 / toutes autres électrodes
(Val/g a2 k = - 300 V)

Anode 2 / toutes autres électrodes
(Va2/g a1 k = - 1500 V)

Filament / cathode
(Vf/k = $\pm$ 50 V)

Symbole	Valeur		Unité
	nominale	mini ou maxi	
$\Delta F/F$	-	10^{-3}	-
S	3	2	MHz/V
S	9	12	MHz/V
ΔVal	-	- 15	V
ΔVal	-	- 200	V
Vg bl	-	- 200	V
C g	10,5	< 30	pF
Ca1	9,5	< 30	pF
Ca2	11	< 30	pF
Cfk	10,5	< 30	pF
R g	20	> 1	M Ω
Ra1	25	> 1	M Ω
Ra2	150	> 5	M Ω
Rfk	1	> 0,05	M Ω

CARACTÉRISTIQUES LIMITES

DE FONCTIONNEMENT

Tension de chauffage
 Courant dans le filament à sa mise
 sous tension
 Temps de chauffage de la cathode
 Tension de grille
 Tension d'anode 1
 Tension d'anode 2
 Courant cathodique ($I_{a1} + I_{a2}$) . . .
 Dissipation de l'anode 1
 Dissipation de l'anode 2
 (avec refroidissement)
 Tension entre filament et cathode
 Résistance à monter en parallèle
 sur l'alimentation grille.
 Résistance à monter en parallèle
 sur l'alimentation anode 1.

Symbole	Valeur min.	Valeur max.	Unité
Vf	6,1	6,5	V
If crête	-	2	A
tk	120	-	s
Vg	-300	0	V
Val	Vg1	450	V
Va2	Val	2,70	kV
Ik	-	40	mA
Pal	-	3	W
Pa2	-	100	W
Vf/k	-50	+50	V
rg	-	50	K Ω
ral	-	50	K Ω

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

VIBRATIONS :

- Fréquence 10 à 50 Hz - amplitude = 1 mm - accélération max. 10 G
 - Fréquence 50 Hz - accélération 10 G
- ΔF max. : ± 1 MHz
 ΔP max. : $\pm 5\%$

CHOC :

Accélération maximale 15 G - durée de l'impulsion 11 μ s

POSITION DE FONCTIONNEMENT : indifférente

CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT : voir au paragraphe "Focalisateur"

TEMPÉRATURE AMBIANTE :

- En fonctionnement 100° C max.
- En stockage -65° C à + 110° C

REFROIDISSEMENT :

- Température du point de référence T à ne pas dépasser 150° C

1°) cas d'utilisation

Pa2 $\leq$ 12 W (F $\leq$ 18 GHz)

Refroidissement naturel suffisant si une circulation d'air naturelle a été prévue dans le montage.

2°) cas d'utilisation

Pa2 > 12 W (F max $\geq$ 18 GHz)

Refroidissement par ventilation forcée débit d'air : 10 dm³/s
pression d'air : 2,5 g/cm²
direction de l'air : zone du point de référence T.

EMBALLAGE :

Dimension max. : 0,46 x 0,50 x 0,66 (en mètre)

Poids avec tube : 21Kg

EXEMPLE DE FONCTIONNEMENT

- Tension de chauffage
- Courant de chauffage
- Tension de grille
- Tension d'anode 1
- Fréquence de fonctionnement
- Courant d'anode 1
- Courant d'anode 2
- Courant d'anode 2 correspondant à l'accrochage des oscillations
- Tension d'anode 2
- Puissance UHF

Unité	Symbole			
V	Vf		6,3	
A	If		0,9	
V	Vg		0	
V	Val		175	
GHz	F	15,50	20,00	24,00
mA	Ia1	0,0	-0,02	-0,05
mA	Ia2	11	14	19
mA	Ia2 acc	3	6	12
kV	Va2	0,69	1,38	2,37
mW	Po	39	72	106

	Unité	Symbole			
- Fréquence de fonctionnement	GHz	F	15,50	20,00	24,00
- Sensibilité de modulation par l'anode 2 (mesuré avec Va2 de 50 à 100 V)	MHz/V	S	7,8	5,1	2,5
- Modulation par l'anode 1 variation de Va1 pour réduire la puissance P ₀ de 6 dB	V	Δ Va1	-115	-92	-65
- Blocage par la grille des oscillations	V	Δ Vg	-150	-125	-90
- Entraînement de fréquence lorsque P ₀ est réduit de 6 dB par action sur Va1	MHz	Δ F	112	105	70
- Entraînement de fréquence lorsque la phase d'une charge de TOS = 1,5 varie de $\pm 180^\circ$	MHz	Δ F	9	10	11
- Rapport signal/signaux parasites mesuré à l'analyseur de spectre (entre 0,1 et 10 MHz)	dB	S/B	> 47	> 45	> 43
- Rapport bruit ou signaux parasites / KTB, pour F. I. = 30 MHz (KTB = - 174 dBm/Hz, P ₀ = 1mW)	dB	N/KTB	< 20	< 20	< 20
- Vibrations 1 à 50 Hz, amplitude = 1mm (10 g max.)	MHz	Δ F	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 0,25$
Ecart de fréquence max.	%	Δ P	± 4	± 5	± 4
Ecart de puissance max.					
- Sensibilité aux conditions d'environnement magnétique (voir Focalisateur)					
Pièces ferro-magnétiques (à 10cm)	%	Δ P	0,2	0,5	1
Pièces magnétiques (à 15cm)	%	Δ P	5	4	5
- Bande réelle de fonctionnement	GHz mW	F P ₀	14,85 29	à à	24,50 90
- Variation max. de puissance:					
1) dans la bande 15,50 à 24,00 GHz	dB	Δ P ₀		5	
2) dans une bande quelconque de 0,5 GHz	dB	Δ P ₀		1	

BRUIT ET MODULATIONS PARASITES

DU SIGNAL UHF

L'existence des phénomènes de modulation du signal par des oscillations parasites dues à la présence d'ions dans le faisceau électronique des klystrons, TPO, carcinotrons, etc... est bien connue.

Les études de ces phénomènes, entreprises par C. S. F., ont abouti à une solution efficace du problème, sans avoir recours à des dispositifs encombrants tels que les pompes à ions par exemple.

