



NOTICE
PROVISOIRE

Poids : 3,5 kg.
(environ)

Carcinotron

F4084

F4084 4,0 à 8,0 GHz

OSCILLATEUR A LARGE BANDE D'ACCORD ELECTRONIQUE

Le nouveau Carcinotron "O" type F4084, 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, aux radars à fréquence aléatoire (pilote et oscillateur local) etc....

Cet tube à focalisation par aimant permanent incorporé délivre une puissance de 25 mW minimum dans la bande 4,0 à 8,0 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.

Un faible encombrement et un poids réduit, alliés à une grande robustesse et une longue durée de vie, permettent l'emploi de cet tube dans les matériels "hyperfréquence" professionnels et militaires.

La sortie coaxiale UHF et l'anode 2 réunies par construction sont isolées par rapport au focalisateur, ce qui permet de faire fonctionner le tube sans danger avec cathode à la masse en interposant entre la sortie UHF et le circuit d'utilisation, une section de ligne coaxiale assurant l'isolement en courant continu.

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES
VENTE EN FRANCE : 55, Rue Greffulhe - Levallois-Perret (Seine) - Tél. : PER 34-00.
EXPORTATION : 79, Boulevard Haussmann - Paris 8^e - Tél. : ANJ 84-60

S. A. au Capital de 85.742.000 F
Siege Social : 79, Bd HAUSSMANN - PARIS 8^e

Janvier 1964

CSF COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

6401 - CL

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

FRÉQUENCE :

Minimale

Maximale

PUISSANCE UHF :

Minimale

Maximale

Dynamique dans la bande

4,0 - 8,0 GHz

Dynamique dans une bande

de 0,1 GHz

CHAUFFAGE :

Tension de chauffage

Courant de chauffage

TENSIONS D'ALIMENTATION :

Tension d'anode 2

f = 4,00 GHz

f = 8,00 GHz

Ecart de tension d'anode 2 entre

différents tubes pour des valeurs

identiques de la fréquence

Courant d'anode 2 max (f = 8,0 GHz)

Courant d'anode 2 min (f = 4,0 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	
	4,0	≥ 3,90	GHz
	8,0	≤ 8,10	GHz
P ₀ min	35	≥ 25	mW
P ₀ max	250	≤ 500	mW
P	11,0	≤ 12,0	dB
P	-	≤ 2,0	dB
V _f	6,3	6,3 ± 0,3	V
I _f	1,40	< 2,3	A
Va2	215	≥ 190	V
Va2	1450	≤ 1500	V
Va2	-	≤ 5	%
Ia2	25	≤ 35	mA
Ia2	15	≥ 8	mA
Va1	indiquée sur cha- que tube	≤ 150	V
Va1	-	≥ 40	V
Ia1	-	≤ 5	mA
V _g	0	≥ - 125	V

DÉRIVE THERMIQUE DE FRÉQUENCE :

Après 10 minutes de fonctionnement

MODULATION :

Sensibilité de modulation en fréquence par Va2 min (f = 8,0 GHz)
max (f = 4,0 GHz)

Modulation en amplitude par Val
Variation de Val pour un ΔP de 6 dB

Min

Max

Tension de blocage des oscillations par Vg.

Min

CAPACITÉS :

Grille/toutes autres électrodes

Anode 1/toutes autres électrodes

Anode 2/toutes autres électrodes

Filament/cathode

A2 + toutes autres électrodes/focalisateur

ISOLEMENTS :

Grille/toutes autres électrodes
(Vg/a1 a2 k = - 100 V)

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

Anode 2/toutes autres électrodes
(Va2/g a1 k = - 1 500 V)

Filament cathode (Vf/k = + 50 V)

A2 + toutes autres électrodes/focalisateur (Va2/foc = - 2 000 V)

