

---

**THOMSON-CSF**

---

GRUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES

**TUBES ET DISPOSITIFS POUR HYPERFREQUENCES**



THOMSON-CSF

TUBES ET DISPOSITIFS  
POUR HYPERFREQUENCES

Exemplaire N°

237

INDEXED  
FEBRUARY  
1976

**TUBES ET DISPOSITIFS POUR HYPERFREQUENCE**  
Microwave Tubes and Devices

TOME 3 - Page 1/2

PRODUITS PRODUCTS	Notice N° Data sheet number	Date d'édition Date of issue	Notice N° Data sheet number	Date d'édition Date of issue	Note
<b>3. 1 CARCINOTRONS "O"</b>					
CO 10			* TEH 4320	12. 72	
CO 10 1			* TEH 4321	12. 72	
CO 20 A			* TEH 4322	12. 72	
CO 20 B			* TEH 4323	12. 72	
CO 40 A			* TEH 4324	12. 72	
CO 40 B			* TEH 4325	12. 72	
CO 80			* TEH 4127	6. 70	
F 4008 C			* TEH 4131	7. 70	
F 4032 B			* TEH 4148	9. 70	
F 4033 B			* TEH 4150	9. 70	
F 4034 B			* TEH 4149	9. 70	
F 4053			* TEH 4151	9. 70	
F 4171 A			* TEH 4147	9. 70	
<b>3. 2 TUBES DE COMMUTATION A GAZ</b>					
1 B 27	TEH 4207	3. 71			
1 B 58 A			* TEH 4293	8. 72	
1 B 63 A	TEH 4208	3. 71			
TH 2602			* TEH 4371	10. 73	
TH 2604	TEH 4267	3. 72			
TH 2605	TEH 4337	2. 73			
TH 2606	TEH 4316	11. 72			
TH 2608	TEH 4390	4. 74			
TH 2609	TEH 4391	4. 74			
F 3004			* TEH 4362	6. 73	
F 3012	TEH 4215	3. 71			
TV 3212	TEH 4216	3. 71			
TV 3301	TEH 4265	2. 72			
TV 3303 A	TEH 4014	9. 69			
TV 3304 A			* TEH 4363	6. 73	
TV 3308	TEH 4234	5. 71	(* TEH 4294)	8. 72	
TV 3309	TEH 4235	5. 71	(* TEH 4296)	8. 72	
TV 3340	TEH 4196	2. 71			
TV 3340 B	TEH 4237	5. 71			
TV 3362	TEH 4238	5. 71			

\* Notices en anglais - Data sheets in english.

→ Mise à jour N° 12 - Supplement N° 12.

PRODUITS PRODUCTS	Notice N° Data sheet number	Date d'édition Date of issue	Notice N° Data sheet number	Date d'édition Date of issue	Note Note
<b>3. 2 (Suite)</b>					
TV 3372	TEH 4236	5. 71			
5853	TEH 4202A	3. 71			
5927	TEH 4218	3. 71			
6322	TEH 4191	2. 71			
6334	TEH 4201	3. 71			
6596	TEH 4171	12. 70	(* TEH 4289)	6. 72	
6615	TEH 4200	3. 71			
6640	TEH 4220	3. 71			
7381	TEH 4221	3. 71			
TV 19111	TEH 4195	2. 71			
TV 19112 C	TEH 4169	12. 70	(* TEH 4297)	8. 72	
TV 19114	TEH 4194	2. 71			
<b>3. 3 SOURCES A L'ÉTAT SOLIDE</b>					
TSA 105 à 110	TEH 4198	2. 71			
TH 5110	TEH 4468	4. 76	(* TEH 4469)	4. 76	
<b>3. 4 ACOUSTO-HYPERFRÉQUENCE</b>					
Composants acoustiques	TEH 4387	1. 74	(* TEH 4380)	1. 74	
TH 5202	TEH 4420	1. 75			
Convoluteur	TEH 4443	6. 75	(* TEH 4449)	9. 75	
Filtres	TEH 4436	5. 75			
Oscillateurs	TEH 4513	11. 76	(* TEH 4514)	11. 76	
<b>3. 5 COMPOSANTS DIVERS</b>					
GHF 1211	TEH 4384	4. 74	(* TEH 4385)	4. 74	
GHF 1212	TEH 4382	4. 74	(* TEH 4383)	4. 74	
TV 19008	TEH 4480	6. 76			
TV 19009	TEH 4428	4. 75			
TV 19019	TEH 4314	10. 72			←
TH 19201	TEH 4486	8. 76			←
TH 19359	TEH 4497	10. 76	* TEH 4497	10. 76	←
TH 20010	TEH 4508	11. 76	* TEH 4508	11. 76	←
TH 20073	TEH 4429	8. 75	(* TEH 4423)	8. 75	
TH 20078					
TH 20092	TEH 4411	9. 75	* TEH 4411	9. 75	
TH 20093					
TH 20096	TEH 4403A	10. 74			

**Vous trouverez  
dans ce catalogue ...**

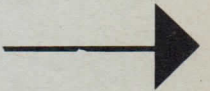
**3.1 CARCINOTRONS "0"**



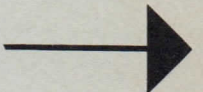
**3.2 TUBES DE COMMUTATION A GAZ**



**3.3 SOURCES A L'ETAT SOLIDE**



**3.4 ACOUSTO - HYPERFREQUENCE**



**3.5 COMPOSANTS DIVERS**



H 3



## CO.10 CARCINOTRON

The CO.10 is a millimetric backward wave oscillator, focused by an integral permanent magnet, water cooled and delivering an output power over a frequency range of 285 to 305 GHz.

It can be amplitude modulated through its anode. Frequency modulation can be obtained by line voltage (1) variation, the frequency being independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

The high power obtained at such a high frequency makes it particularly suitable for physical measurements as plasma analysis, parametric resonance, study of the fine structure of the matter. It can be used also for transmission measurements, scaling, etc . . .



In short, the main features of the CO. 10 are :

- Minimum output power : 10 mW from 285 GHz to 305 GHz  
60 mW in one point at least between 290 and 310 GHz.
- Frequency and amplitude modulation.

(1) *Line voltage or beam voltage.*

### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical

	min.	max.	
Frequency . . . . .	285	305	GHz
Heater voltage (d c) . . . . .	- 8	- 6	V
Heater current (d c) . . . . .	1. 8	2. 4	A
Wehnelt (2) voltage . . . . .	- 250	0	V
Wehnelt current . . . . .	0	2	mA
Anode (3) voltage for 60 mA line current . . . . .	1600	2500	V
Anode voltage for 40 mA line current . . . . .	1000	2000	V
Anode current . . . . .	0	5	mA
Line voltage (at lower frequencies) . . . . .	3000	-	V
Line voltage (at higher frequencies) . . . . .	-	6000	V
Line current . . . . .	-	60	mA
Modulation sensitivity . . . . .	5	40	MHz/V
Pushing . . . . .	50	100	MHz/mA

(2) *Wehnelt or Focusing electrode.*

(3) *Anode or Accelerator.*





**MECHANICAL**

Operating position . . . . .	horizontal	RF output flange . . . . .	UG 387/U
Focusing . . . . .	permanent magnet	Input connector . . . . .	HT plug (see drawing)
RF output waveguide . . . . .	RG 138/U	Weight . . . . .	16 kg

**COOLING**

Inlet water temperature . max.	60 °C	Corresponding pressure drop . .	0.3 to 0.5 bar
Inlet pressure . . . . . max.	1.5 bar	Ambient temperature . . max.	60 °C
Flow-rate . . . . .	1 to 1.5 l/mn	Water interlock . . . . .	supplied with the tube

**ABSOLUTE RATINGS (1)**

Heater voltage . . . . .	Vnom ± 3 %	Anode voltage . . . . . max.	3 000 V
Surge current . . . . . max.	2.5 A	Anode current . . . . . max.	10 mA
Warm-up time . . . . . min.	4 mn	Line voltage . . . . . max.	7 000 V
Wehnelt voltage . . . . . max.	0 V	Line current . . . . . max.	80 mA
Wehnelt current . . . . . max.	5 mA	Load VSWR . . . . . max.	5 : 1

**TYPICAL OPERATION (1)**

Heater voltage . . . . .	- 7.5 V	Frequency . . . . .	301 305 GHz
Heater current . . . . .	2.15 A	Line voltage . . . . .	4 600 4 950 V
Warm-up time . . . . .	4 mn	Line current . . . . .	60 60 mA
		Anode voltage . . . . .	1 880 1 880 V
		Anode current . . . . .	0 0 mA
		Wehnelt voltage . . . . .	- 50 - 50 V
		RF output power . . . . .	see curves

(1) All voltages are referred to the cathode.

The tube can be operated beyond characteristic frequency range. Ask for information.

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Supply** (see diagram) :

The supply should meet following items :

- the following starting sequence : Heater, Wehnelt, Line, Anode.
- Current limitations :
 

Heater . . . . .	2.5 A
Wehnelt . . . . .	5 mA
Anode . . . . .	5 mA
Line . . . . .	80 mA
- Protection against shorts or flashes which could occur in the tube.
- Warm-up timing.
- External water interlock for cooling circuit.
- Line overvoltage (Line voltage ≥ Anode voltage + 1500 V) security device.

**Application of voltages :**

- Start the liquid flow through the cooling circuit.
- Apply voltages in the following order : heater (allow four minutes minimum cathode warm-up time), Wehnelt, line, anode.

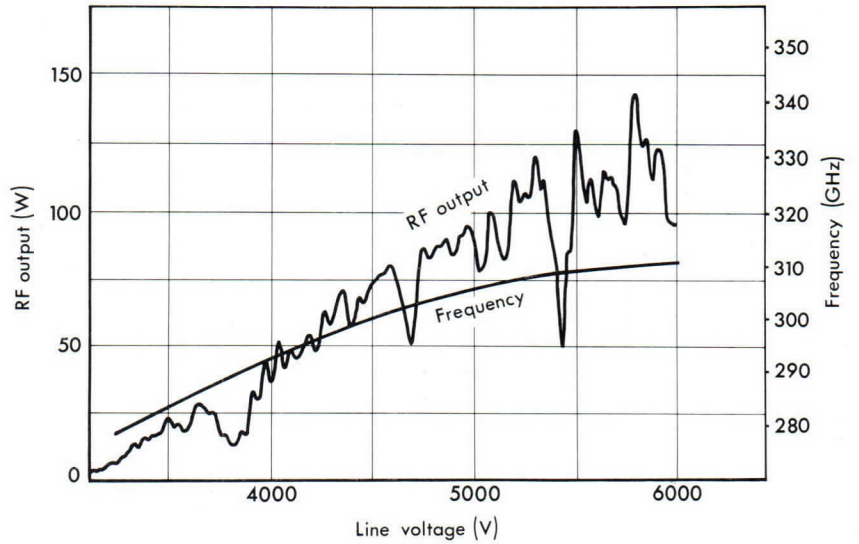
**Protective measures :**

- A minimum distance of 25 cm should be kept between the tube and any magnetic material.
- Do not try to obtain modulation through the Wehnelt voltage.
- Operating parameters are given with each tube particular test data sheets.

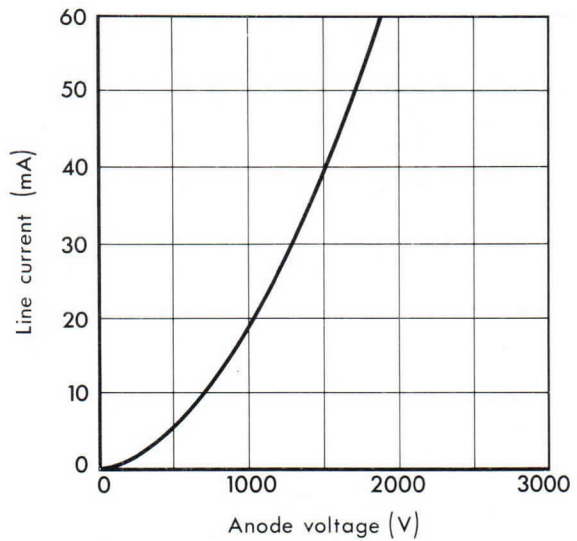


**characteristic curves  
(typical values)**

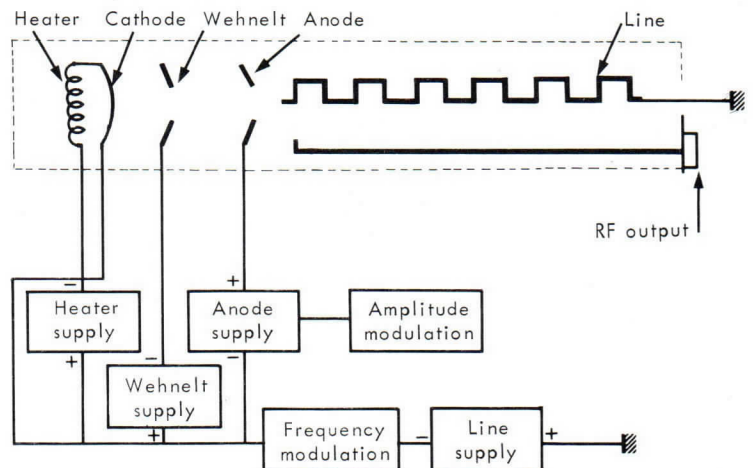
Heater voltage (dc) - 7.5 V  
 Heater current (dc) 2.1 A  
 Wehnelt voltage (dc) - 50 V  
 Anode voltage (dc) 1880 V  
 Line current (dc) 60 mA



Heater voltage (dc) - 7.5 V  
 Heater current (dc) 2.1 A  
 Wehnelt voltage (dc) - 50 V  
 Line voltage (dc) 4 kV

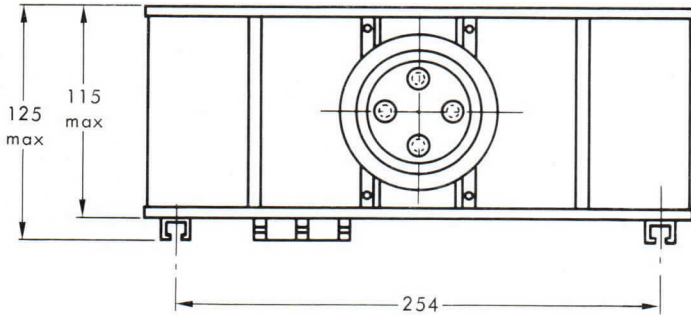


**supply diagram**

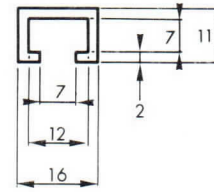




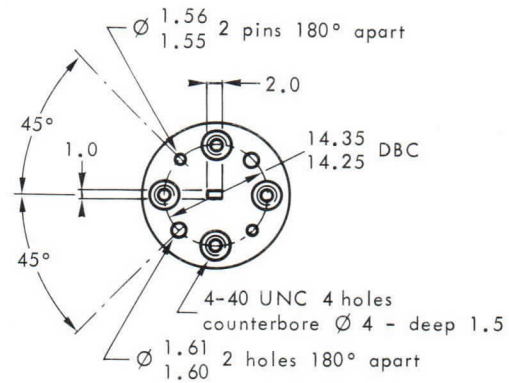
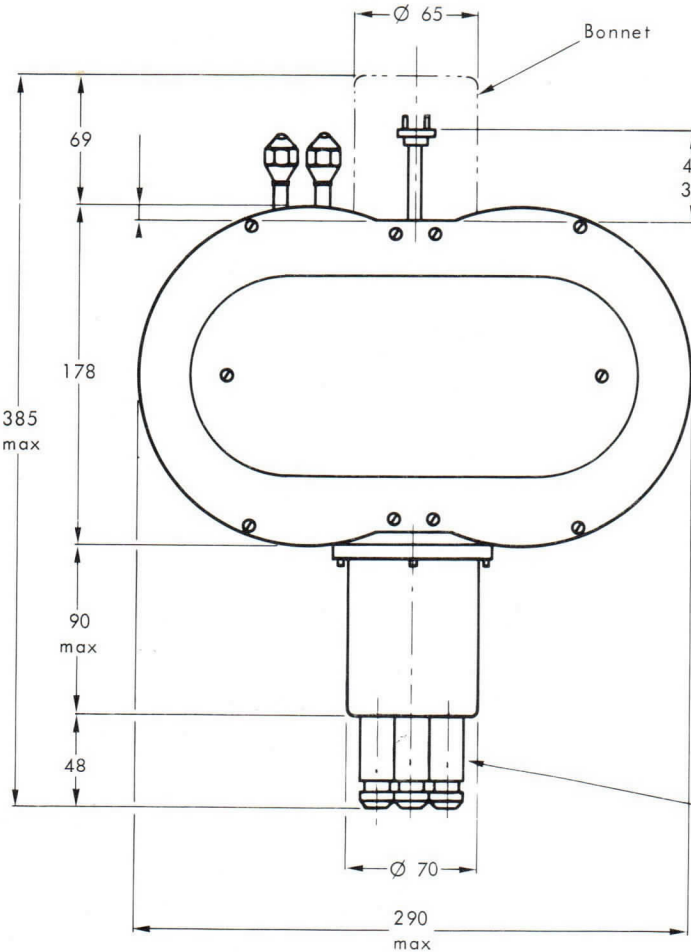
**OUTLINE DRAWING**



POSITIONING RAIL



A



RF OUTPUT  
 view A

High voltage connector  
 LEMO plug JUPITER type  
 ref III C 50 HT 10  
 CERN model

Dimensions in mm.