MODULATION PARASITE DE FRÉQUENCE :

$F_m > 0,05 \text{ MHz}$

Dans un carcinotron, une modulation du courant de faisceau par les oscillations parasites, dont la fréquence est comprise entre 0,5 et 5 MHz, fait apparaître des spectres de rapport signal/raie parasite plus faible dans le cas d'une modulation de fréquence que dans le cas d'une modulation d'amplitude. Ceci est dû à la valeur élevée du coefficient d'entraînement de fréquence par le courant de faisceau (pushing factor). Ainsi, l'examen du signal à l'analyseur de spectre mettra principalement en évidence la modulation parasite de fréquence du signal.

Le tableau suivant donne les valeurs du rapport signal/raie parasite obtenues entre $\pm 0,05 \text{ MHz}$ et $\pm 1000 \text{ MHz}$ de part et d'autre du signal :

Bande de fréquence analysée de part et d'autre du signal (MHz)	Rapport signal/raie parasite en tous points de la gamme du CO2012 B Valeurs obtenues (dB)
$\pm 0,05 \text{ à } \pm 0,2$	≥ 35
$\pm 0,2 \text{ à } \pm 10$	≥ 45
$\pm 10 \text{ à } \pm 1000$	≥ 50

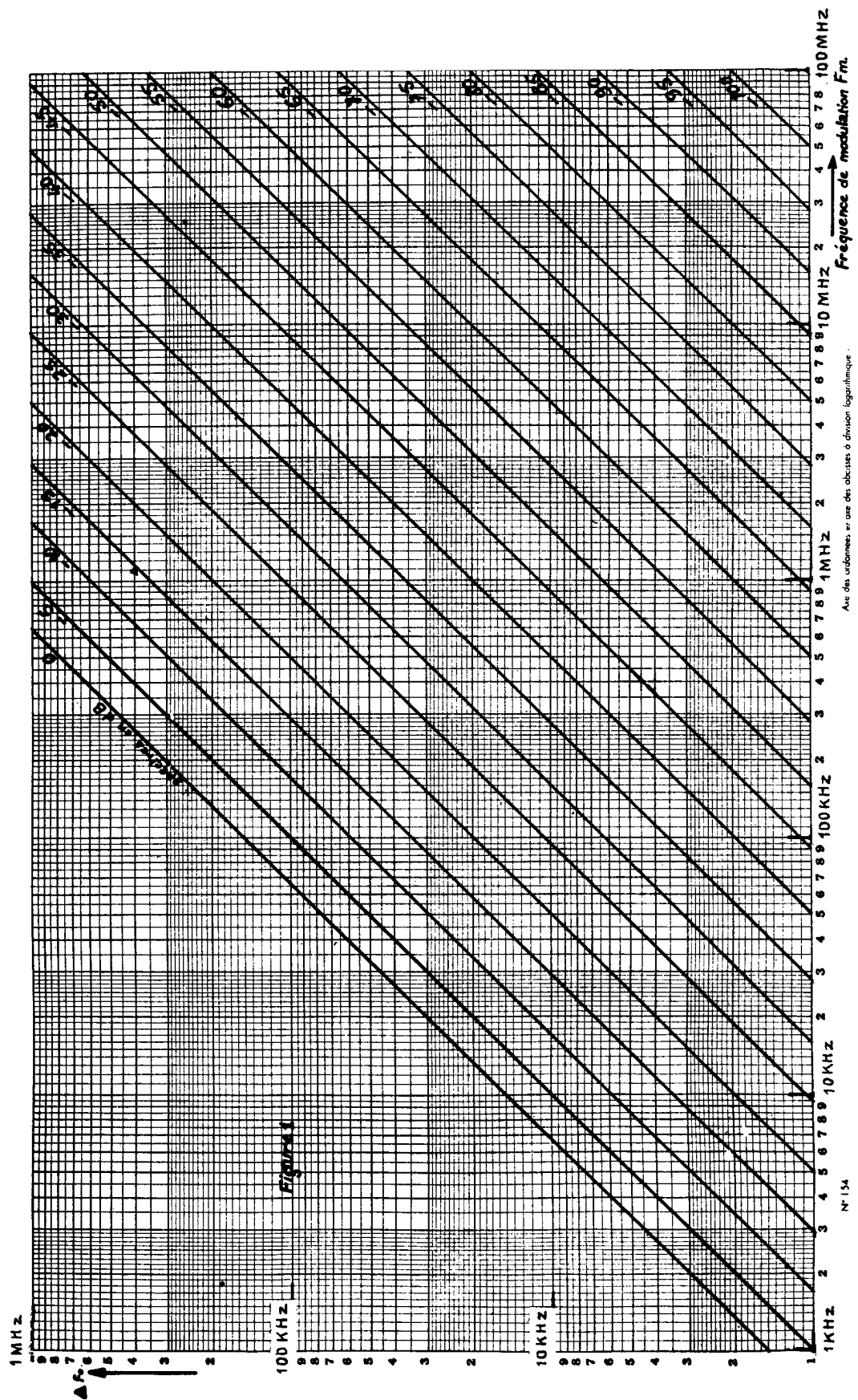
L'abaque (figure n°1) donne les valeurs de ΔF en fonction de la fréquence de modulation F_m , pour différentes valeurs du rapport $\frac{J_0(m)}{J_1(m)}$ et précise les limites de la mesure - ($m = \frac{\Delta F}{F_m}$) .

Il faut noter que cette méthode n'est pas suffisamment sensible pour mesurer le rapport signal/bruit blanc et les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus ne concernent que les oscillations parasites.

L'oscillogramme (fig. 2) montre un exemple de spectre obtenu avec un tube normal.

SPECTRES EN MODULATION DE FREQUENCE

$$\frac{J_1(m)}{J_0(m)} \text{ en dB } m = \frac{\Delta F_0}{F_m}$$



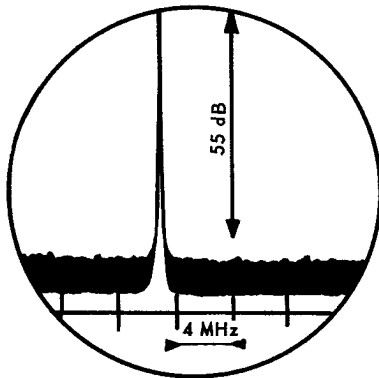
$F_m < 0,05 \text{ MHz}$

Dans ce cas, l'analyseur de spectre classique ne peut être utilisé. La modulation de fréquence peut être mesurée à l'aide d'un système comprenant un discriminateur et un voltmètre sélectif par exemple. Cette mesure, contrairement à la précédente, ne peut être faite d'une manière continue en tous points de la bande du carcinotron et, de plus elle exige beaucoup de soins et de précautions. Une méthode panoramique utilisant un analyseur de spectre à très large bande passante (1,4 MHz à 3dB au lieu de 12 kHz) permet de contrôler le ΔF par mesure de l'épaississement de la courbe vue sur l'oscilloscope (voir figures 3,4 et 5). Cette méthode, à laquelle on peut reprocher sa faible sensibilité (ΔF min. mesurable $\simeq 50 \text{ kHz}$) a l'avantage de pouvoir être appliquée sur tous les tubes fabriqués et de permettre l'élimination de tubes présentant des phénomènes de relaxation à très basse fréquence.