Symbole	Valeur		Unité
	nominale	mini ou maxi	
$\Delta f/f$	-	$\leq 10^{-3}$	-
S	1,9	-	MHz/V
S	7,5	-	MHz/V
Val	50	≥ 15	V
Val	60	≤ 100	V
Vg bl	- 60	$\geq - 125$	V
Cg	19	< 30	pf
Ca1	17	< 30	pf
Ca2	29	< 40	pf
Cfk	15	< 30	pf
Cm	60	< 500	pf
Rg	50	> 1	M Ω
Ra1	60	> 1	M Ω
Ra2	150	> 5	M Ω
Rfk	5	$> 0,05$	M Ω
Rm	4 000	> 10	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 d'anode 2
 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
 Fréquence de modulation de l'anode 2

Symbole	Valeur min	Valeur max	Unité
Vf	6,1	6,5	V
If crête	-	3,0	A
tk	120	-	S
Vg	- 125	0	V
Va1	Vg1	200	V
Va2	Va1 + 10	1500	V
Ia2	-	35	mA
Pa1	-	1	W
Pa2	-	55	W
Vf/k	- 50	+ 50	V
rg	-	50	kΩ
ra1	-	50	kΩ
fm	-	≥ 5	MHz

CARACTÉRISTIQUES MECANIQUES

VIBRATIONS :

- Fréquence 10 à 50 Hz - amplitude = 1 mm - accélération max 10 G
 - Fréquence 50 Hz - accélération 10 G
- $\Delta f \text{ max} : \pm 0,75 \text{ MHz}$
 $\Delta P \text{ max} : \pm 5 \%$

CHOCs :

Accélération maximale 15 G - durée de l'impulsion 11 μs

POSITION DE FONCTIONNEMENT : indifférente

CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT : voir au paragraphe "Focalisateur"

TEMPÉRATURE AMBIANTE :

- En fonctionnement 110° 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 ≤ 10 W
(généralement f < 6 GHz)

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

2° - Cas d'utilisation

Bande 4, 0 - 8, 0 GHz

(Puissance max appliquée à l'anode 2 = 52 W)

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 : 0,40 x 0,45 x 0,50 (en mètre)

EXEMPLES DE FONCTIONNEMENT

	Unité	Symbole	Min	Nominal	Max
- Tension de chauffage	V	Vf		6,3	
- Courant de chauffage	A	If		1,6	
- Tension de grille	V	Vg		0	
- Tension d'anode 1	V	Val		90	
- Fréquence de fonctionnement	GHz	f	4,0	6,0	8
- Courant d'anode 1	mA	Ia1	1,4	1,3	1,2
- Courant d'anode 2	mA	Ia2	14	18	25
- Courant d'anode 2 correspondant à l'accrochage des oscillations	mA	Ia2 acc	2,3	4	9
- Tension d'anode 2	V	Va2	215	600	1450
- Puissance UHF	mW	Po	30	140	200

- Fréquence de fonctionnement
- Sensibilité de modulation par l'anode 2 (mesuré avec V_{a2} de 50 à 100 V)
- Modulation par l'anode 1
variation de V_{a1} pour réduire la puissance P_o de 6 dB
- Blocage par la grille des oscillations
- Rapport signal/signaux parasites mesuré à l'analyseur de spectre (entre 0,1 et 10 MHz)
- Bande réelle de fonctionnement
- Variation max de puissance :
1° - dans la bande 4,0 à 8,0 GHz
2° - dans une bande quelconque de 0,1 GHz

GHz	f	4,00	6,0	8,0
MHz/V	S	7,5	3,8	1,9
V	ΔV_{a1}	- 53	- 58	- 60
V	ΔV_g	- 60	- 60	- 58
dB	S/B	> 50	> 50	> 50
GHz	f	3,90	à	8,1
mW	P_o	30	à	175
dB	ΔP_o	-	11,5	-
dB	ΔP_o	-	1,5	-

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 FREQUENCE :