## CO.10.1 CARCINOTRON

The CO.10.1 is a millimetric backward wave oscillator, focused by an integral permanent magnet, water cooled and delivering an output power over a frequency range of 275 to 290 GHz.

It can be amplitude modulated through its anode. Frequency modulation can be obtained by line voltage (1) variation, the frequency being independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

The high power obtained at such a high frequency makes it particularly suitable for physical measurements as plasma analysis, parametric resonance, study of the fine structure of the matter. It can be used also for transmission measurements, scaling, etc . . .



In short, the main features of the CO. 10. 1 are :

- Minimum output power : 0.2 W from 275 GHz to 290 GHz  
1 W in one point at least between 280 and 290 GHz.
- Frequency and amplitude modulation .

(1) *Line voltage or beam voltage.*

### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical

	min.	max.	
Frequency . . . . .	275	290	GHz
Heater voltage . . . . .	- 8.5	- 6	V
Heater current . . . . .	2.0	2.5	A
Wehnelt (2) voltage . . . . .	- 250	0	V
Wehnelt current . . . . .	0	-	mA
Anode (3) voltage for 20 mA line and collector current . . . . .	800	1000	V
Anode voltage for 30 mA line and collector current . . . . .	1000	1500	V
Anode current . . . . .	0	5	mA
Line voltage (at lower frequencies) . . . . .	5000	-	V
Line voltage (at higher frequencies) . . . . .	-	11000	V
Line and collector current . . . . .	-	30	mA
Modulation sensitivity . . . . .	1	20	MHz/V
Pushing . . . . .	40	80	MHz/mA
Collector voltage . . . . .	4000	6500	V

(2) *Wehnelt or Focusing electrode.*

(3) *Anode or Accelerator.*



**MECHANICAL**

Operating position . . . . .	horizontal	RF output flange . . . . .	UG 387/U
Focusing . . . . .	permanent magnet	Input connector . . . . .	HT plug (see drawing)
RF output waveguide . . . . .	RG 138/U	Weight . . . . .	32 kg

**ABSOLUTE RATINGS (1)**

Heater voltage . . . . .	Vnom ± 3 %	Anode voltage . . . . . max.	3 000 V
Surge current . . . . . max.	2.55 A	Anode current . . . . . max.	10 mA
Wehnelt voltage . . . . . max.	0 V	Line voltage . . . . . max.	12 000 V
Wehnelt current . . . . . max.	5 mA	Line and collector current max.	30 mA
Warm-up time . . . . . min.	4 mn	Collector voltage . . . . . max.	8 000 V
		Load VSWR . . . . . max.	5 : 1

**TYPICAL OPERATION (1)**

		Frequency . . . . .	285	289	GHz
		Collector voltage . . . . .	5 500	5 500	V
Heater voltage . . . . .	- 7.8 V	Line voltage . . . . .	8 800	9 760	V
Heater current . . . . .	2.2 A	Line and collector current . .	30	30	mA
Warm-up time . . . . .	4 mn	Anode voltage . . . . .	1 130	1 130	V
		Anode current . . . . .	0	0	mA
		Wehnelt voltage . . . . .	0	0	V
		RF output power . . . . .	see curves		

(1) All voltages are referred to the cathode.

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Application of voltages :**

- Start the liquid flow through the line cooling circuit.
- Start the distilled water through the collector cooling circuit.
- Apply voltages in the following order : heater (allow four minutes minimum cathode warm-up time), Wehnelt, line, collector, anode.

**Protective measures :**

- A minimum distance of 25 cm should be kept between the tube and any magnetic material.
- Do not try to obtain modulation through the Wehnelt voltage.
- Operating parameters are given in each tube test data sheets, and are always within the absolute ratings indicated here.

The supply should feature the following current limitations :

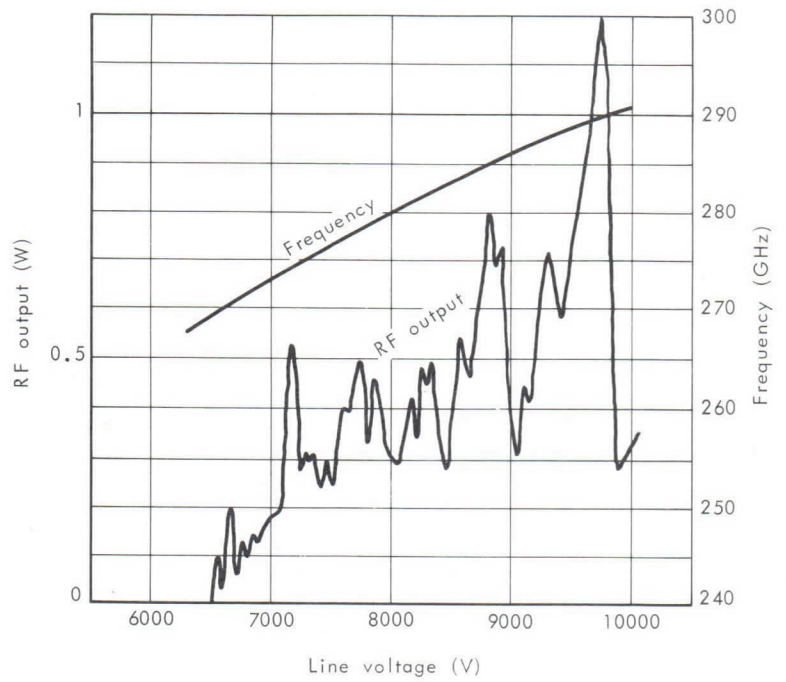
Heater . . . . .	2.5	A
Wehnelt . . . . .	5	mA
Anode . . . . .	5	mA
Line . . . . .	30	mA
Collector . . . . .	30	mA

- Protection against shorts or flashes which could occur in the tube.
- Warm-up timing.
- External water interlock for line and collector cooling circuit.
- Line overvoltage (line voltage ≥ Anode voltage + 1 500 V).

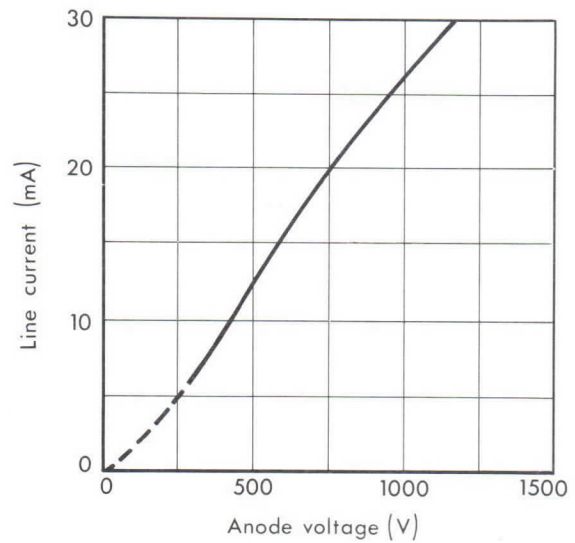


**characteristic curves  
(typical values)**

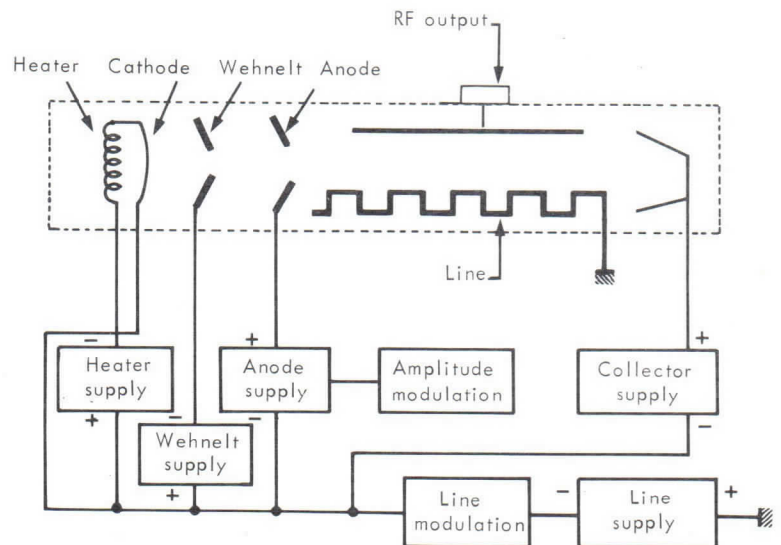
Heater voltage (dc)     - 7.8 V  
Heater current (dc)    2.2 A  
Collector voltage (dc)  + 5500 V  
Anode voltage (dc)    + 1130 V  
Cathode current (dc)   30 mA



Heater voltage (dc)     - 7.8 V  
Heater current (dc)    2.2 A  
Collector voltage (dc)  + 5500 V  
Line voltage (dc)      6000 V

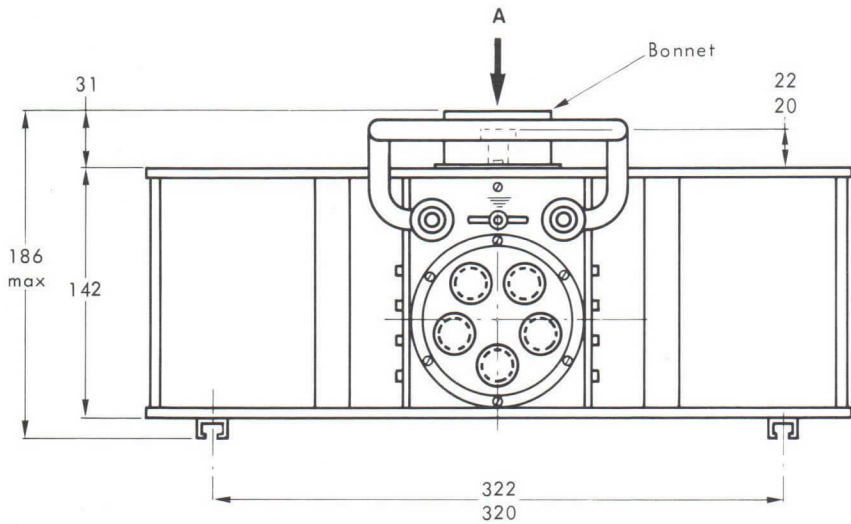


**supply diagram**

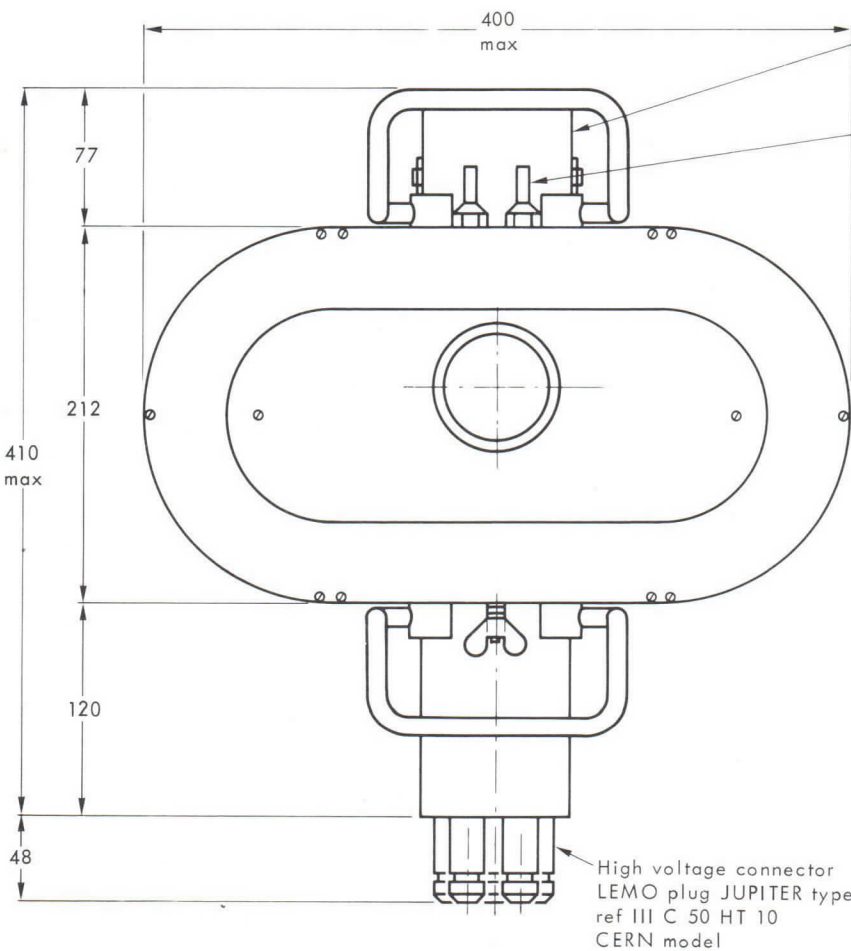
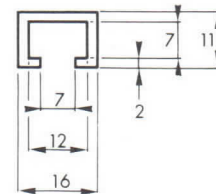




**OUTLINE DRAWING**



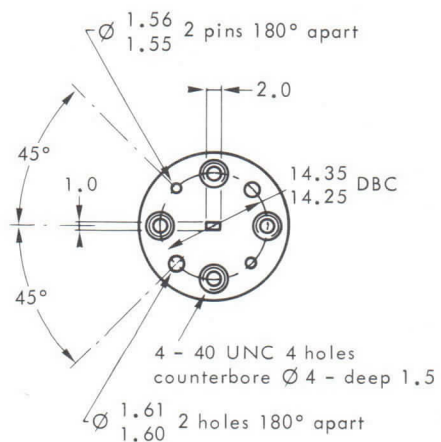
POSITIONING RAIL



2 "BAG-UNION" coupling for  $\varnothing 6$  tubing (line cooling circuit)

2 insulating ajutage O.D  $\varnothing 7$  (collector cooling circuit)

RF OUTPUT view A



Dimensions in mm.