Ainsi, une garantie dans la bande $\pm 0,05 \text{ MHz}$, de part et d'autre du signal sur la valeur max de ΔF ($\leq 50 \text{ kHz}$) est apportée.

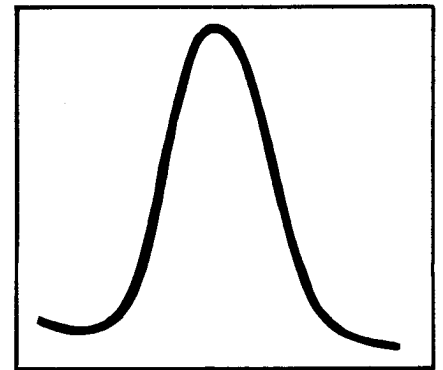
Les oscillogrammes (figures 3,4 et 5) montrent les résultats donnés par un tube normal et par deux tubes très défectueux.

Fig. 2



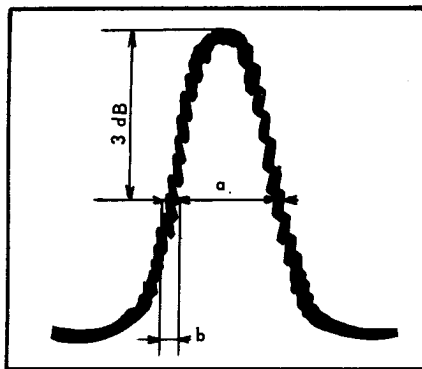
Exemple d'oscillogramme observé à l'analyseur de spectre

Fig. 3



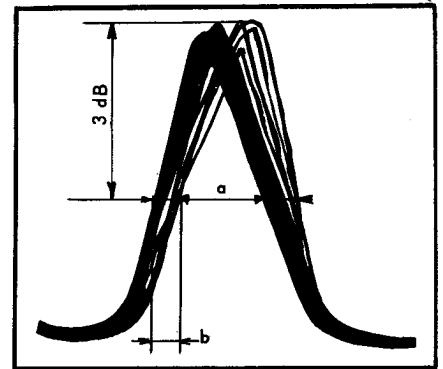
$\Delta F \leq 50 \text{ kHz}$ spectre pur tube normal

Fig. 4



$F_m = 5 \text{ kHz}$, $\Delta F = 1.400 \times \frac{b}{a} \simeq 150 \text{ kHz}$
défaut caractérisé

Fig. 5



$F_m = 35 \text{ Hz}$, $\Delta F = 1.400 \times \frac{b}{a} = 300 \text{ kHz}$
défaut caractérisé

MODULATION PARASITE D'AMPLITUDE :

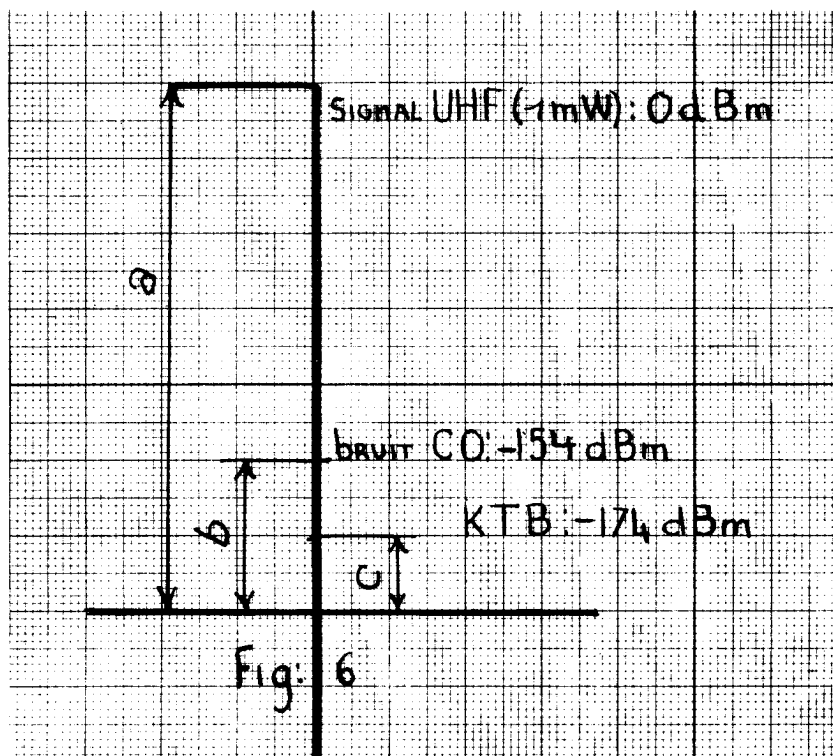
Comme nous l'avons signalé plus haut, le rapport de spectre de modulation d'amplitude est plus grand que dans le cas de la modulation de fréquence. Une méthode plus sensible que l'analyseur doit être utilisée dans ce cas, mais elle n'a pas l'avantage d'être panoramique.

On peut exprimer la qualité du carcinotron par le rapport signal/bruit (ou oscillation parasite) par hertz ou encore par le rapport bruit (ou oscillation parasite)/K.T.B. Rappelons que K. T. B. pour $T = 290^\circ\text{K}$ et $B = 1\text{ Hz}$, est égal à -274 dBm .

D'après l'exemple donné figure 6, on peut écrire :

- $\text{Signal/bruit} = \frac{a}{b} \rightarrow 154\text{ dBm}$ soit $\text{bruit/K. T. B.} = \frac{b}{c} = 20\text{ dBm}$.

On trouve les mêmes résultats en remplaçant, sur l'appareillage de mesure, les carcinotrons "O" par un klystron.



CHARGE

Le carcinotron CO 2012B peut admettre des charges présentant un TOS élevé, quelle que soit la phase, sans qu'il y ait décrochage des oscillations. Une charge fortement désadaptée rend la fréquence sensible à la phase, et peut réduire assez notablement la puissance.