$f_m > 0,05$ MHz

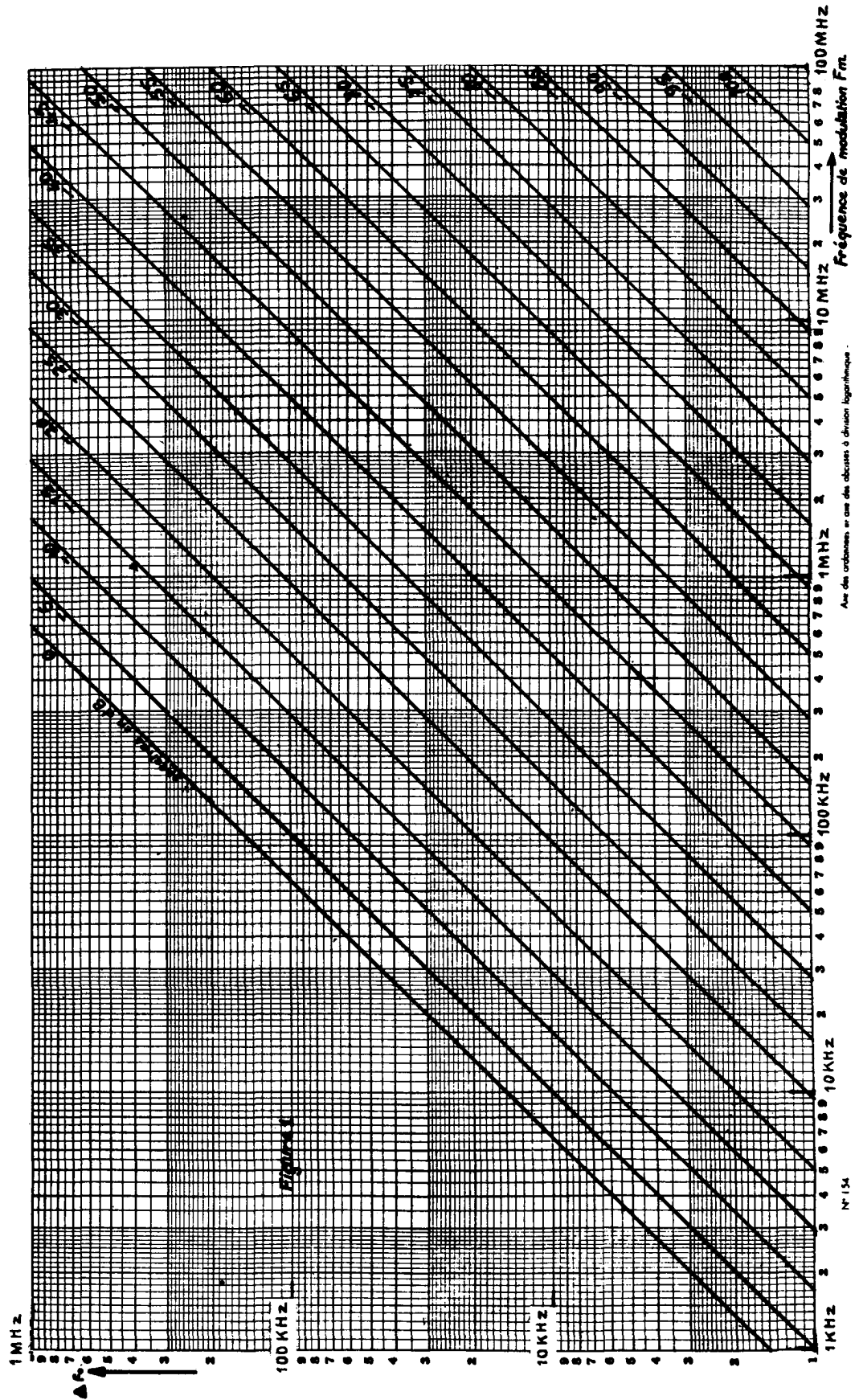
Dans un carcinotron, une modulation du courant de faisceau par les oscillations parasites, dont la fréquence est certainement comprise entre 0,5 et 5 MHz, fait apparaître des spectres de rapport signal/raie parasite plus faible dans le cas d'une modulation de fréquence que dans le cas d'une modulation 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 $\pm 0,05$ MHz et $\pm 1\,000$ 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 F4084 Valeurs obtenues (dB)
$\pm 0,05$ à $\pm 0,2$	≥ 35
$\pm 0,2$ à ± 10	≥ 45
± 10 à $\pm 1\,000$	≥ 50