## CO.20A CARCINOTRON

The CO.20A is a millimetric backward wave oscillator, focused by an integral permanent magnet, water cooled and delivering an output power over a frequency range of 150 to 156 GHz.

It can be amplitude modulated through its anode. Frequency modulation can be obtained by line voltage (1) variation, the frequency being independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

The high power obtained at such a high frequency makes it particularly suitable for physical measurements as plasma analysis, parametric resonance, study of the fine structure of the matter. It can be used also for transmission measurements, scaling, etc . . .



In short, the main features of the CO. 20A are :

- Minimum output power : 0.2 W from 150 to 152 GHz  
0.5 W from 152 to 156 GHz  
1.5 W in one point at least between 152 and 158 GHz.
- Frequency and amplitude modulation.

(1) *Line voltage or beam voltage.*

### GENERAL CHARACTERISTICS

Electrical	min.	max.	
Frequency . . . . .	150	156	GHz
Heater voltage (d c) . . . . .	- 8	- 6	V
Heater current (d c) . . . . .	1.8	2.4	A
Wehnelt (2) voltage . . . . .	- 250	0	V
Wehnelt current . . . . .	0	2	mA
Anode (3) voltage for 60 mA line current . . . . .	1100	1800	V
Anode voltage for 40 mA line current . . . . .	800	1500	V
Anode current . . . . .	0	5	mA
Line voltage (at lower frequencies) . . . . .	3000	-	V
Line voltage (at higher frequencies) . . . . .	-	6000	V
Line current . . . . .	40	60	mA
Modulation sensitivity . . . . .	4	10	MHz/V
Pushing . . . . .	20	50	MHz/mA

(2) *Wehnelt or Focusing electrode.*

(3) *Anode or Accelerator.*





### MECHANICAL

Operating position	horizontal	RF output flange	UG 387/U
Focusing	permanent magnet	Input connector	HT plug (see drawing)
RF output waveguide	RG 138/U	Weight	16 kg

### COOLING

Inlet water temperature	max. 60 °C	Corresponding pressure drop	0.3 to 0.5 bar
Inlet pressure	max. 1.5 bar	Ambient temperature	max. 60 °C
Flow-rate	1 to 1.5 l/mn	Water interlock	supplied with the tube

### ABSOLUTE RATINGS (1)

Heater voltage	Vnom ± 3 %	Anode voltage	max. 3 000 V
Surge current	max. 2.5 A	Anode current	max. 10 mA
Warm-up time	min. 4 mn	Line voltage	max. 7 000 V
Wehnelt voltage	max. 0 V	Line current	max. 80 mA
Wehnelt current	max. 5 mA	Load VSWR	max. 5 : 1

### TYPICAL OPERATION (1)

Heater voltage	- 7.44 V	Line current	60 mA
Heater current	2.1 A	Anode voltage	1 130 V
Warm-up time	4 mn	Anode current	0 mA
Frequency	154.7 GHz	Wehnelt voltage	- 5 V
Line voltage	5 610 V	RF output power	see curves

(1) All voltages are referred to the cathode.

The tube can be operated beyond characteristic frequency range. Ask for information.

### OPERATING INSTRUCTIONS

#### Supply (see diagram) :

The supply should meet following items :

- the following starting sequence : Heater, Wehnelt, Line, Anode.
- Current limitations :
 

Heater	2.5 A
Wehnelt	5 mA
Anode	5 mA
Line	80 mA
- Protection against shorts or flashes which could occur in the tube.
- Warm-up timing.
- External water interlock for cooling circuit.
- Line overvoltage (Line voltage  $\geq$  Anode voltage + 1500 V) security device.

#### Application of voltages :

- Start the liquid flow through the cooling circuit.
- Apply voltages in the following order : heater (allow four minutes minimum cathode warm-up time), Wehnelt, line, anode.

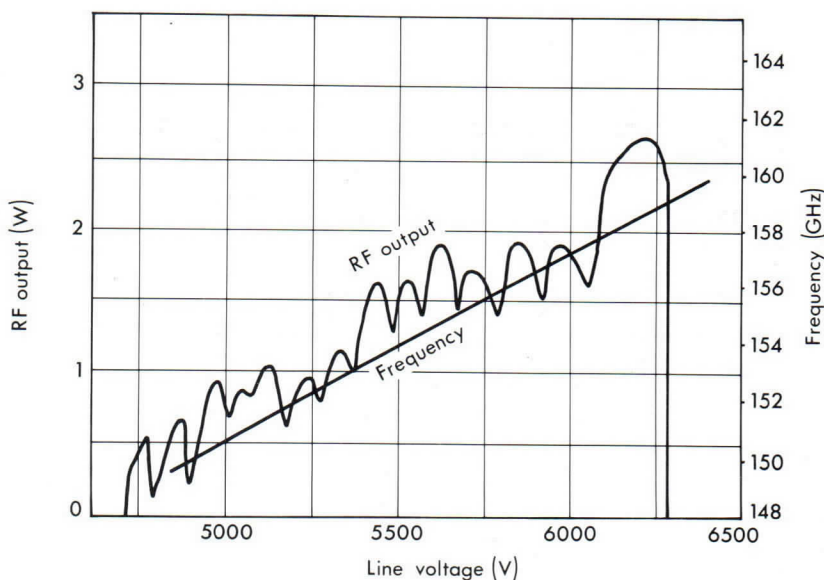
#### Protective measures :

- A minimum distance of 25 cm should be kept between the tube and any magnetic material.
- Do not try to obtain modulation through the Wehnelt voltage.
- Operating parameters are given with each tube particular test data sheets.

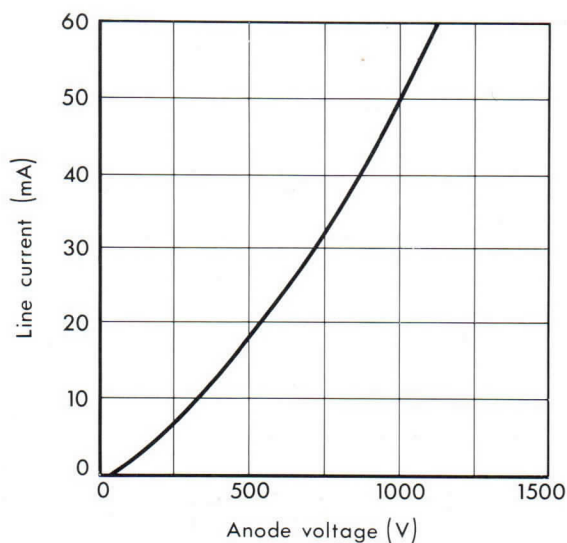


**characteristic curves  
(typical values)**

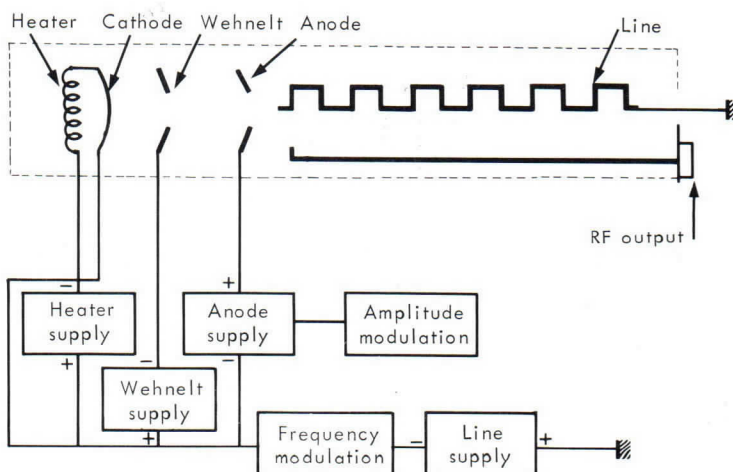
Heater voltage (dc) - 7.4 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 5 V  
Anode voltage (dc) 1130 V  
Line current (dc) 60 mA



Heater voltage (dc) - 7.4 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 5 V  
Line voltage (dc) 4 kV

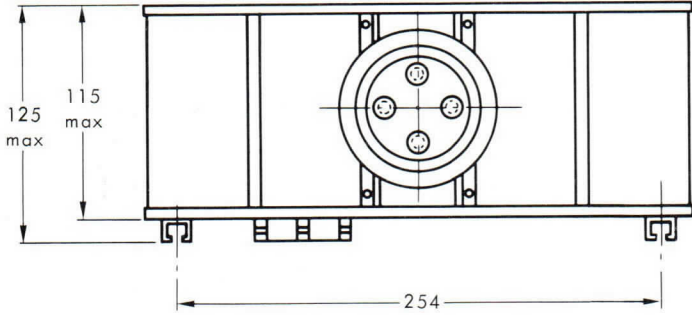


**supply diagram**

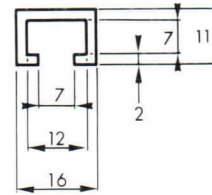




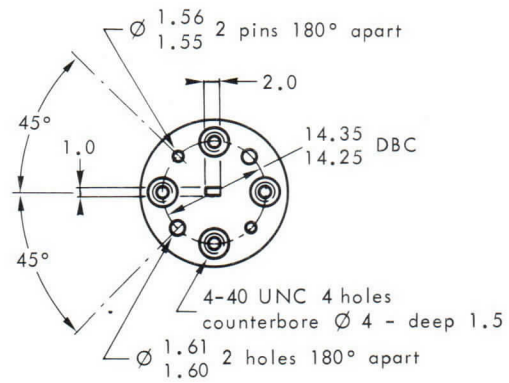
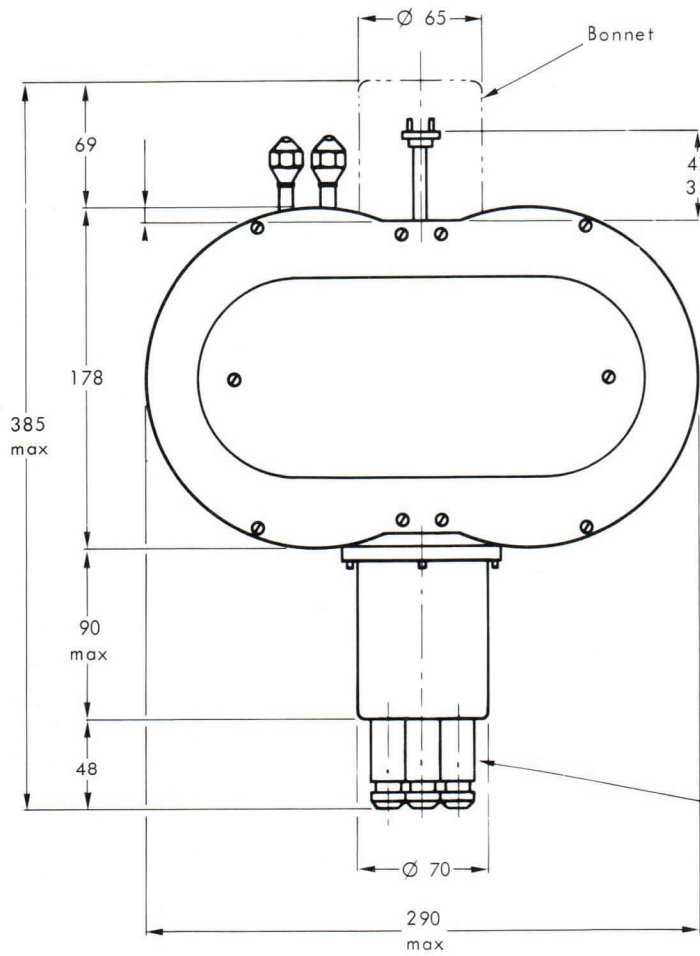
**OUTLINE DRAWING**



POSITIONING RAIL



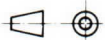
A



RF OUTPUT  
view A

High voltage connector  
LEMO plug JUPITER type  
ref III C 50 HT 10  
CERN model

Dimensions in mm.





## CO. 20 B CARCINOTRON

The CO.20B is a millimetric backward wave oscillator, focused by an integral permanent magnet, water cooled and delivering an output power over a frequency range of 128 to 136 GHz.

It can be amplitude modulated through its anode. Frequency modulation can be obtained by line voltage (1) variation, the frequency being independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

The high power obtained at such a high frequency makes it particularly suitable for physical measurements as plasma analysis, parametric resonance, study of the fine structure of the matter. It can be used also for transmission measurements, scaling, etc . . .



In short, the main features of the CO. 20B are :

- Minimum output power : 0.2 W from 128 GHz to 132 GHz  
1 W from 132 GHz to 136 GHz  
3 W in one point at least between 135 and 137 GHz.
- Frequency and amplitude modulation.

(1) *Line voltage or beam voltage.*

### GENERAL CHARACTERISTICS

Electrical	min.	max.	
Frequency . . . . .	128	136	GHz
Heater voltage (d c) . . . . .	- 8	- 6	V
Heater current (d c) . . . . .	1.8	2.4	A
Wehnelt (2) voltage . . . . .	- 250	0	V
Wehnelt current . . . . .	0	2	mA
Anode (3) voltage for 60 mA line current . . . . .	1100	1800	V
Anode voltage for 40 mA line current . . . . .	800	1500	V
Anode current . . . . .	0	5	mA
Line voltage (at lower frequencies) . . . . .	3000	-	V
Line voltage (at higher frequencies) . . . . .	-	6000	V
Line current . . . . .	-	60	mA
Modulation sensitivity . . . . .	4	10	MHz/V
Pushing . . . . .	20	50	MHz/mA

(2) *Wehnelt or Focusing electrode.*

(3) *Anode or Accelerator.*



### MECHANICAL

Operating position	horizontal	RF output flange	UG 387/U
Focusing	permanent magnet	Input connector	HT plug (see drawing)
RF output waveguide	RG 138/U	Weight	16 kg

### COOLING

Inlet water temperature	max. 60 °C	Corresponding pressure drop	0.3 to 0.5 bar
Inlet pressure	max. 1.5 bar	Ambient temperature	max. 60 °C
Flow-rate	1 to 1.5 l/mn	Water interlock	supplied with the tube

### ABSOLUTE RATINGS (1)

Heater voltage	Vnom ± 3 %	Anode voltage	max. 3 000 V
Surge current	max. 2.5 A	Anode current	max. 10 mA
Warm-up time	min. 4 mn	Line voltage	max. 7 000 V
Wehnelt voltage	max. 0 V	Line current	max. 80 mA
Wehnelt current	max. 5 mA	Load VSWR	max. 5 : 1

### TYPICAL OPERATION (1)

Heater voltage	- 7.6 V	Frequency	128.1 133.0 GHz
Heater current	2.1 A	Line voltage	4 750 5 325 V
Warm-up time	4 mn	Line current	60 60 mA
		Anode voltage	1 220 1 220 V
		Anode current	0 0 mA
		Wehnelt voltage	- 15 - 15 V
		RF output power	see curves

(1) All voltages are referred to the cathode.

The tube can be operated beyond characteristic frequency range. Ask for information.

### OPERATING INSTRUCTIONS

#### Supply (see diagram) :

The supply should meet following items :

- the following starting sequence : Heater, Wehnelt, Line, Anode.
- Current limitations :
 

Heater	2.5 A
Wehnelt	5 mA
Anode	5 mA
Line	80 mA
- Protection against shorts or flashes which could occur in the tube.
- Warm-up timing.
- External water interlock for cooling circuit.
- Line overvoltage (Line voltage  $\geq$  Anode voltage + 1500 V) security device.