SYSTÈME DE FOCALISATION

FOCALISATEUR, ENCOMBREMENT MAGNÉTIQUE :

La focalisation magnétique du faisceau électronique est obtenue au moyen de deux aimants en forme de U en Ticonal 800 s'appuyant sur deux pièces polaires à leur extrémité. Le tube est réglé dans sa position optimum par rapport au focalisateur et rendu solidaire de ce dernier. Le champ magnétique axial dans l'entrefer est d'environ 1600 oersteds. Un dispositif spécial permet de réduire les composantes radiales du champ magnétique dans l'entrefer rendant ainsi le fonctionnement du tube peu sensible à la présence de matériaux magnétiques ou ferro-magnétiques dans le voisinage du Carcinotron.

DEUX RECOMMANDATIONS IMPORTANTES

- 1°) Pour ne pas désaimanter le focalisateur (risque de mise hors service du carcinotron dans le cas d'une désaimantation importante) ne pas "coller" sur les aimants, d'objets ferro-magnétiques ou, à fortiori, un autre aimant. Pour éviter de créer des distorsions excessives du champ magnétique dans l'entrefer, maintenir toutes pièces ferro-magnétiques à 10cm au moins du focalisateur, et tout appareil produisant des champs magnétiques à 15 cm.
- 2°) Ne pas oublier que le champ de fuite du focalisateur peut perturber le fonctionnement d'organes tels que tubes électroniques, appareils de mesure, relais etc... si ceux-ci sont placés trop près du carcinotron. A cet effet, nous donnons (figure 8) les encombrements du CO 2012 B pour les objets ferro-magnétiques, et pour les objets magnétiques, ainsi que les valeurs du champ de fuite aux points caractéristiques des encombrements ainsi définis.

NOTE :

Le contrôle de la sensibilité des carcinotrons aux conditions d'environnement magnétique est fait de la manière suivante :

- 1°) Objets ferro-magnétiques : Ils sont représentés par une plaque de tôle d'acier doux de 2 mm d'épaisseur, dont les côtés mesurent respectivement 250 et 350 mm. Cette tôle est déplacée à une distance constante du carcinotron (10 cm) et l'on note, pour sa position la plus défavorable, la variation maximale de puissance provoquée par sa présence.

2°) Appareils produisant un champ magnétique :

Ils sont représentés par un barreau aimanté, constitué de 4 éléments de 15 x 26 x 190 mm accolés, en Ticonal 800, présentant un potentiel magnétique à leurs extrémités de 3.500 Gilberts au moins (ce qui correspond à un champ de fuite sur le grand axe d'environ 37 et 15 oersteds à des distances respectives de 10 et 15 cm de l'extrémité du barreau).

Comme précédemment, le barreau est déplacé autour du carcinotron, à une distance constante de 15 cm, en recherchant la position et l'orientation les plus défavorables ; la variation maximale de puissance provoquée par sa présence est notée.

CONSIGNES DE MANUTENTION ET DE MISE EN PLACE

Comme il est dit au paragraphe "Focalisateur", le tube peut être détérioré si certaines précautions ne sont pas prises. En se conformant aux instructions suivantes, les risques d'endommager le carcinotron seront réduits :

- 1°) Laisser le tube dans son emballage jusqu'au moment de sa mise en place dans le matériel.
- 2°) Utiliser de préférence de l'outillage amagnétique (clé, tournevis), ou, dans le cas contraire, éviter absolument le "collage" des outils sur les aimants. Un tournevis en alliage amagnétique existe dans l'emballage.

FIXATION :

- Utiliser 4 vis ou boulons en laiton ou en acier inoxydable non magnétique $\varnothing 6$ à tête carrée.
- Tenir compte des indications fournies dans le paragraphe "Focalisateur" pour les distances à respecter entre le carcinotron et les pièces ou appareils qui l'entourent.

CONNECTIONS :

- L'anode 2 est réunie par construction au collecteur et au focalisateur.

Le + de l'alimentation HT doit être réuni à la sortie a2 (fil rouge et masse).

- Recommandations : Ne pas oublier de fixer le potentiel du filament par rapport à la cathode, en réunissant le fil jaune à l'un des fils marrons, si aucune tension ne doit être appliquée entre filament et cathode. Dans le cas contraire, nous rappelons que cette tension ne doit pas dépasser ± 50 volts.

SCHEMA D'UTILISATION

- 1 - Alimentation filament 6, 3V, stabilisée à $5 \cdot 10^{-2}$
- 2 - Alimentation d'anode 1
- 3 - Alimentation de la modulation d'anode 2
- 4 - Alimentation d'anode 2
- 5 - Système de découplage
- 6 - Coupleur directif et redresseur

NOTE : La cathode peut éventuellement être mise à la masse à condition d'isoler la sortie HF et le corps du tube.