SPECTRES EN MODULATION DE FREQUENCE

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



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

J_0 = module de la porteuse

J_1 = module de la 1^{ère} raie à $\pm 1 f_m$ de la porteuse

m = indice de modulation

Δf = excursion de fréquence

f_m = fréquence de modulation

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 (figure 2) montre un exemple de spectre obtenu avec un tube normal.

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

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 3 dB 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.

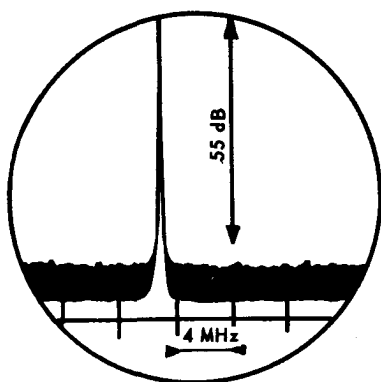


Fig. 2
Exemple d'oscillogramme observé à l'analyseur de spectre.

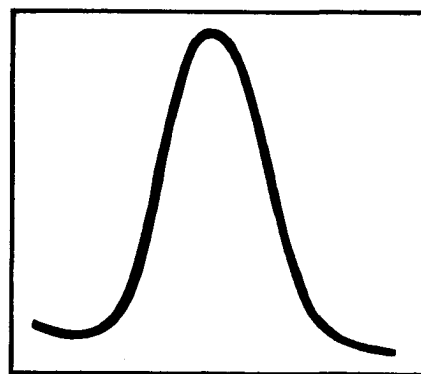


Fig. 3
 $\Delta f \leq 50$ kHz spectre pur tube normal.

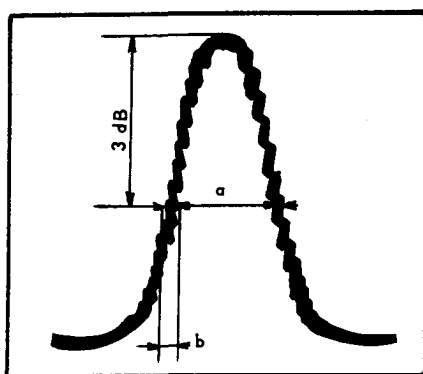


Fig. 4
 $f_m \simeq 5$ kHz, $\Delta f = 1,400 \times \frac{b}{a} \simeq 0,15$ MHz défaut caractérisé.

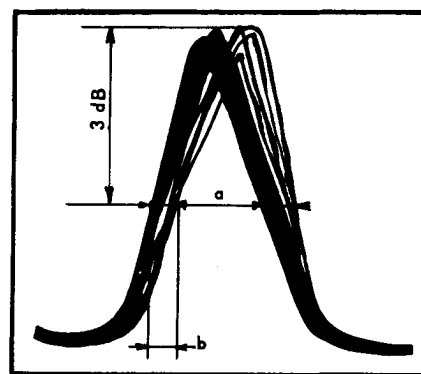


Fig. 5
 $f_m = 35$ Hz, $\Delta f = 1,400 \times \frac{b}{a} = 0,3$ MHz défaut caractérisé.

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.