#### Application of voltages :

- Start the liquid flow through the cooling circuit.
- Apply voltages in the following order : heater (allow four minutes minimum cathode warm-up time), Wehnelt, line, anode.

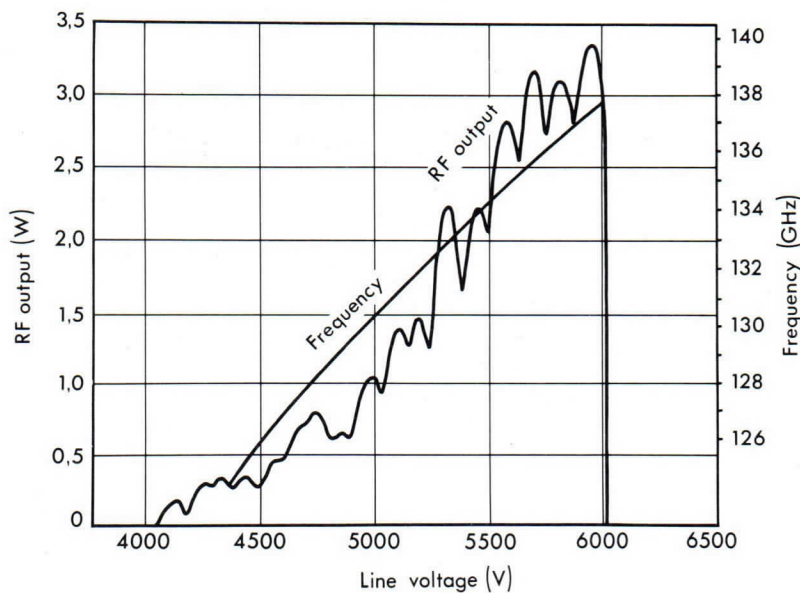
#### Protective measures :

- A minimum distance of 25 cm should be kept between the tube and any magnetic material.
- Do not try to obtain modulation through the Wehnelt voltage.
- Operating parameters are given with each tube particular test data sheets.

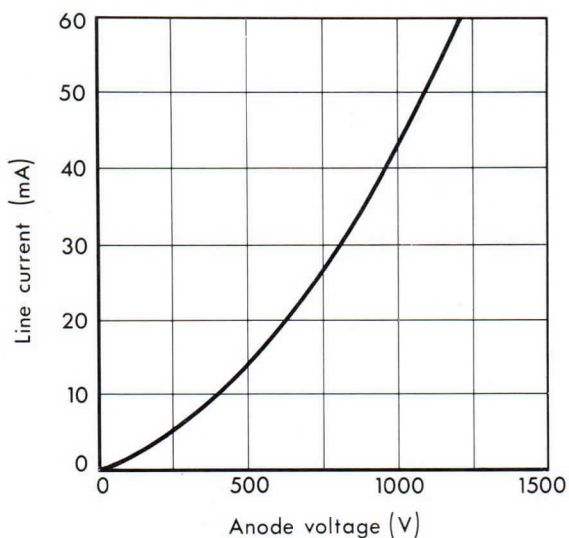


**characteristics curves  
(typical values)**

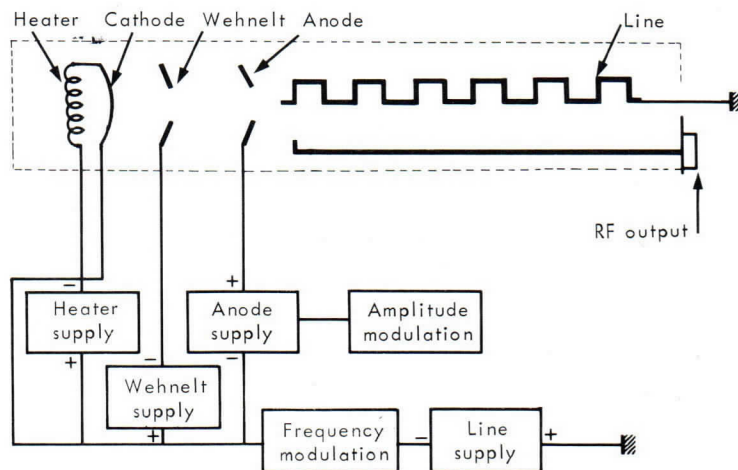
Heater voltage (dc) - 7.6 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 15 V  
Anode voltage (dc) 1220 V  
Line current (dc) 60 mA



Heater voltage (dc) - 7.6 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 15 V  
Line voltage (dc) 4 kV

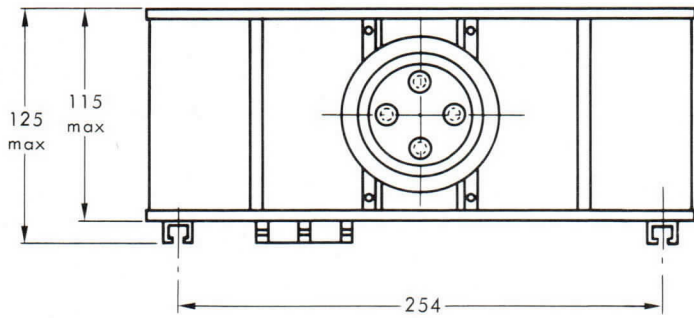


**supply diagram**

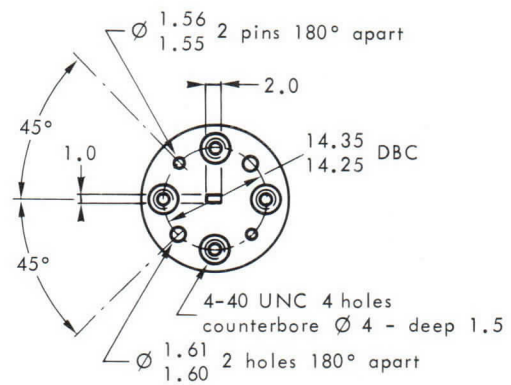
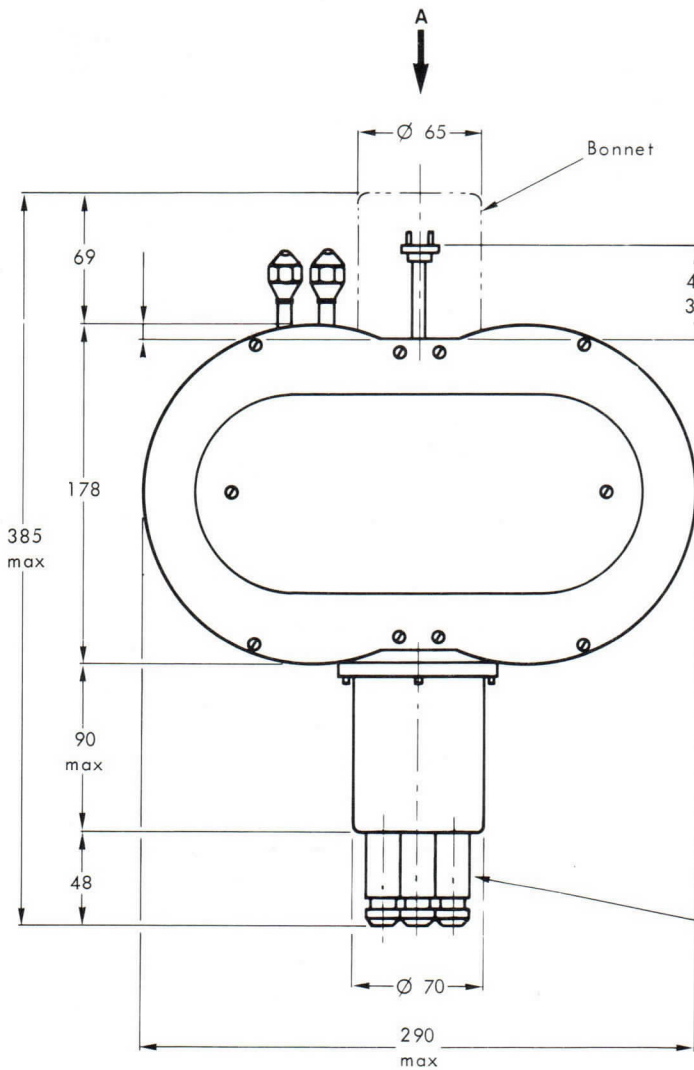
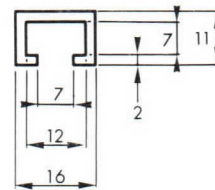




**OUTLINE DRAWING**



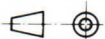
POSITIONING RAIL



RF OUTPUT  
view A

High voltage connector  
LEMO plug JUPITER type  
ref III C 50 HT 10  
CERN model

Dimensions in mm.





## CO. 40A CARCINOTRON

The CO.40A is a millimetric backward wave oscillator, focused by an integral permanent magnet, water cooled and delivering an output power over a frequency range of 73 to 76 GHz.

It can be amplitude modulated through its anode. Frequency modulation can be obtained by line voltage (1) variation, the frequency being independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

The high power obtained at such a high frequency makes it particularly suitable for physical measurements as plasma analysis, parametric resonance, study of the fine structure of the matter. It can be used also for transmission measurements, scaling, etc . . .



In short, the main features of the CO. 40A are :

- Minimum output power : 3 W from 73 to 76 GHz  
8 W in one point at least between 73 and 76 GHz.
- Frequency and amplitude modulation.

(1) *Line voltage or beam voltage.*

### GENERAL CHARACTERISTICS

Electrical	min.	max.	
Frequency . . . . .	73	76	GHz
Heater voltage (d c) . . . . .	- 8	- 6	V
Heater current (d c) . . . . .	1. 8	2. 4	A
Wehnelt (2) voltage . . . . .	- 250	0	V
Wehnelt current . . . . .	0	2	mA
Anode (3) voltage for 60 mA line current . . . . .	1100	1800	V
Anode voltage for 40 mA line current . . . . .	800	1500	V
Anode current . . . . .	0	5	mA
Line voltage (at lower frequencies) . . . . .	3000	-	V
Line voltage (at higher frequencies) . . . . .	-	6000	V
Line current . . . . .	-	60	mA
Modulation sensitivity . . . . .	1. 2	3	MHz/V
Pushing . . . . .	10	25	MHz/mA

(2) *Wehnelt or Focusing electrode.*

(3) *Anode or Accelerator.*





### MECHANICAL

Operating position	horizontal	RF output flange	UG 387/U
Focusing	permanent magnet	Input connector	HT plug (see drawing)
RF output waveguide	RG 99/U	Weight	16 kg

### COOLING

Inlet water temperature	max. 60 °C	Corresponding pressure drop	0.3 to 0.5 bar
Inlet pressure	max. 1.5 bar	Ambient temperature	max. 60 °C
Flow-rate	1 to 1.5 l/mn	Water interlock	supplied with the tube

### ABSOLUTE RATINGS (1)

Heater voltage	Vnom ± 3%	Anode voltage	max. 3 000 V
Surge current	max. 2.5 A	Anode current	max. 10 mA
Warm-up time	min. 4 mn	Line voltage	max. 7 000 V
Wehnelt voltage	max. 0 V	Line current	max. 80 mA
Wehnelt current	max. 5 mA	Load VSWR	max. 5 : 1

### TYPICAL OPERATION (1)

Heater voltage	- 7.2 V	Frequency	75.35 75.90 GHz
Heater current	2.1 A	Line voltage	4 950 5 365 V
Warm-up time	4 mn	Line current	60 60 mA
		Anode voltage	1 420 1 420 V
		Anode current	0 0 mA
		Wehnelt voltage	- 20 - 20 V
		RF output power	see curves

(1) All voltages are referred to the cathode.

The tube can be operated beyond characteristic frequency range. Ask for information.

### OPERATING INSTRUCTIONS

#### Supply (see diagram) :

The supply should meet following items :

- the following starting sequence : Heater, Wehnelt, Line, Anode.
- Current limitations :
 

Heater	2.5 A
Wehnelt	5 mA
Anode	5 mA
Line	80 mA
- Protection against shorts or flashes which could occur in the tube.
- Warm-up timing.
- External water interlock for cooling circuit.
- Line overvoltage (Line voltage  $\geq$  Anode voltage + 1500 V) security device.

#### Application of voltages :

- Start the liquid flow through the cooling circuit.
- Apply voltages in the following order : heater (allow four minutes minimum cathode warm-up time), Wehnelt, line, anode.

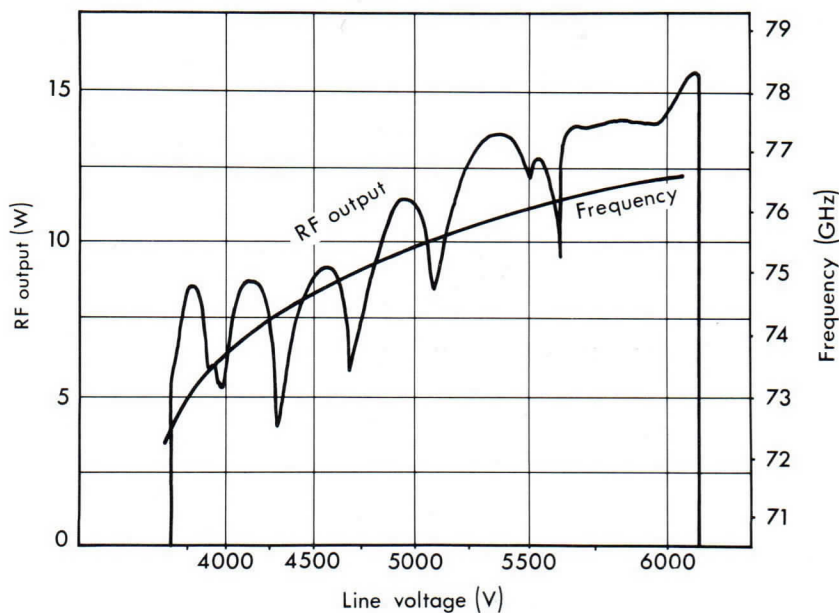
#### Protective measures :

- A minimum distance of 25 cm should be kept between the tube and any magnetic material.
- Do not try to obtain modulation through the Wehnelt voltage.
- Operating parameters are given with each tube particular test data sheets.