- A : Puissance de sortie constante
B : Mesure de la puissance de sortie

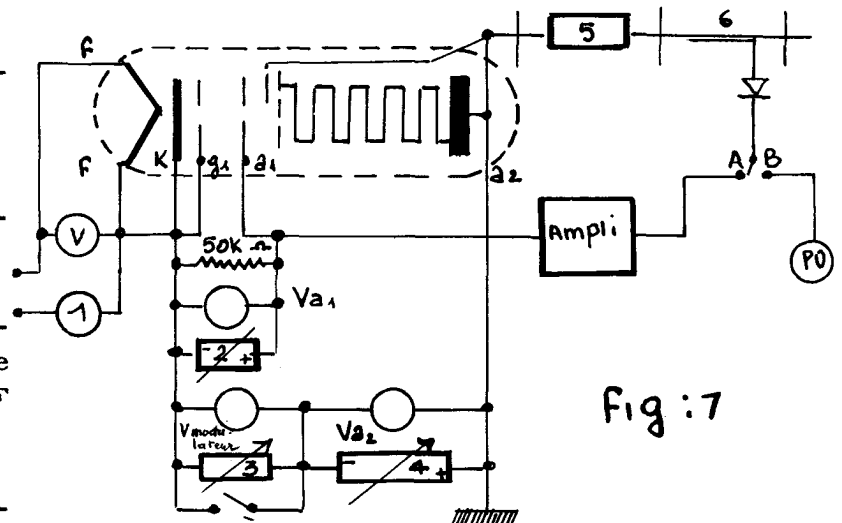
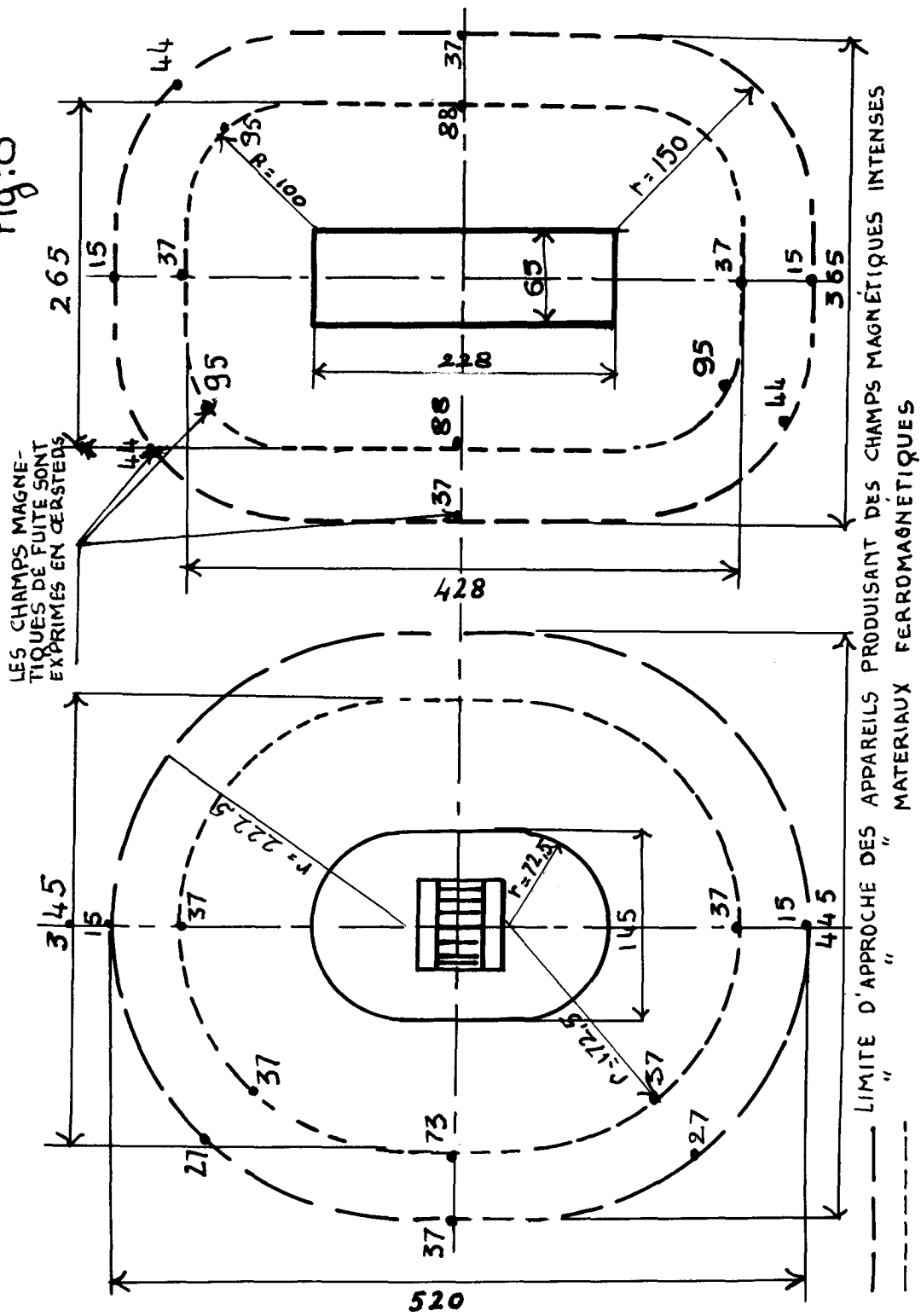


Fig: 8



CONSIGNES DE MISE EN SERVICE ET D'ARRÊT

MISE EN SERVICE :

- 1 - Mettre en marche le refroidissement s'il est nécessaire.
- 2 - Appliquer la tension de chauffage, 6,3 volts ; attendre 120 secondes.
- 3 - Appliquer la tension de grille (éventuellement).
- 4 - Appliquer la tension d'anode 2.
- 5 - Appliquer la tension d'anode 1.

ARRÊT :

Opérer dans l'ordre inverse de celui de la mise en service.

RECOMMANDATIONS :

- 1°) La tension d'anode 2 ne doit jamais être inférieure à la tension d'anode 1, même en modulation
- 2°) Appliquer, au cours de la première mise en service, des tensions réduites telles que :

$V_{a2} = 700 \text{ Volts}$

$V_{a1} = \text{Valeur indiquée sur la plaquette du carcinotron} - 50 \text{ volts.}$

S'assurer que le tube fonctionne correctement avant d'appliquer les tensions normales.

ALIMENTATIONS

CHAUFFAGE DE LA CATHODE :

- 1°) Le courant dans le filament ne devra pas dépasser 2,5 fois la valeur nominale au moment de l'application de la tension de chauffage.
La résistance à froid du filament est de l'ordre 1Ω .
- 2°) Le chauffage de la cathode avec du courant continu est très recommandé. En effet, le chauffage avec du courant alternatif introduit une modulation de fréquence à 50 Hz et l'excursion de fréquence ΔF peut atteindre plusieurs centaines de kHz, d'où l'avantage du chauffage de la cathode en courant continu.

ALIMENTATION DE GRILLE ET ANODE I

Il est indispensable de charger ces alimentations par une résistance de $50\text{ K}\Omega$ pour garantir la valeur de la tension V_g et V_{a1} , dans le cas éventuel de courants inverses dans ces électrodes.

ISOLEMENTS :

Par construction, le + HT est réuni à l'enveloppe extérieure du tube, celle-ci étant généralement réunie à la masse. Ne pas oublier que, de ce fait, la cathode, le filament, le + d'alimentation de grille 1, le - d'alimentation d'anode 1, peuvent être portés à un potentiel négatif de 2.700 volts par rapport à la masse. Les isollements des alimentations devront donc être prévus en conséquence.