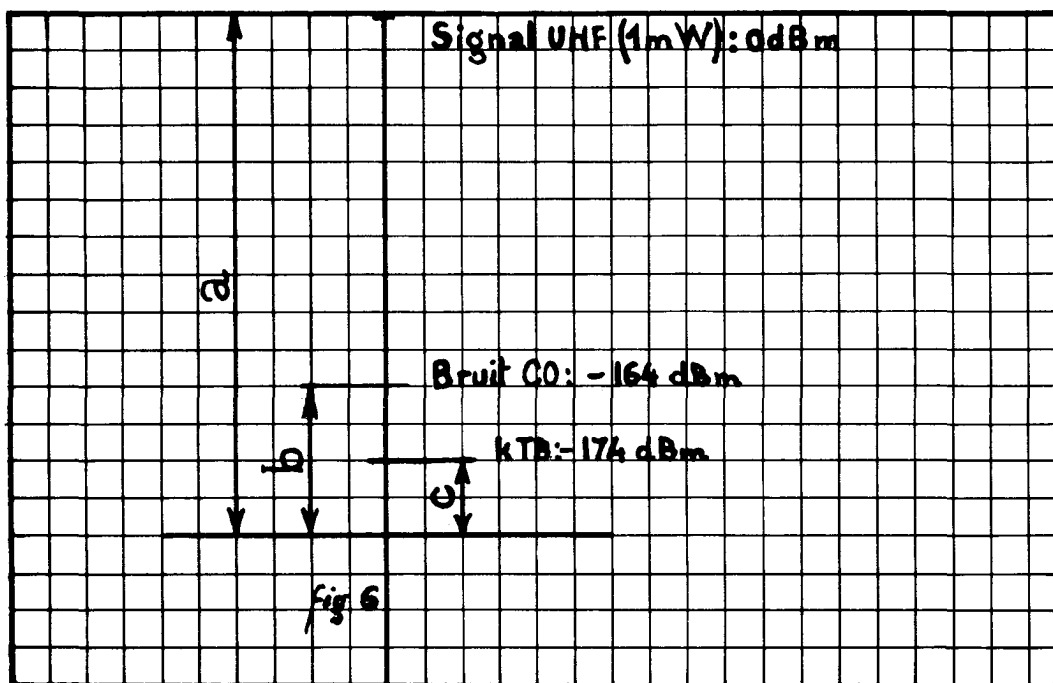
On peut exprimer la qualité du carcinotron par le rapport signal/bruit (ou oscillation parasite) par hertz ou encore par le rapport bruit (ou oscillation parasite)/k.T.B.

Rappelons que k.T.B. pour $T = 290^\circ$ K et $B = 1$ Hz, est égal à -174 dBm.

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

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

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



CHARGE:

Le carcinotron F4084 peut admettre des charges présentant un TOS élevé, quelle que soit la phase, sans qu'il y ait décrochage des oscillations, mais une charge fortement désadaptée rend la fréquence très sensible à la phase, et réduit sensiblement la puissance.

FOCALISATEUR-ENCOMBREMENT MAGNÉTIQUE:

La focalisation magnétique du faisceau électronique est obtenue au moyen d'un aimant tubulaire, rendu solidaire du tube. Le champ magnétique sur l'axe de l'entrefer est d'environ 650×10^{-4} Teslas (1)

DEUX RECOMMANDATIONS IMPORTANTES:

- 1°) Pour ne pas désaimanter le focalisateur (risque de mise hors service du carcinotron), ne pas coller sur les aimants d'objets ferromagnétiques ou, à fortiori, un autre aimant. Pour éviter de créer des distorsions excessives du champ magnétique dans l'entrefer, maintenir toutes pièces ferromagnétiques à 5 cm 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 F.4084.

(1) - 1 Tesla = 10^4 Oersteds.

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 $\varnothing$ 5.