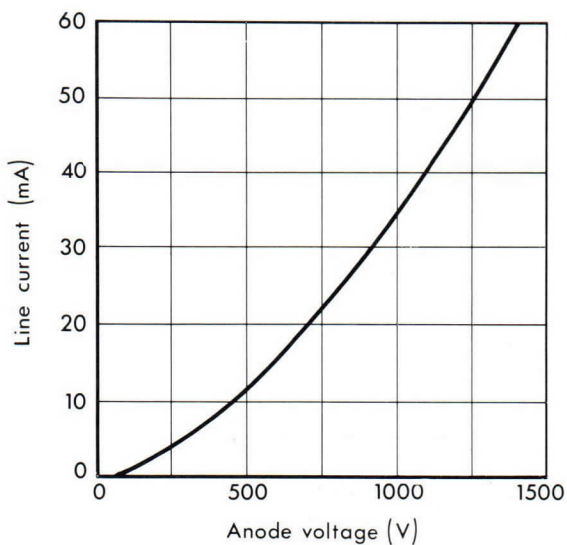


**characteristics curves  
(typical values)**

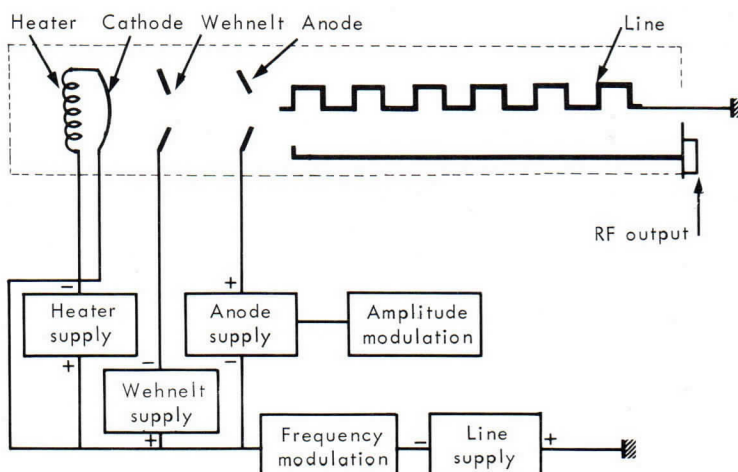
Heater voltage (dc) - 7.2 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 20 V  
Anode voltage (dc) 1420 V  
Line current (dc) 60 mA



Heater voltage (dc) - 7.2 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 20 V  
Line voltage (dc) 4 kV

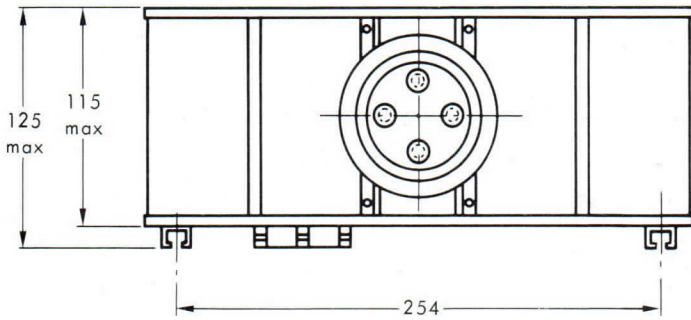


**supply diagram**

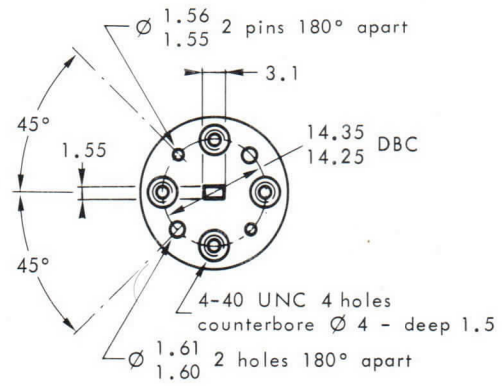
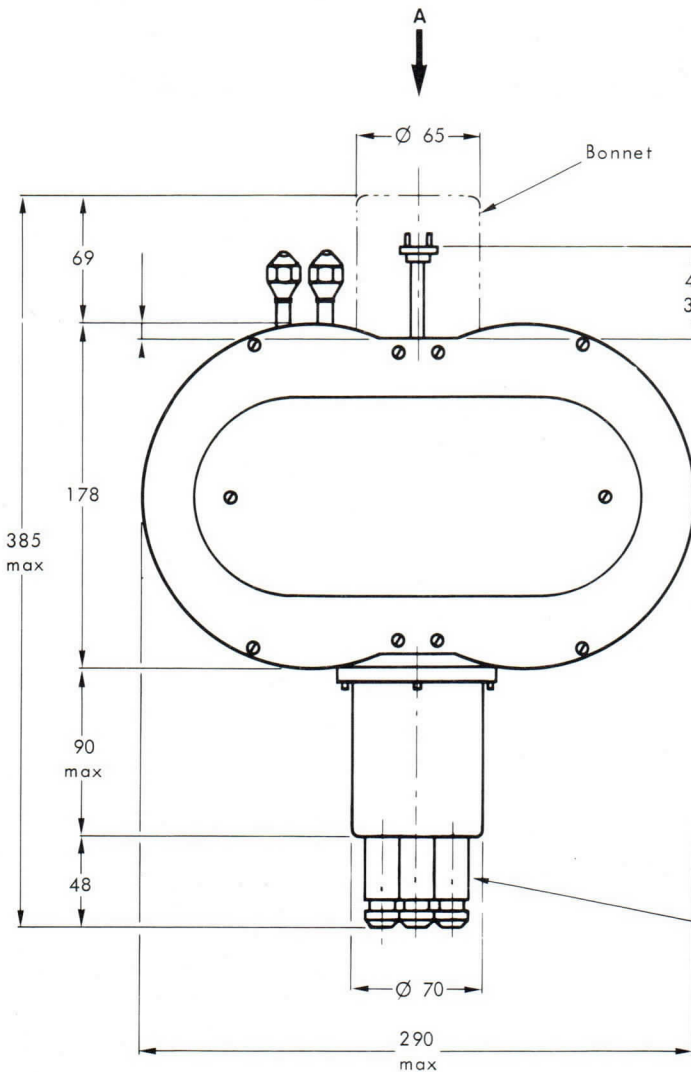
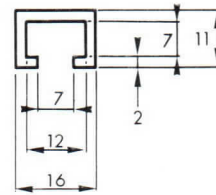




**OUTLINE DRAWING**



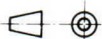
POSITIONING RAIL



RF OUTPUT  
view A

High voltage connector  
LEMO plug JUPITER type  
ref III C 50 HT 10  
CERN model

Dimensions in mm.





## CO.40 B CARCINOTRON

The CO.40B is a millimetric backward wave oscillator, focused by an integral permanent magnet, water cooled and delivering an output power over a frequency range of 68 to 71 GHz.

It can be amplitude modulated through its anode. Frequency modulation can be obtained by line voltage (1) variation, the frequency being independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

The high power obtained at such a high frequency makes it particularly suitable for physical measurements as plasma analysis, parametric resonance, study of the fine structure of the matter. It can be used also for transmission measurements, scaling, etc . . .



In short, the main features of the CO. 40B are :

- Minimum output power :    1 W    from 68 to 69 GHz.  
   5 W    from 69 to 70 GHz.  
   10 W    from 70 to 71 GHz.  
   15 W    in one point at least between 70 and 72 GHz.
- Frequency and amplitude modulation.

(1) *Line voltage or beam voltage.*

### GENERAL CHARACTERISTICS

Electrical	min.	max.	
Frequency . . . . .	68	71	GHz
Heater voltage (d c) . . . . .	- 8	- 6	V
Heater current (d c) . . . . .	1. 8	2. 4	A
Wehnelt (2) voltage . . . . .	- 250	0	V
Wehnelt current . . . . .	0	2	mA
Anode (3) voltage for 60 mA line current . . . . .	1100	1800	V
Anode voltage for 40 mA line current . . . . .	800	1500	V
Anode current . . . . .	0	5	mA
Line voltage (at lower frequencies) . . . . .	3000	-	V
Line voltage (at higher frequencies) . . . . .	-	6000	V
Line current . . . . .	-	60	mA
Modulation sensitivity . . . . .	1. 2	3	MHz/V
Pushing . . . . .	10	25	MHz/mA

(2) *Wehnelt or Focusing electrode.*

(3) *Anode or Accelerator.*



### MECHANICAL

Operating position	horizontal	RF output flange	UG 385/U
Focusing	permanent magnet	Input connector	HT plug (see drawing)
RF output waveguide	RG 98/U	Weight	16 kg

### COOLING

Inlet water temperature	max. 60 °C	Corresponding pressure drop	0.3 to 0.5 bar
Inlet pressure	max. 1.5 bar	Ambient temperature	max. 60 °C
Flow-rate	1 to 1.5 l/mn	Water interlock	supplied with the tube

### ABSOLUTE RATINGS (1)

Heater voltage	Vnom ± 3 %	Anode voltage	max. 3 000 V
Surge current	max. 2.5 A	Anode current	max. 10 mA
Warm-up time	min. 4 mn	Line voltage	max. 7 000 V
Wehnelt voltage	max. 0 V	Line current	max. 80 mA
Wehnelt current	max. 5 mA	Load VSWR	max. 5 : 1

### TYPICAL OPERATION (1)

Heater voltage	- 7.6 V	Frequency	70.55 GHz
Heater current	2.15 A	Line voltage	4 895 V
Warm-up time	4 mn	Line current	60 mA
		Anode voltage	1 450 V
		Anode current	0 mA
		Wehnelt voltage	- 10 V
		RF output power	see curves

(1) All voltages are referred to the cathode.

The tube can be operated beyond characteristic frequency range. Ask for information.

### OPERATING INSTRUCTIONS

#### Supply (see diagram) :

The supply should meet following items :

- the following starting sequence : Heater, Wehnelt, Line, Anode.
- Current limitations :
 

Heater	2.5 A
Wehnelt	5 mA
Anode	5 mA
Line	80 mA
- Protection against shorts or flashes which could occur in the tube.
- Warm-up timing.
- External water interlock for cooling circuit.
- Line overvoltage (Line voltage  $\geq$  Anode voltage + 1500 V) security device.

#### Application of voltages :

- Start the liquid flow through the cooling circuit.
- Apply voltages in the following order : heater (allow four minutes minimum cathode warm-up time), Wehnelt, line, anode.

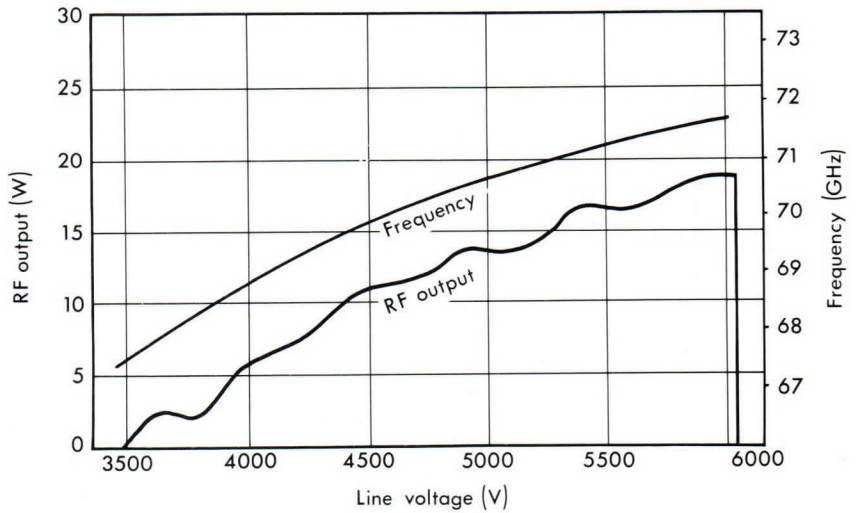
#### Protective measures :

- A minimum distance of 25 cm should be kept between the tube and any magnetic material.
- Do not try to obtain modulation through the Wehnelt voltage.
- Operating parameters are given with each tube particular test data sheets.

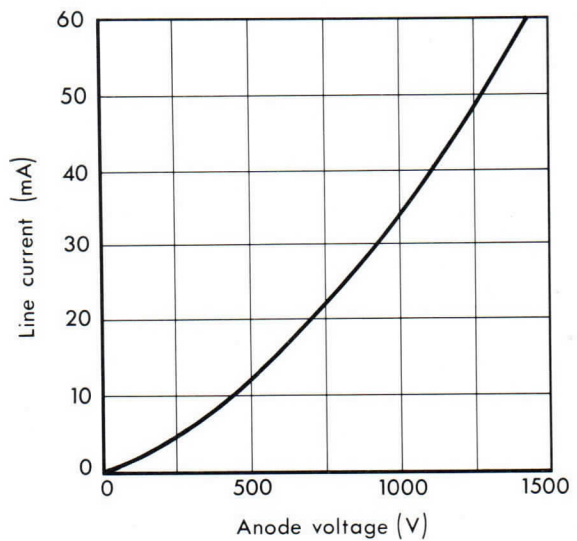


**characteristic curves  
(typical values)**

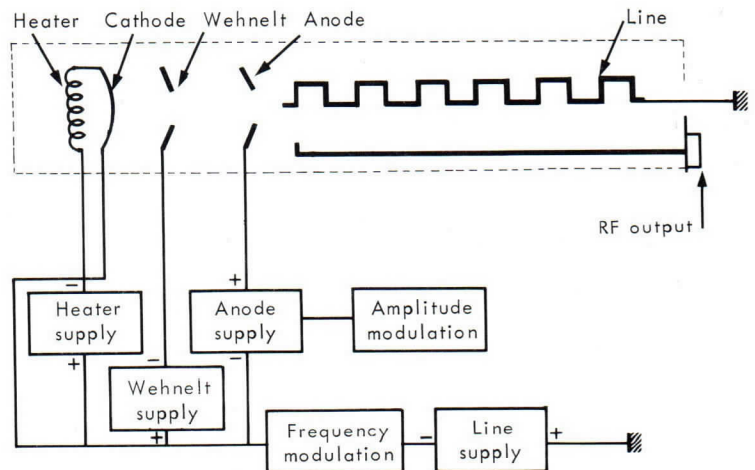
Heater voltage (dc) - 7.6 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 10 V  
Anode voltage (dc) 1450 V  
Line current (dc) 60 mA



Heater voltage (dc) - 7.6 V  
Heater current (dc) 2.1 A  
Wehnelt voltage (dc) - 10 V  
Line voltage (dc) 4 kV

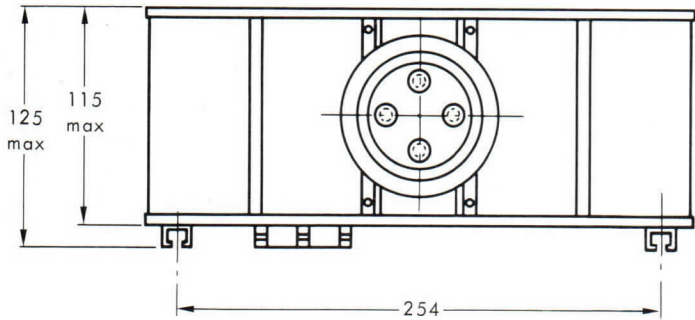


**supply diagram**

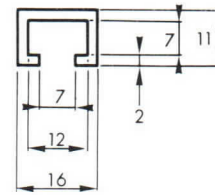




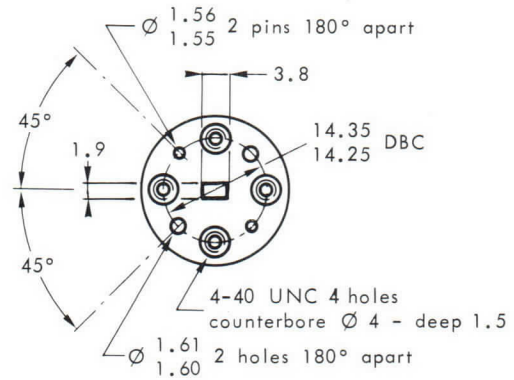
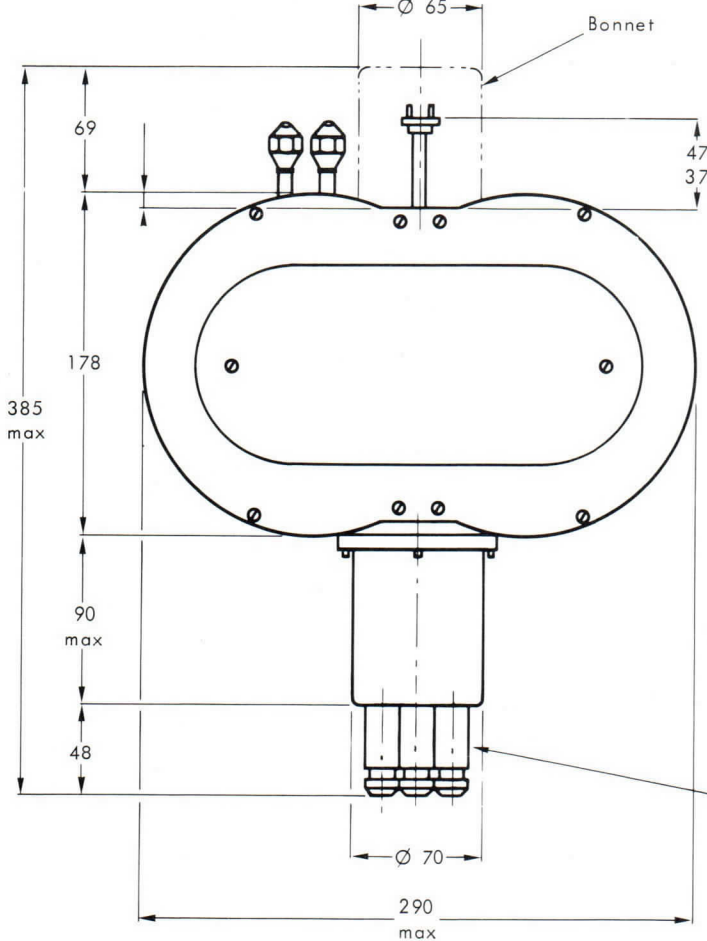
**OUTLINE DRAWING**



POSITIONING RAIL



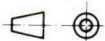
A



RF OUTPUT  
view A

High voltage connector  
LEMO plug JUPITER type  
ref III C 50 HT 10  
CERN model

Dimensions in mm.