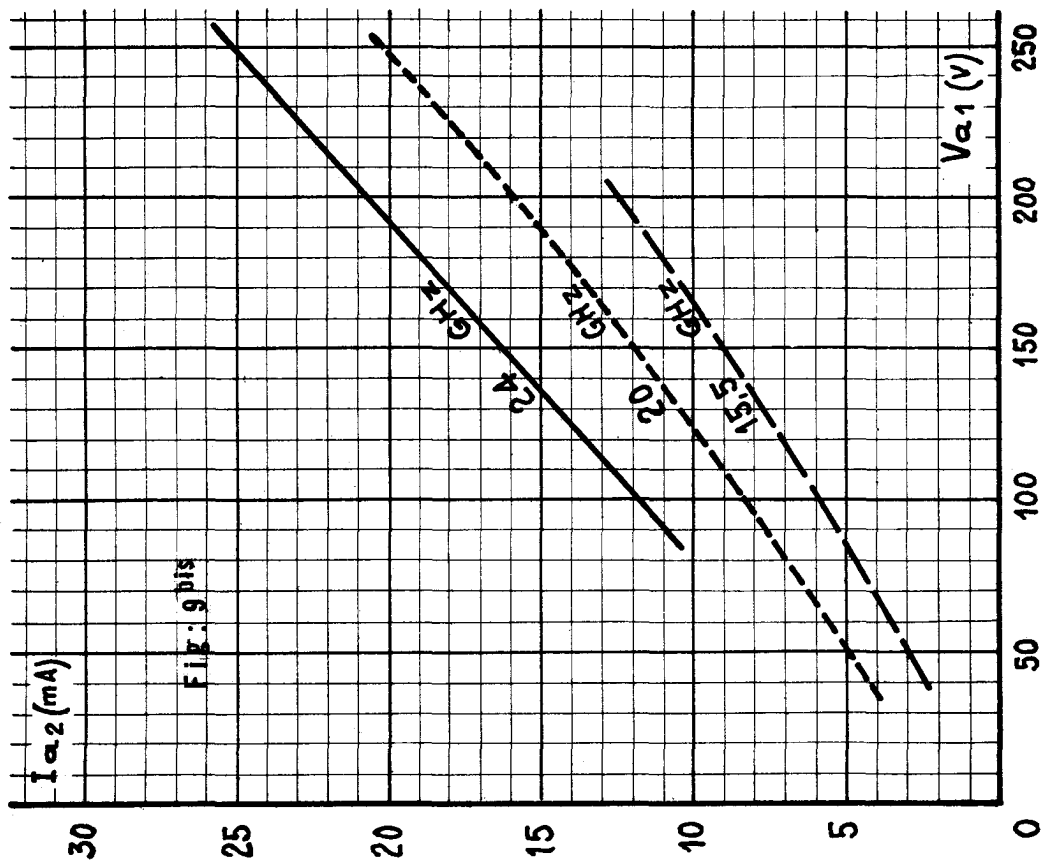
STABILISATION DES TENSIONS D'ALIMENTATION :

Tension de chauffage : Stabilisation à $\pm 3\%$.

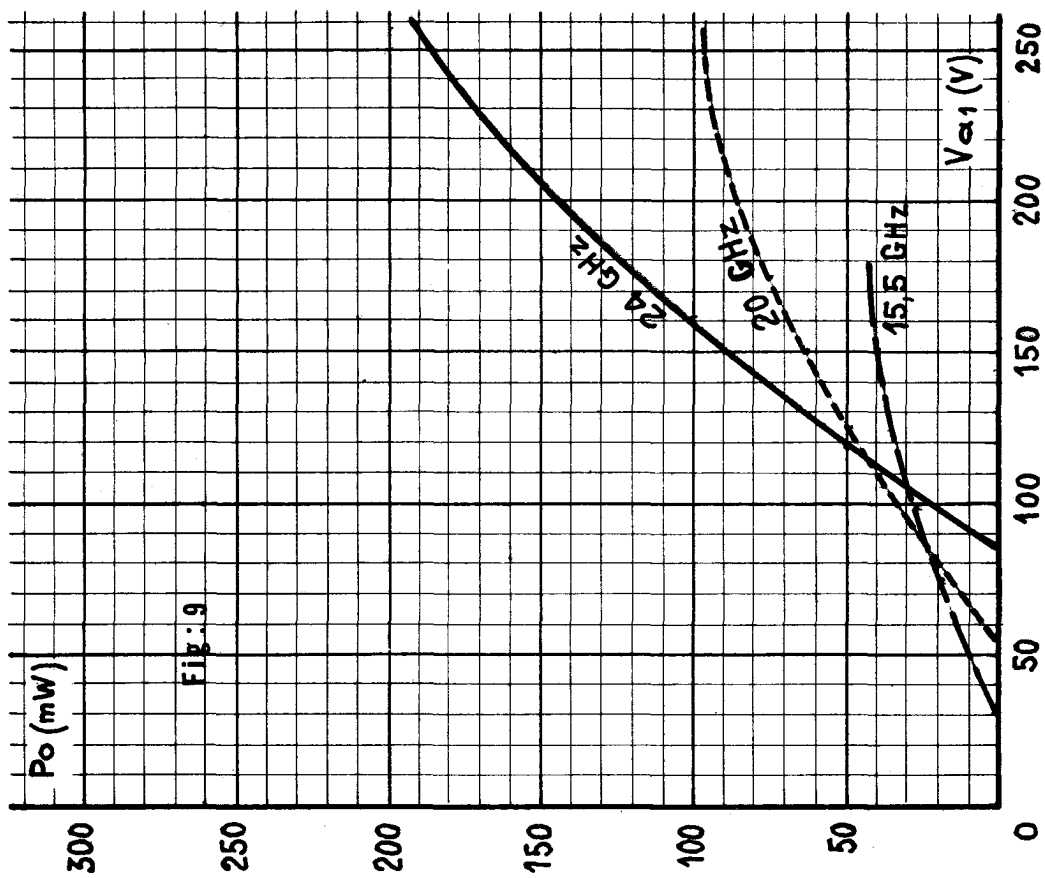
Autres tensions : Les valeurs indiquées précédemment dans l'exemple de fonctionnement, et les courbes donnant les variations de P_o et I_{a2} en fonction de V_{a1} et de V_g , permettent à l'utilisateur de définir, compte tenu de ses exigences en stabilité de fréquence, la stabilité des différentes tensions.

FIGURES

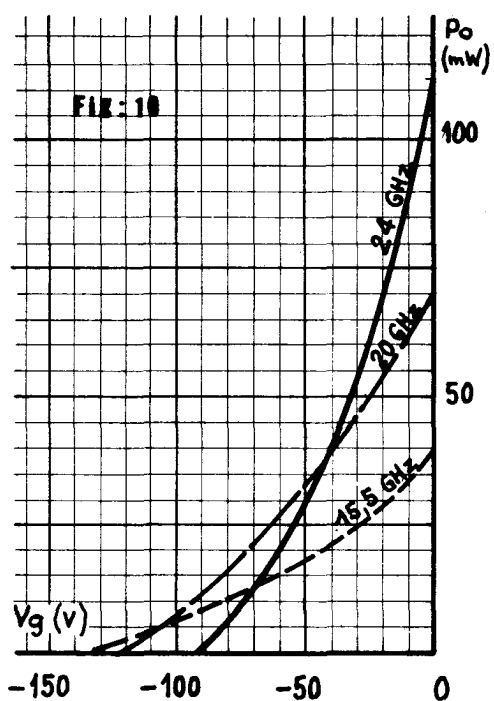
- Les figures 9 et 9 bis donnent respectivement un exemple de variation de P_o et de I_{a2} en fonction de la tension d'anode V_{a1} .
- Les figures 10 et 10bis donnent respectivement un exemple de variation de P_o et de I_{a2} en fonction de la tension de grille V_g .
- La figure 11 donne un exemple de variation des courants I_{a2} et I_{a1} en fonction de la fréquence, V_{a1} restant constant et V_g égal à 0.
- La figure 12 donne un exemple de variation de V_{a2} et de P_o en fonction de la fréquence de fonctionnement.