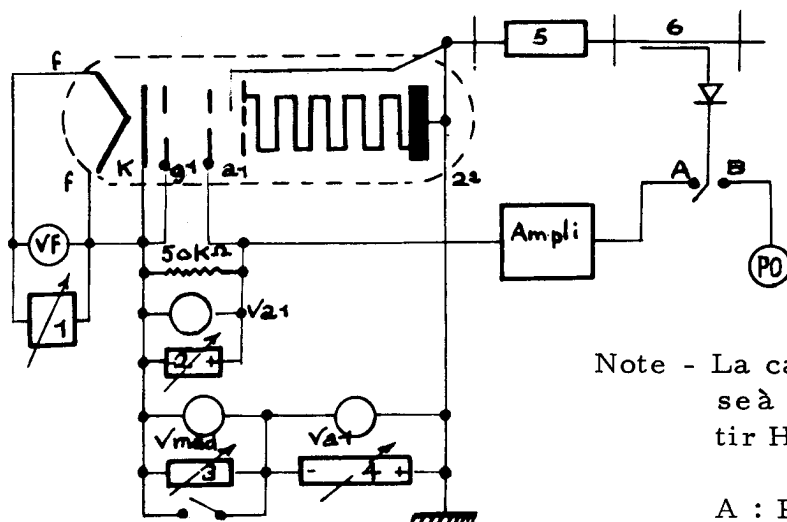
Tenir compte des indications fournies dans le paragraphe "Focalisateur" pour les distances à respecter entre le carcinotron et les pièces ou appareils qui l'entourent.

CONNECTIONS:

L'anode 2 (ligne à retard et collecteur d'électrons) est par construction réunie à la sortie coaxiale UHF et isolée par rapport au focalisateur. Il est donc possible à condition d'intercaler entre la sortie UHF et le circuit d'utilisation une section de ligne coaxiale capable de bloquer le courant continu sous une tension de 1 500 V service, de faire fonctionner sans danger le carcinotron avec cathode à la masse. Il est bien entendu également possible de réunir l'anode 2 au focalisateur(masse) et d'alimenter le carcinotron d'une manière classique, le plus de l'alimentation HT étant réuni à la borne a2 (masse).

Recommandations : Ne pas oublier de fixer le potentiel du filament par rapport à la cathode en réunissant la sortie cathode (fil jaune) à une des sorties filament(fil marron) si aucune tension ne doit être appliquée entre cathode et filament. Dans le cas contraire, nous rappelons que cette tension ne doit pas dépasser $\pm$ 50 V.

SCHÉMA DE BRANCHEMENT



1. - Alimentation filament 6,3 V,
stabilisée à $5,10^{-2}$
2. - Alimentation d'anode 1
3. - Alimentation de la modula-
tion d'anode 2
4. - Alimentation d'anode 2
5. - Système de découplage
6. - Coupleur directif et redres-
seur

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 sortie

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 V, attendre 120 s
- 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

RECOMMENDATIONS:

- 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 :

$$V_{a2} = 400 \text{ V}$$

Val = Valeur indiquée sur la plaquette du carcinotron

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 de 0,6 Ω .
- 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 d'anode 1

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

ISOLEMENTS :

Comme cela a été précisé au chapitre "Consignes de manutention et de mise en place", le F4084 peut fonctionner soit avec anode 2 à la masse, soit avec cathode à la masse. Dans le premier cas ne pas oublier que de ce fait, la cathode, le filament, le plus de l'alimentation de grille, le moins de l'alimentation de l'anode 1 peuvent être portés à un potentiel négatif de 1 500 V par rapport à la masse. Les isollements des alimentations devront être prévus en conséquence.