## CO.80 CARCINOTRON

The CO.80 is a millimetric backward wave oscillator, delivering an output power of 10 to 30 watts over a frequency range of 39.5 to 40.5 gigahertz.

It can be amplitude modulated through its anode. Frequency modulation can be obtained by line voltage (1) variation, the frequency being independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

It is focused by an integral permanent magnet, and cooled by water circulation.

The relatively high power obtained at very high frequency makes it particularly suitable for physical measurements such as plasma analysis, parametric resonance, study of the fine structure of the matter. It can be used also for transmission measurements, scaling, etc ....



In short, the main features of the CO.80 are :

- Minimum output power : 10 W from 39.5 to 40.0 GHz  
30 W from 40.0 to 40.5 GHz
- Frequency and amplitude modulation.

(1) line voltage or beam voltage.

## GENERAL CHARACTERISTICS

### Electrical

	min.	max.	
Frequency .....	39.5	40.5	GHz
Heater voltage.....	7.1	7.8	V
Heater current .....	2.0	2.3	A
Wehnelt (2) voltage .....	0	-40	V
Wehnelt current .....	0	2	mA
Anode (3) voltage for 60 mA line current.....	1000	1500	V
Anode voltage for 80 mA line current.....	1500	1800	V
Anode current.....	0	5	mA
Line voltage (at lower frequencies) .....	3000	-	V
Line voltage (at higher frequencies) .....	-	6500	V
Line current.....	60	80	mA
Modulation sensitivity .....	0.5	1.5	MHz/V
Pushing .....	5	10	MHz/mA

(2) Wehnelt or Focusing electrode.

(3) Anode or Accelerator.





**Mechanical**

Operating position...	horizontal	RF output flange ...	UG 383/U
Focusing .....	permanent magnet	Input connector ....	see drawing
RF output waveguide	RG 97/U	Weight .....	16 kg

**Cooling**

Inlet water temperature max.	60 °C	Corresponding pressure drop	0.3 to 0.5 bar
Inlet pressure .....	max. 1.5 bar	Ambiant temperature max.	60 °C
Flow-rate .....	1 to 1.5 l/mn	Water interlock .....	supplied with the tube

**ABSOLUTE RATINGS (1)**

Heater voltage .....	min. 6.8 V	Wehnelt current.....	max. 5 mA
	max. 8.5 V	Anode voltage.....	max. 3000 V
Heater current.....	min. 1.9 A	Anode current .....	max. 10 mA
	max. 2.5 A	Line voltage.....	max. 7000 V
Surge current.....	max. 2.5 A	Line current.....	max. 80 mA
Warm-up time .....	min. 4 mn	Load VSWR.....	max. 5:1
Wehnelt voltage .....	max. 300 V		

**TYPICAL OPERATION (1)**

Heater voltage .....	7.7 V	Frequency .....	39.72 40.26 GHz
Heater current.....	2.2 A	Line voltage .....	5116 5810 V
Warm-up time .....	4 mn	Line current .....	80 80 mA
		Anode voltage.....	1680 1680 V
		Anode current .....	0 0 mA
		Wehnelt voltage ..	-10 -10 V
		RF output power ....	see curves

(1) All voltages are referred to the cathode

The tube can be operated beyond characteristic frequency range. Ask for information.

**OPERATING INSTRUCTIONS**

Supply : (see diagram)

The supply should feature

- the following starting sequence : Heater, Wehnelt, Line, Anode.
- Current limitations : Heater ..... 2.5 A
- Wehnelt ..... 5 mA
- Anode ..... 5 mA
- Line ..... 80 mA

- Protection against shorts or flashes which could occur in the tube.
- Warm-up timing
- External water interlock for cooling circuit
- Line overvoltage (line voltage  $\geq$  Anode voltage + 1500 V) security device.

Application of voltages

- Start the liquid flow through the cooling circuit.
- Apply voltages in the following order : heater (allow four minutes minimum cathode warm-up time), Wehnelt, line, anode.

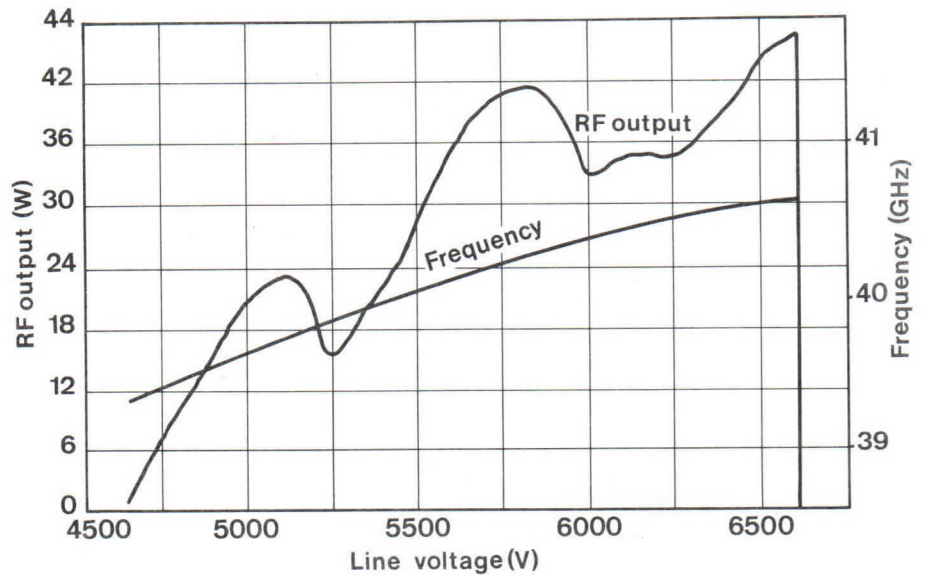
Protective measures

- A minimum distance of 25 cm should be kept between the tube and any magnetic material.
- Do not try to obtain modulation through the Wehnelt voltage.
- Operating parameters are given in each tube test data sheets, and are always within the absolute ratings indicated here.

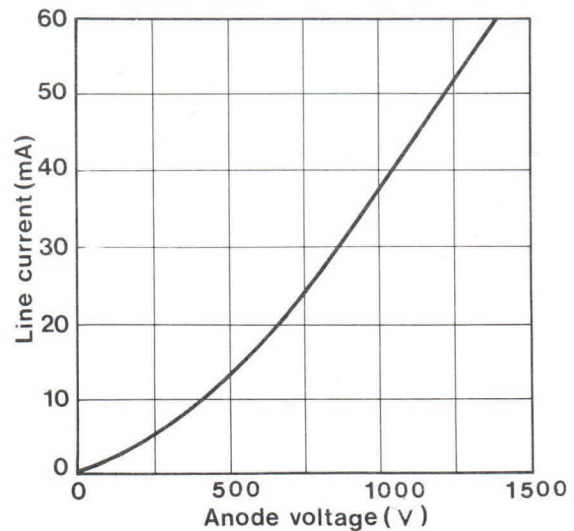


**CHARACTERISTIC CURVES**

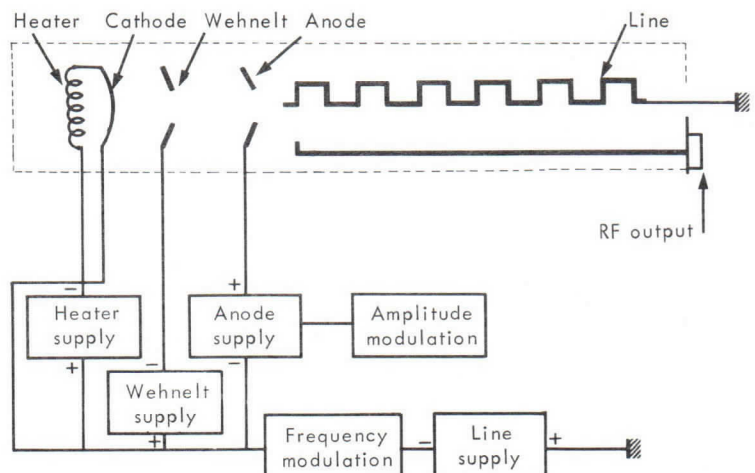
Heater voltage (dc) 7.7 V  
Heater current (dc) 2.2 A  
Wehnelt voltage (dc) -10 V  
Anode voltage (dc) 1680 V  
Line current (dc) 80 mA



Heater voltage (dc) 7.7 V  
Heater current (dc) 2.2 A  
Wehnelt voltage (dc) -10 V  
Line voltage (dc) 4 kV

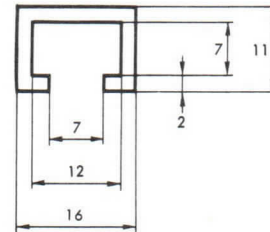
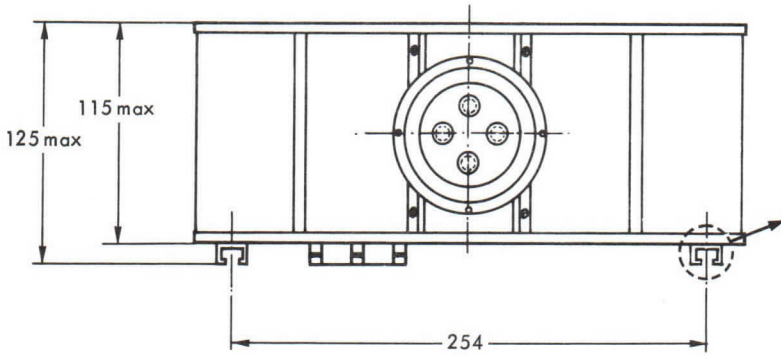


**SUPPLY DIAGRAM**

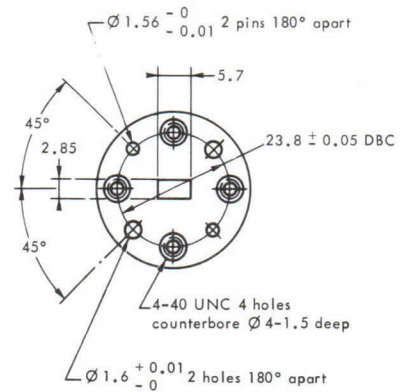
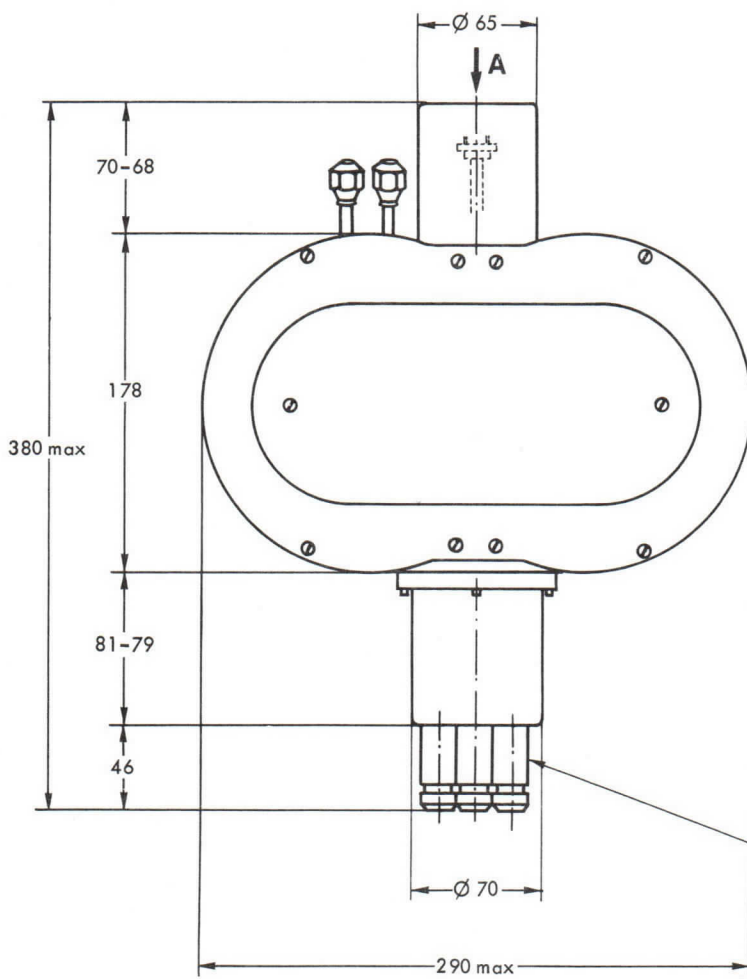




**OUTLINE DRAWING**



**Positioning rail**



**RF output**  
VIEW A

High voltage connector  
LEMO plug JUPITER type  
ref III C 50 HT 10  
CERN model

Dimensions in mm.





## F4008C CARCINOTRON

The F4008C "O" type carcinotron is a backward wave oscillator delivering an output power of 30 mW (minimum) to 300 mW over the range 7 to 11 GHz.

Amplitude modulation can be achieved by anode voltage variation. Frequency modulation is obtained by varying the line voltage. The frequency is independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

An integral permanent magnet insures focusing, forced air cooling insures operation in a wide temperature range.

This "O" type carcinotron, which features excellent signal to noise ratio is particularly suitable for wide frequency sweep wobulated generator, wide dispersion spectrum analyser, radar panoramic receiver, frequency agile radar (master and local oscillator).



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical (1)

	min.	6.3	max.	
Heater voltage .....				V
Heater current .....	0.75		1.80	A
Grid voltage .....	-100		0	V
Anode voltage (2) .....	-		150	V
Anode current .....	-1		+2	mA
Line voltage at 7 GHz .....	300		-	V
at 11 GHz .....	-		1500	V
Line current .....	-		25	mA
- Line frequency modulation				
Modulation coefficient at 7 GHz .....	-		9.5	MHz/V
Modulation coefficient at 11 GHz .....	1.3		-	MHz/V
- Anode frequency modulation				
Modulation coefficient at 7 GHz .....	-		2.5	MHz/V
Modulation coefficient at 11 GHz .....	0.5		-	MHz/V
- Anode amplitude modulation				
Anode voltage variation for an output power				
variation of 6 dB - at 7 GHz .....	-		70	V
- at 11 GHz .....	15		-	V
- Power variation				
in the range 7 to 11 GHz .....	-		8	dB
in any 0.2 GHz bandwidth .....	-		1.5	dB
Grid voltage for cut-off .....	-100		-	V
- Interelectrode capacitances				
Anode to all other electrodes .....	-		30	pF
Line to all other electrodes .....	-		30	pF
Signal to noise ratio between 1 and 10 MHz .....	40		-	dB

(1) All voltages are referred to the cathode.