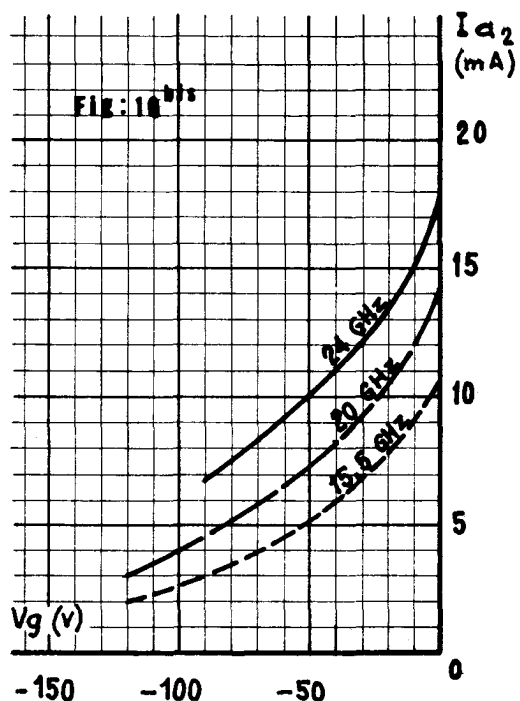
VARIATION DE I_{a2} EN FONCTION DE V_{a1}