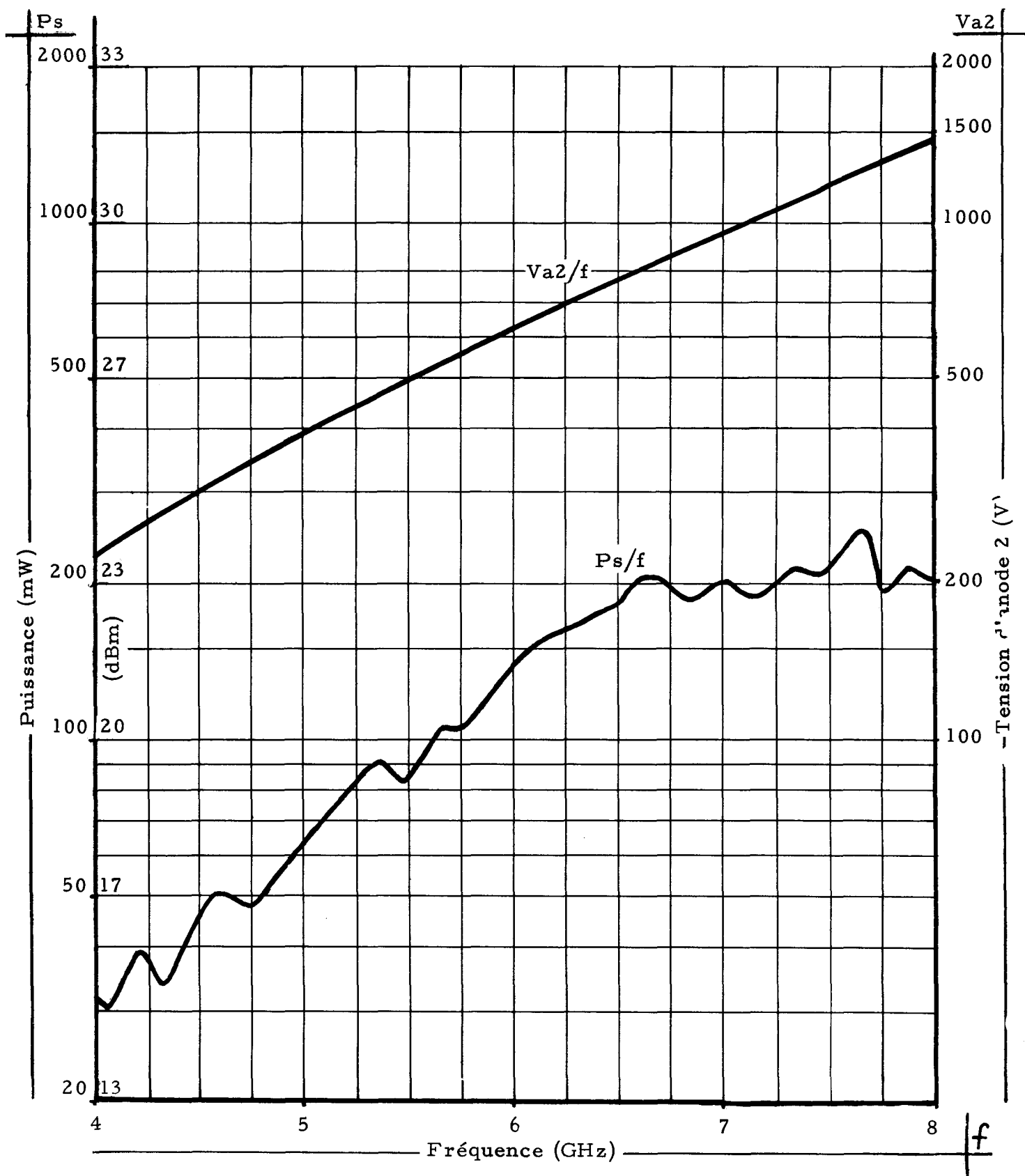
Dans le second cas il faut que la section de ligne coaxiale 50 Ω assure un isolement en courant continu de 1 500 V service au minimum.