(2) Anode or accelerator. Line or cathode may be connected to ground, both are isolated from the focusing device.



**Mechanical**

Operating position .....	any
RF connections .....	50 Ω N type UG 21/U
Weight .....	3.5 kg
Focusing .....	permanent magnet
Power supply connections .....	see drawing

**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous values)

	min.	max.		min.	max.	
Heater voltage .....	6.1	6.5	V	Anode voltage .....	200	V
Heater surge current .....	-	3.5	A	Anode current .....	-1	+3 mA
Warm-up time .....	2	-	mn	Line voltage .....	-	1600 V
Grid voltage .....	-125	-	V	Line current .....	-	30 mA

**Cooling**

	min.	max.	
Temperature at the measurement point .....	-	100	°C
Air flow .....	-	10	dm <sup>3</sup> /s
Air pressure .....	-	0.0025	bars
Flow direction .....	(1)		

**Environmental conditions**

	min.	max.	
Vibrations from 10 to 50 Hz .....	-	1	mm
Acceleration at 50 Hz .....	-	1	g
Shocks - acceleration .....	-	15	g
- duration .....	-	11	ms
Ambient temperature			
- during operation .....	-40	+100	°C
- during storage .....	-50	+110	°C

**TYPICAL OPERATION**

Heater voltage .....	6.3	V	Anode voltage .....	70	V
Heater current .....	1.3	A	Anode current .....	0.05	mA
Frequency .....	11	GHz	Grid voltage .....	0	V
Line voltage .....	1455	V	Output power .....	190	mW
Line current .....	17.6	mA			

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Application of voltages**

Voltages should be applied in the following order : Heater, Grid, Line, Anode.  
They should be removed in the reverse order from start up.

**Supply**

The supply should feature the following security devices :

- Warm-up timing,
  - Power supply protection against arcing or short circuit which may occur in the tube,
  - Protection against applying voltages before starting air flow.
- A safety device should prevent anode voltage from exceeding line voltage, even in case of modulation. If grid and anode power supplies present high internal resistance, a 50 kΩ resistance should be connected in parallel.

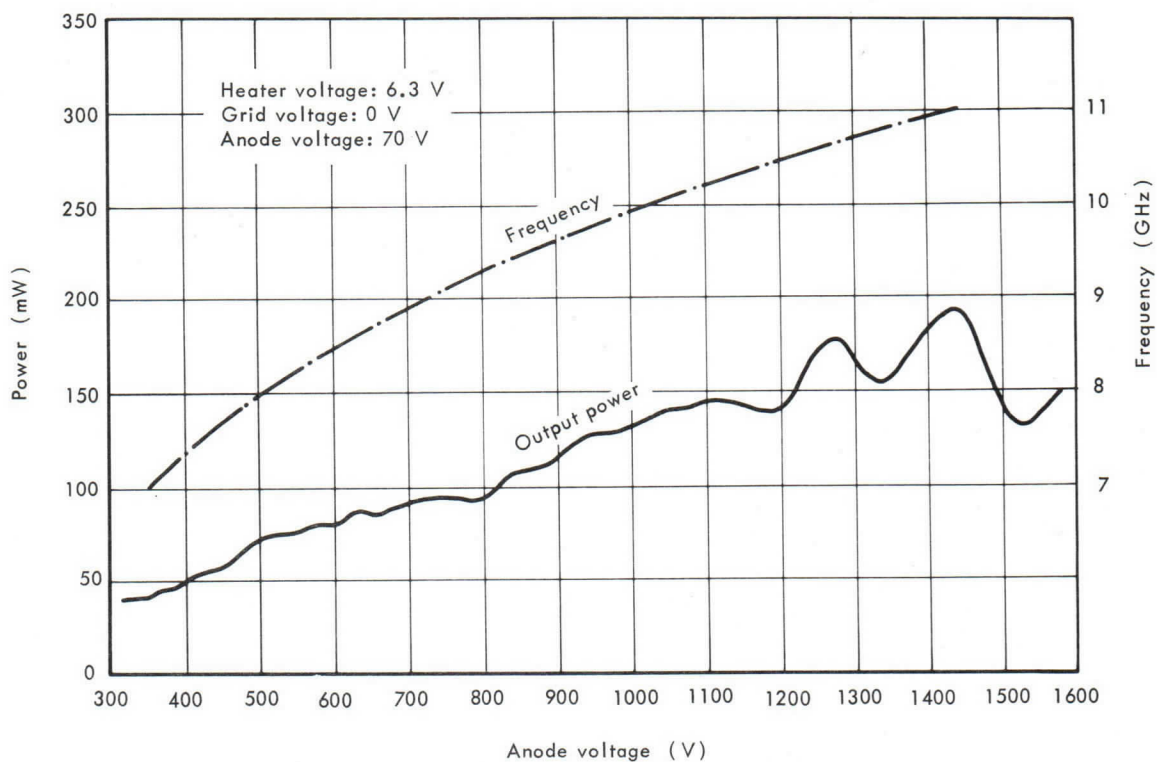
**Permanent magnet**

The tube should be kept away from all magnetic materials, at least 10 cm, and 15 cm away from field generating devices.

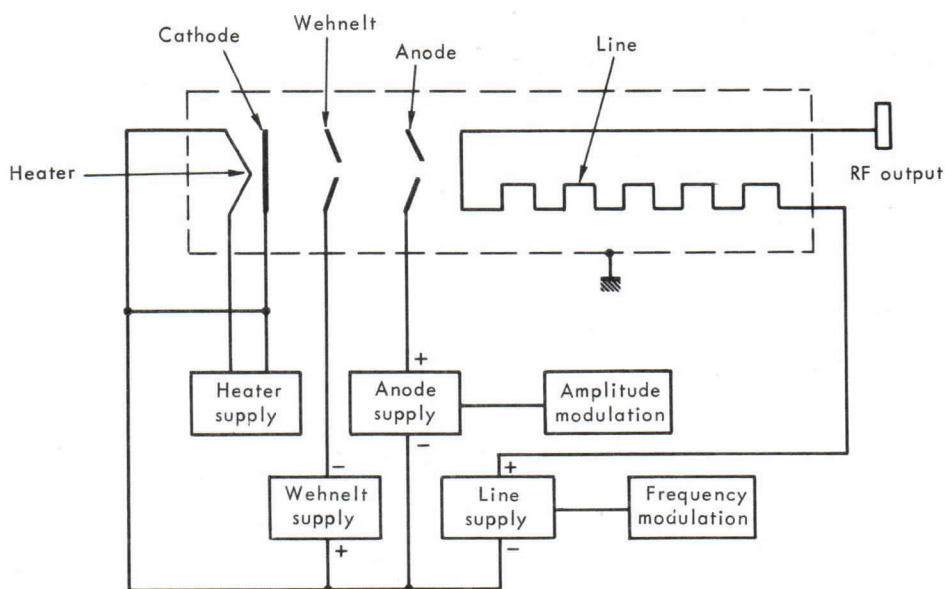
(1) T point indicated on drawing



### Characteristic curves

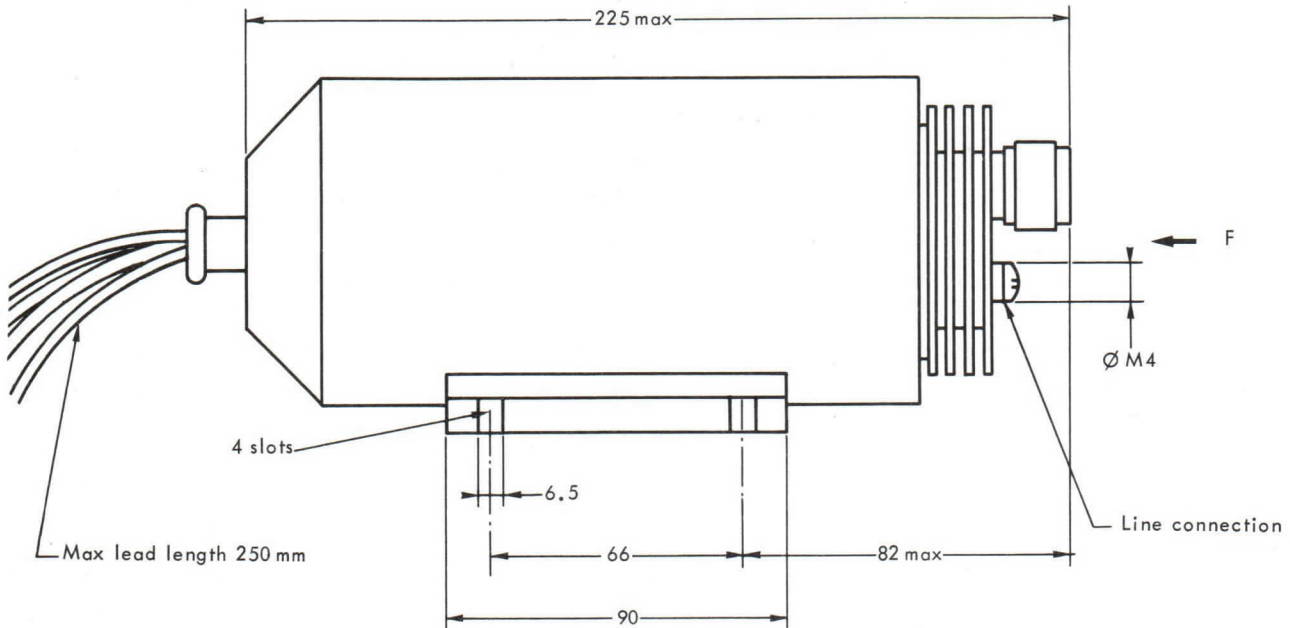


### Supply diagram

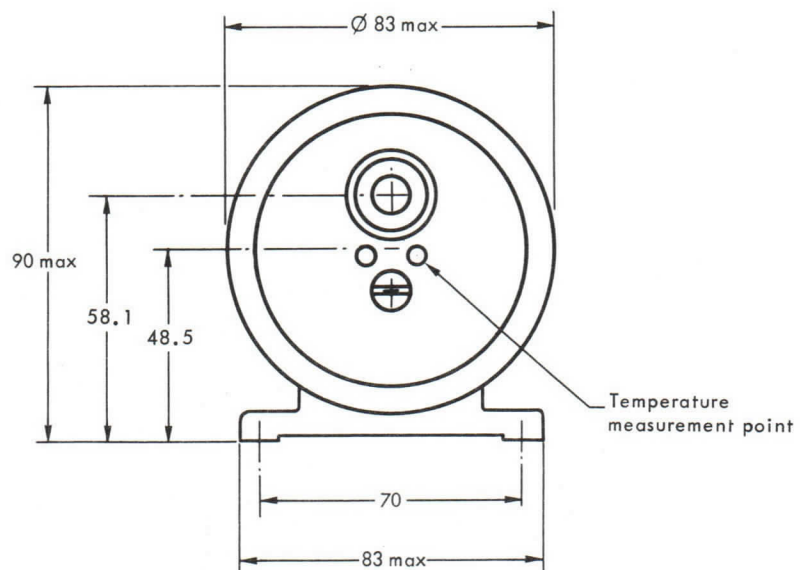




**OUTLINE DRAWING**



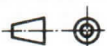
F View



CONNECTIONS	
Heater	Brown
Cathode	Yellow
Anode	Blue
Wehnelt	Green
Line	Red (on heat sink)

The line is isolated from the magnet.

Dimensions in mm.





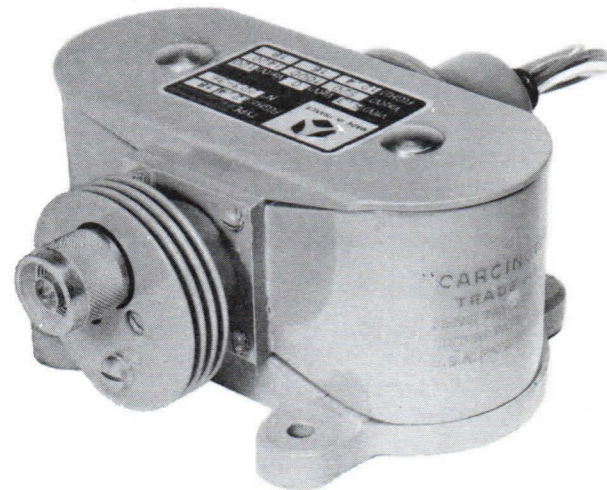
## F4032B CARCINOTRON

The F4032B "O" type carcinotron is a backward wave oscillator delivering an output power of 10 mW (minimum) to 150 mW over the range 8 to 16 GHz.

Amplitude modulation can be achieved by anode voltage variation. Frequency modulation is obtained by varying the line voltage. The frequency is independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

An integral permanent magnet insures focusing, forced air cooling insures operation in a wide temperature range.

This "O" type carcinotron, which features excellent signal to noise ratio is particularly suitable for wide frequency sweep wobbled generator, wide dispersion spectrum analyser, radar panoramic receiver, frequency agile radar (master and local oscillator).



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical (1)

	min.	6.3	max.	
Heater voltage				V
Heater current	0.75		1.80	A
Grid voltage	-100		-	V
Anode voltage (2)	-		170	V
Anode current	-1		+2	mA
Line voltage at 8 GHz	200		1	V
at 16 GHz	-		1900	V
Line current	-		21	mA
- Line frequency modulation				
Modulation coefficient - at 8 GHz	-		16	MHz/V
- at 16 GHz	2		-	MHz/V
- Anode frequency modulation				
Modulation coefficient - at 8 GHz	-		2.5	MHz/V
- at 16 GHz	0.5		-	MHz/V
- Anode amplitude modulation				
Anode voltage variation for an output power variation of 6 dB - at 8 GHz	-		100	V
- at 16 GHz	20		-	V
- Power variation				
in the range 8 to 16 GHz	-		10	dB
in any 0.2 GHz bandwidth	-		1.2	dB
Grid voltage for cut-off	-100		-	V
- Interelectrode capacitances				
Anode to all other electrodes	-		30	pF
Line to all other electrodes	-		30	pF
Signal to noise ratio between 1 and 10 MHz	40		-	dB

(1) All voltages are referred to the cathode.

(2) Anode or accelerator. Line or cathode may be connected to ground, both are isolated from the focusing device.





**Mechanical**

Operating position .....	any
RF connections .....	50 Ω N type UG 21/U
Weight .....	2.7 kg
Focusing .....	permanent magnet
Power supply connections .....	see drawing

**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous values)

	min.	max.			min.	max.	
Heater voltage . . . .	6.1	6.5	V	Anode voltage . . . .	-	200	V
Heater surge current	-	3.5	A	Anode current . . . .	-1	+3	mA
Warm-up time . . . .	-	2	mn	Line voltage . . . .	-	2000	V
Grid voltage . . . .	-125	-	V	Line current . . . .	-	25	mA

**Cooling**

	min.	max.
Temperature at the measurement point .....	-	100 °C
Air flow .....	-	10 dm <sup>3</sup> /s
Air pressure .....	-	2.5 millibar
Flow direction .....	(1)	

**Environmental conditions**

	min.	max.
Vibrations from 10 to 50 Hz .....	-	1 mm
Acceleration at 50 Hz .....	-	1 g
Shocks - acceleration .....	-	15 g
- duration .....	-	11 ms
Ambient temperature		
- during operation .....	-40	+100 °C
- during storage .....	-50	+110 °C

**TYPICAL OPERATION**

Heater voltage .....	6.3	V	Anode voltage .....	90	V
Heater current .....	1.15	A	Anode current .....	0.02	mA
Frequency .....	16	GHz	Grid voltage .....	0	V
Line voltage .....	1790	V	Output power .....	77	mW
Line current .....	14.25	mA			

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Application of voltages**

Voltages should be applied in the following order : Heater, Grid, Line, Anode.  
They should be removed in the reverse order from start up.