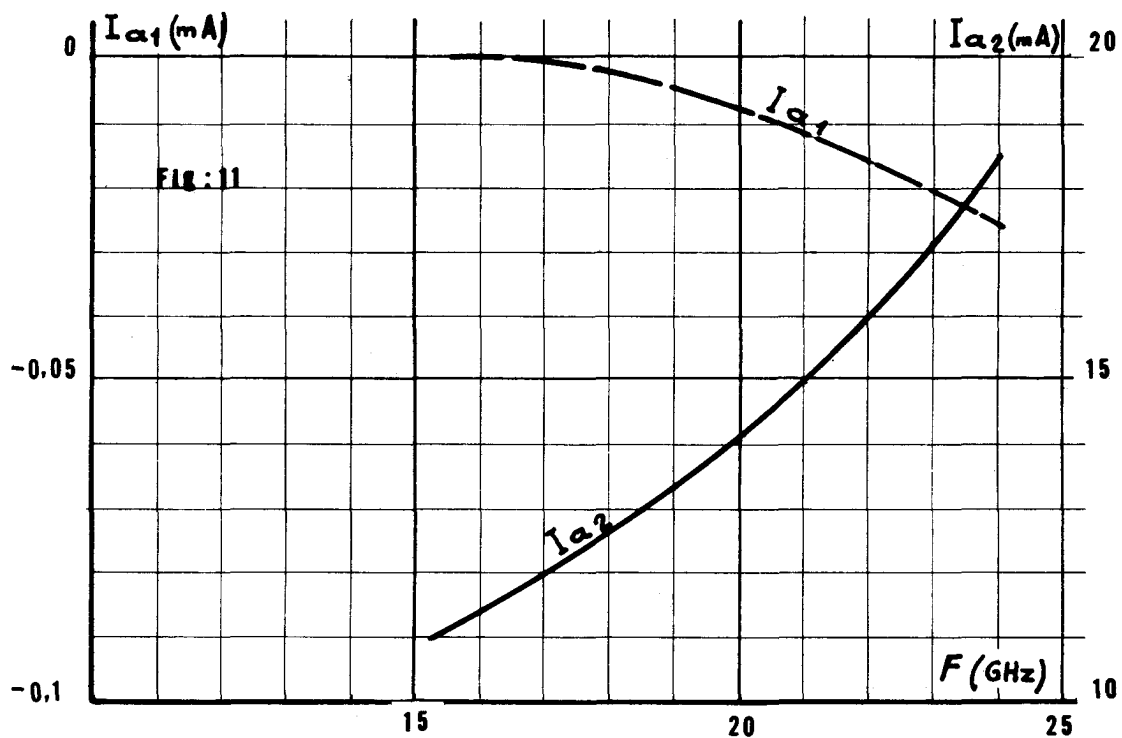
VARIATION DE P_o EN FONCTION DE V_{a1}



VARIATION DE P_o EN FONCTION DE V_g

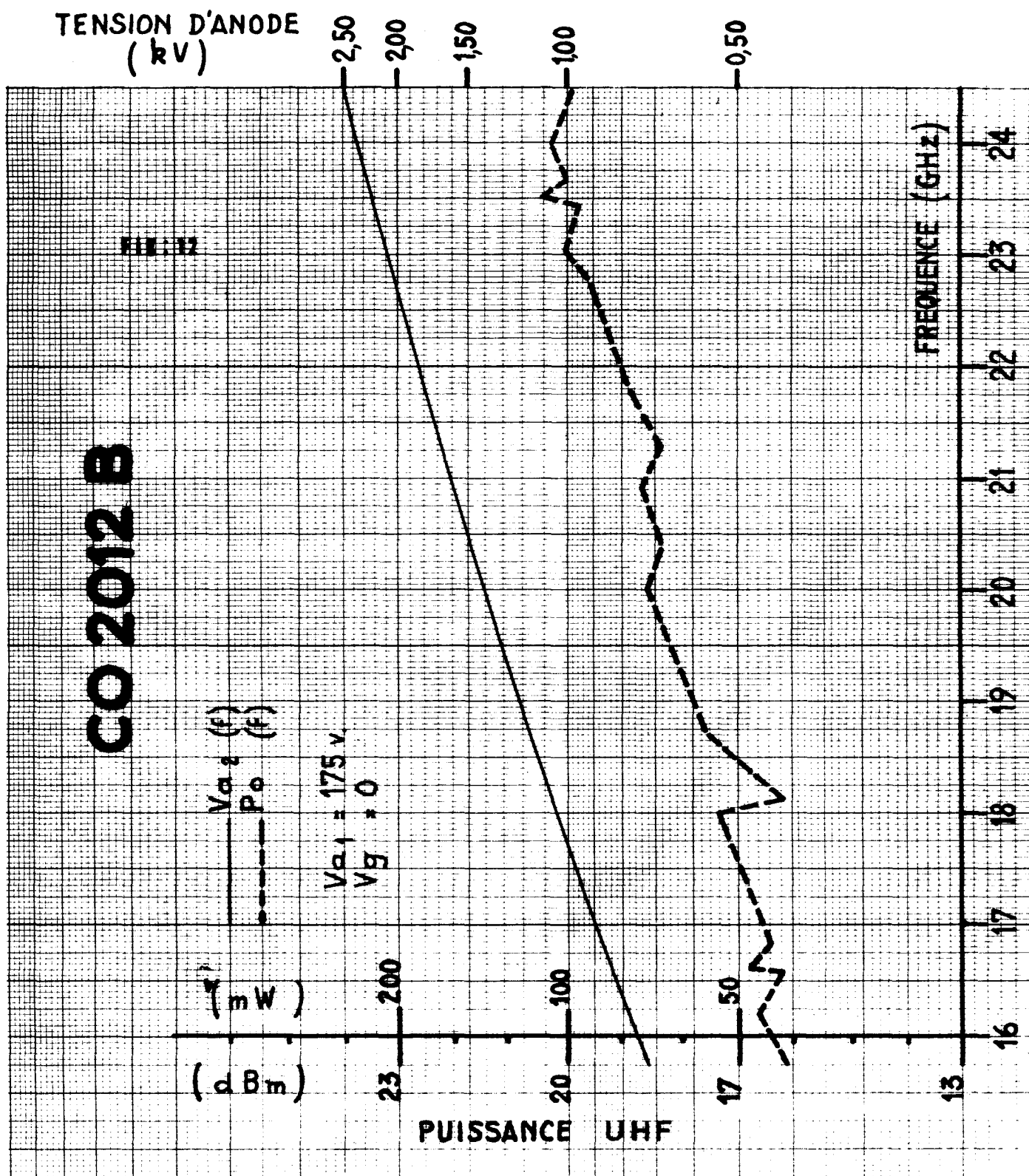


VARIATION DE I_{a2} EN FONCTION DE V_g

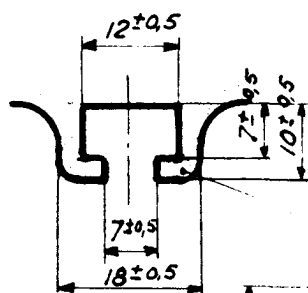


VARIATION DE I_{a2} ET I_{a1} EN FONCTION DE LA FREQUENCE

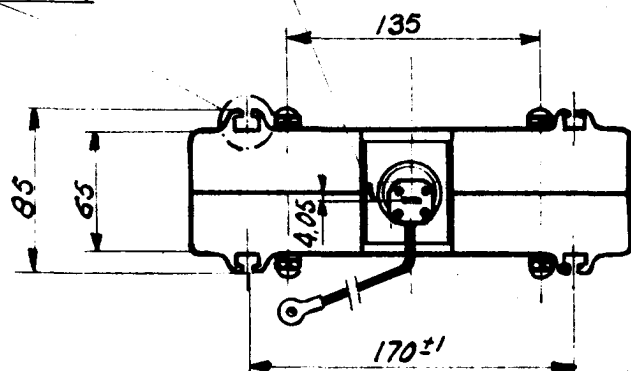
VARIATION DE P_o ET V_{a2} EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE



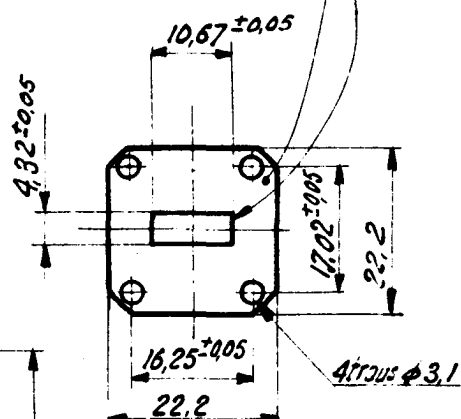
ENCOMBREMENT



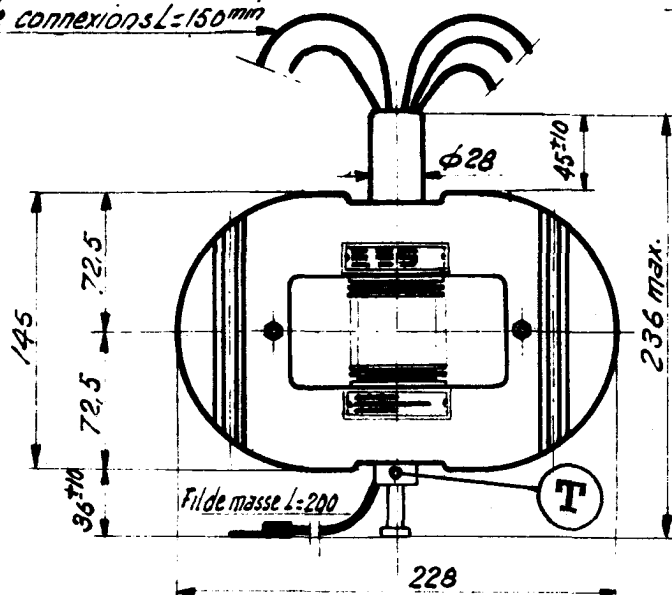
L'axe de la bride et du guide d'ondes peut occuper une position quelconque à l'intérieur d'un cercle de $\phi 3$ centré sur la position théorique de cet axe défini sur ce dessin.



*Bride UG 595 U
Guide RG 53 U*



Cables de connexions L=150 mm



CODE DE COULEUR DES CABLES DE CONNEXIONS	
Filament:	marron
Cathode:	jaune
wehnelt:	vert
Anode 1	Bleu
Anode 2	Rouge
(Masse)	

Les axes d'orientation du guide de sortie peuvent faire un angle de 10° avec les axes du focalisateur. Le plan de la bride du guide de sortie peut faire un angle de 5° avec le plan orthogonal à l'axe longitudinal du focalisateur.

Nota: L'anode 2 est réunie électriquement au focalisateur et au guide d'onde