Stabilisation des tensions d'alimentation

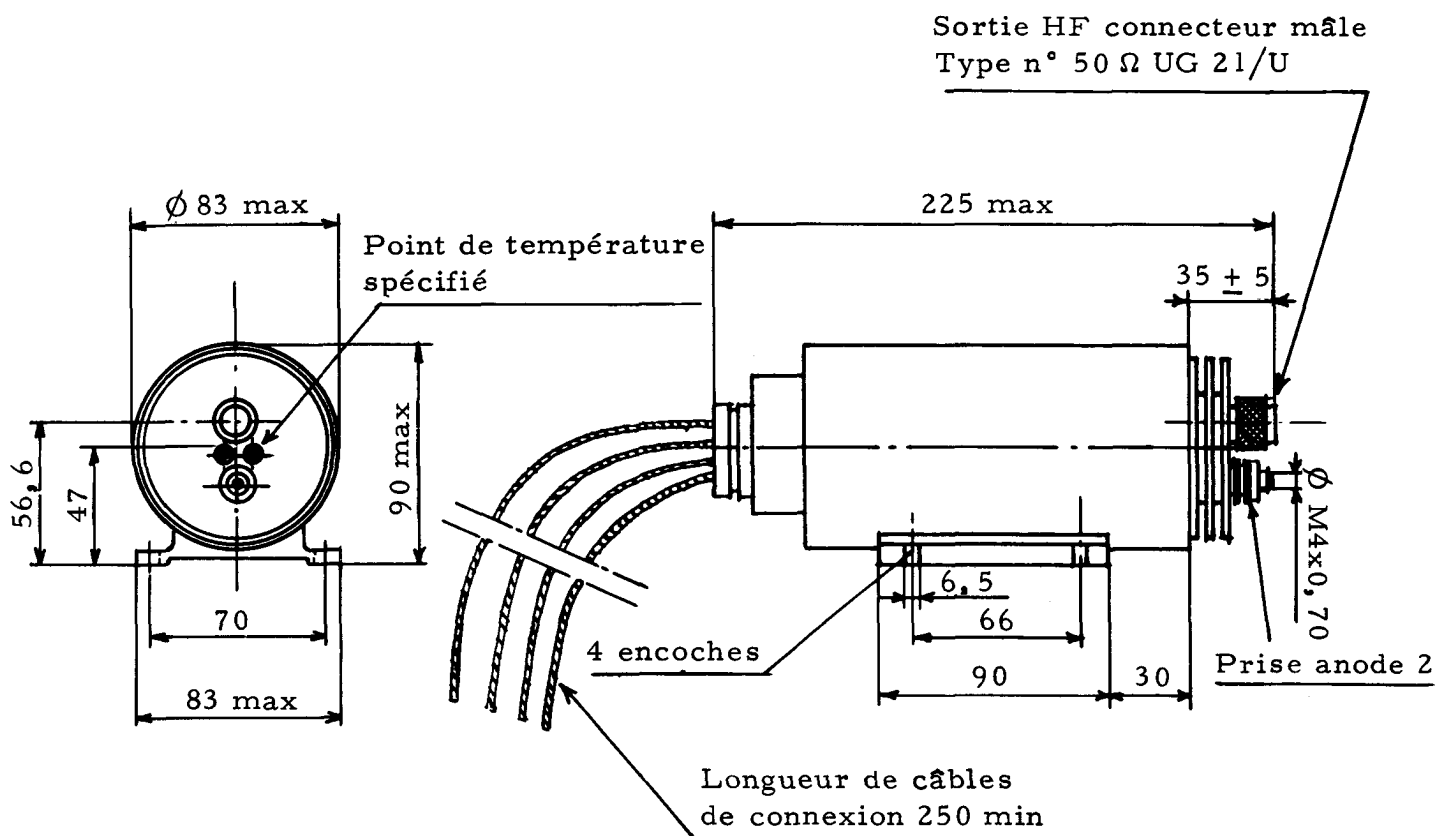
Tension de chauffage : Stabilisation à $\pm 3 \%$

Autres tensions : Les valeurs indiquées précédemment dans l'exemple de fonctionnement, et les courbes donnant les variations de P_0 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.

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



ENCOMBREMENT



Code des couleurs des câbles
de connexion :

Filament	: marron
Cathode	: jaune
Anode 1	: bleu
Grille 1	: vert
Anode 2	: rouge (prise sur radiateur)
Masse et foca- lisateur	: noir

Toutes les cotes sont en millimètres.