**Supply**

The supply should feature the following security devices :

- Warm-up timing,
  - Power supply protection against arcing or short circuit which may occur in the tube,
  - Protection against applying voltages before starting air flow.
- A safety device should prevent anode voltage from exceeding line voltage, even in case of modulation. If grid and anode power supplies present high internal resistance, a 50 kΩ resistance should be connected in parallel.

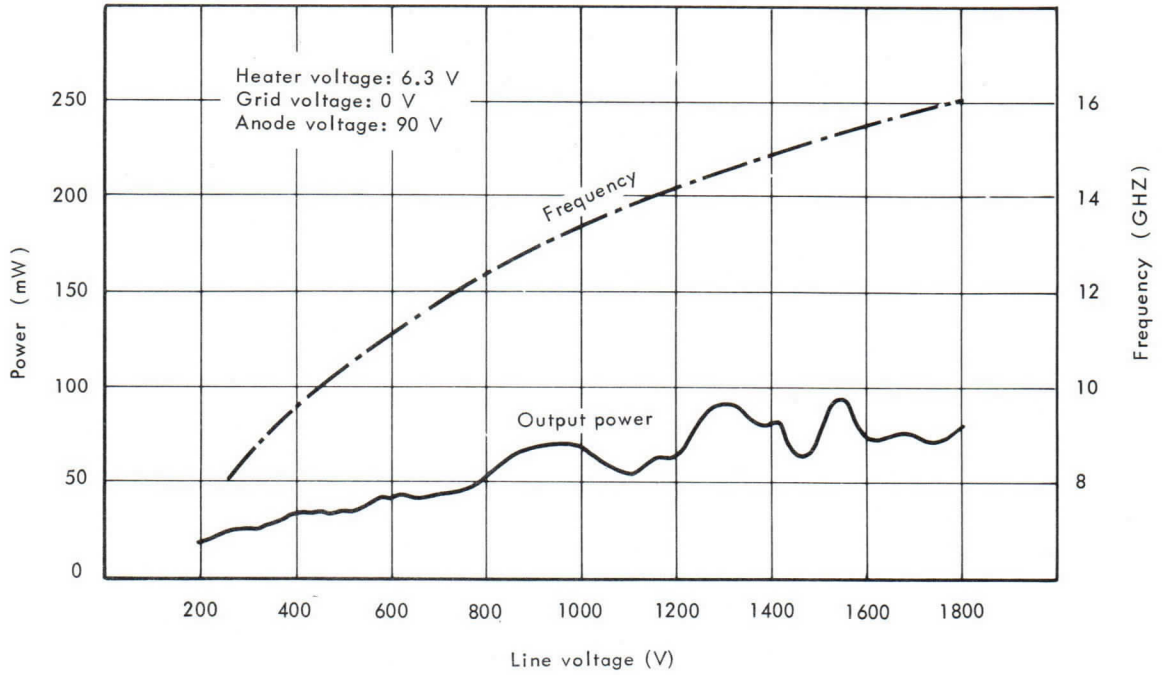
**Permanent magnet**

The tube should be kept away from all magnetic materials, at least 10 cm, and 15 cm away from field generating devices.

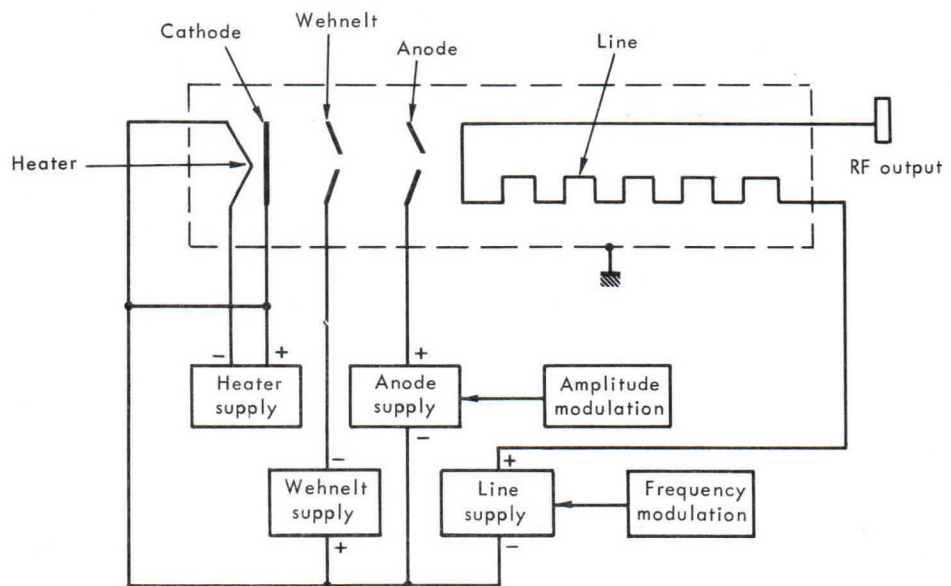
(1) T point indicated on drawing.



### Characteristic curves

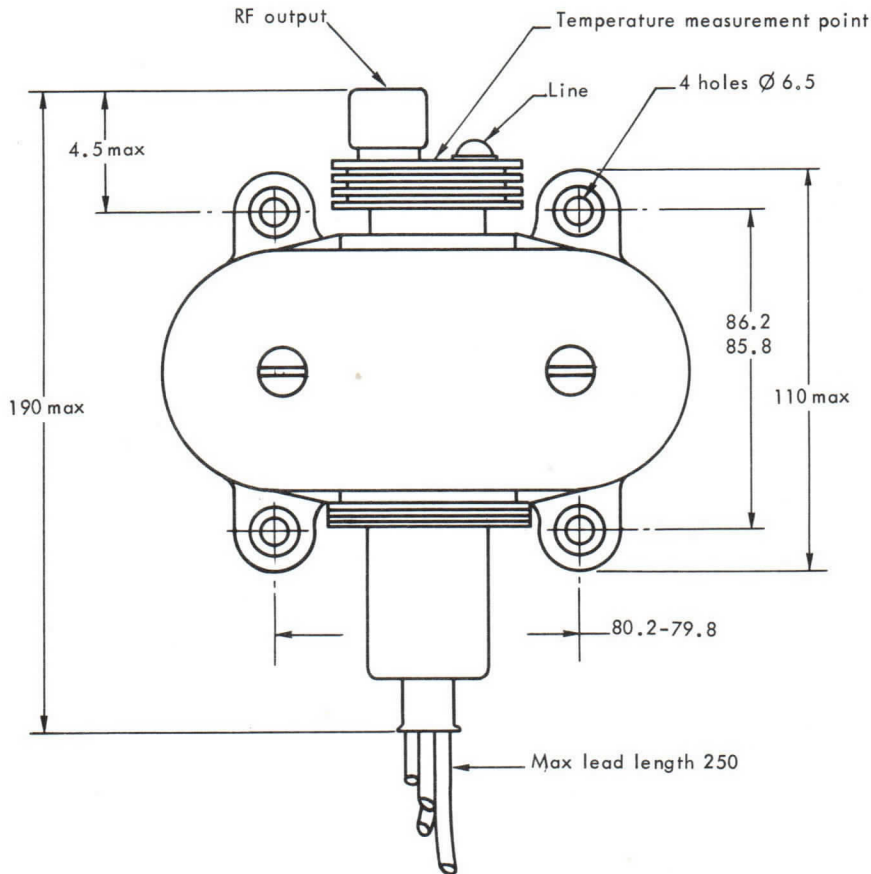
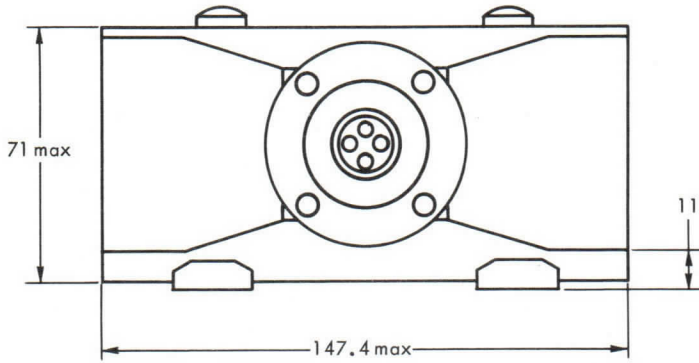


### Supply diagram



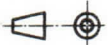


**OUTLINE DRAWING**



CONNECTIONS	
Heater	Brown
Cathode	Yellow
Anode	Blue
Wehnelt	Green

Dimensions in mm.





## F4033B CARCINOTRON

The F4033B "O" type carcinotron is a backward wave oscillator delivering an output power of 25 mW (minimum) to 250 mW over the range 15.5 to 24 GHz.

Amplitude modulation can be achieved by anode voltage variation. Frequency modulation is obtained by varying the line voltage. The frequency is independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

An integral permanent magnet insures focusing, forced air cooling insures operation in a wide temperature range.

This "O" type carcinotron, which features excellent signal to noise ratio is particularly suitable for wide frequency sweep wobbled generator, wide dispersion spectrum analyser, radar panoramic receiver, frequency agile radar (master and local oscillator).



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical (1)

	min.	max.	
Heater voltage	6.3		V
Heater current	0.7	1.5	A
Grid voltage	-200	-	V
Anode voltage (2)	-	400	V
Anode current	-1	+1	mA
Line voltage at 15.5 GHz	600	-	V
at 24 GHz	-	2600	V
Line current	-	30	mA
- Line frequency modulation			
Modulation coefficient - at 15.5 GHz	-	10	MHz/V
- at 24 GHz	2	-	MHz/V
- Anode frequency modulation			
Modulation coefficient - at 15.5 GHz	-	1	MHz/V
- at 24 GHz	0.25	-	MHz/V
- Anode amplitude modulation			
Anode voltage variation for an output power variation of 6 dB - at 15.5 GHz	-	250	V
- at 24 GHz	50	-	V
- Power variation			
in the range 15.5 to 24 GHz	-	8	dB
in any 0.2 GHz bandwidth	-	1.3	dB
Grid voltage for cut-off	-200	-	V
- Interelectrode capacitances			
Anode to all other electrodes	-	30	pF
Line to all other electrodes	-	30	pF
Signal to noise ratio between 1 and 10 MHz	40	-	dB

(1) All voltages are referred to the cathode.

(2) Anode or accelerator. Line or cathode may be connected to ground, both are isolated from the focusing device.



**Mechanical**

Operating position	any
RF connections	RG 53/U waveguide UG 595/U flange
Weight	7.5 kg
Focusing	permanent magnet
Power supply connections	see drawing

**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous values)

	min.	max.		min.	max.	
Heater voltage	6.1	6.5	V	Anode voltage	-	500 V
Heater surge current	-	2.5	A	Anode current	-1	+2 mA
Warm-up time	-	2	mn	Line voltage	-	2700 V
Grid voltage	-300	-	V	Line current	-	40 mA

**Cooling**

	min.	max.	
Temperature at the measurement point	-	150	°C
Air flow	-	10	dm <sup>3</sup> /s
Air pressure	-	2.5	millibar
Flow direction	(1)	-	

**Environmental conditions**

Vibrations from 10 to 50 Hz	-	1	mm
Acceleration at 50 Hz	-	1	g
Shocks - acceleration	-	15	g
- duration	-	11	ms
Ambient temperature			
- during operation	-40	+100	°C
- during storage	-50	+110	°C

**TYPICAL OPERATION**

Heater voltage	6.3	V	Anode voltage	300	V
Heater current	0.8	A	Anode current	0.05	mA
Frequency	24	GHz	Grid voltage	0	V
Line voltage	2425	V	Output power	120	mW
Line current	19.9	mA			

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Application of voltages**

Voltages should be applied in the following order : Heater, Grid, Line, Anode.  
They should be removed in the reverse order from start up.

**Supply**

The supply should feature the following security devices :

- Warm-up timing,
  - Power supply protection against arcing or short circuit which may occur in the tube,
  - Protection against applying voltages before starting air flow.
- A safety device should prevent anode voltage from exceeding line voltage, even in case of modulation. If grid and anode power supplies present high internal resistance, a 50 kΩ resistance should be connected in parallel.

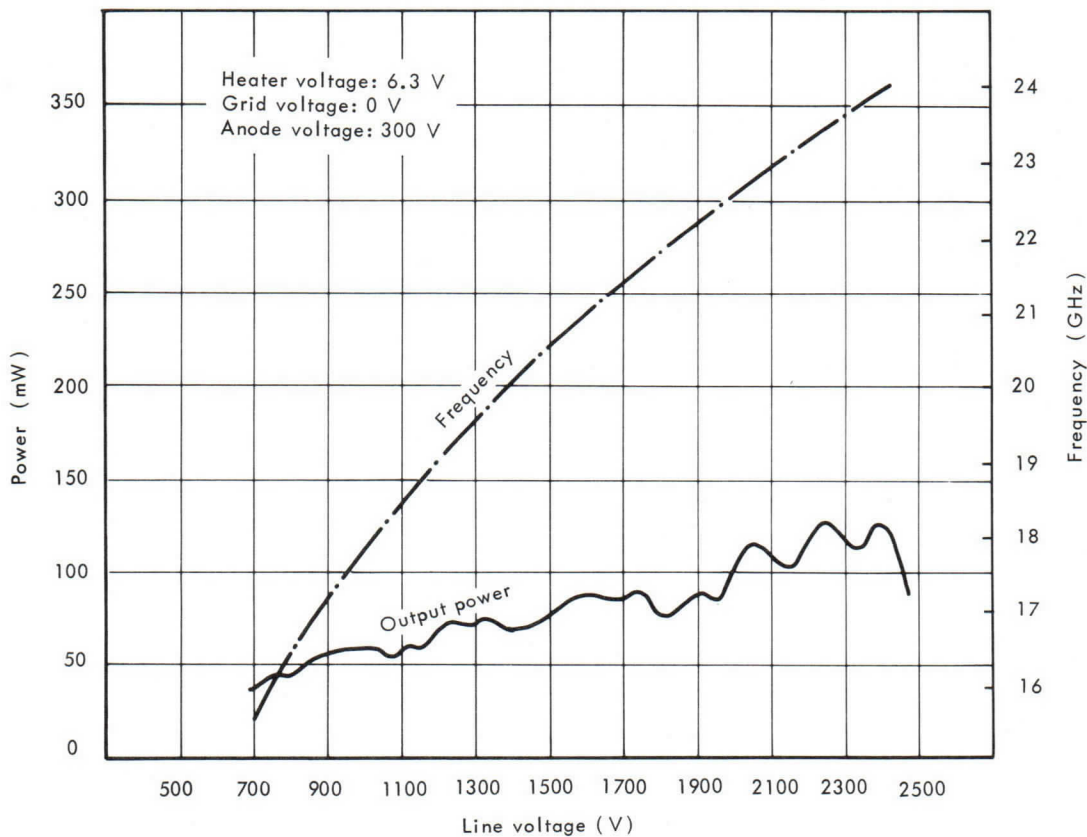
**Permanent magnet**

The tube should be kept away from all magnetic materials, at least 10 cm, and 15 cm away from field generating devices.

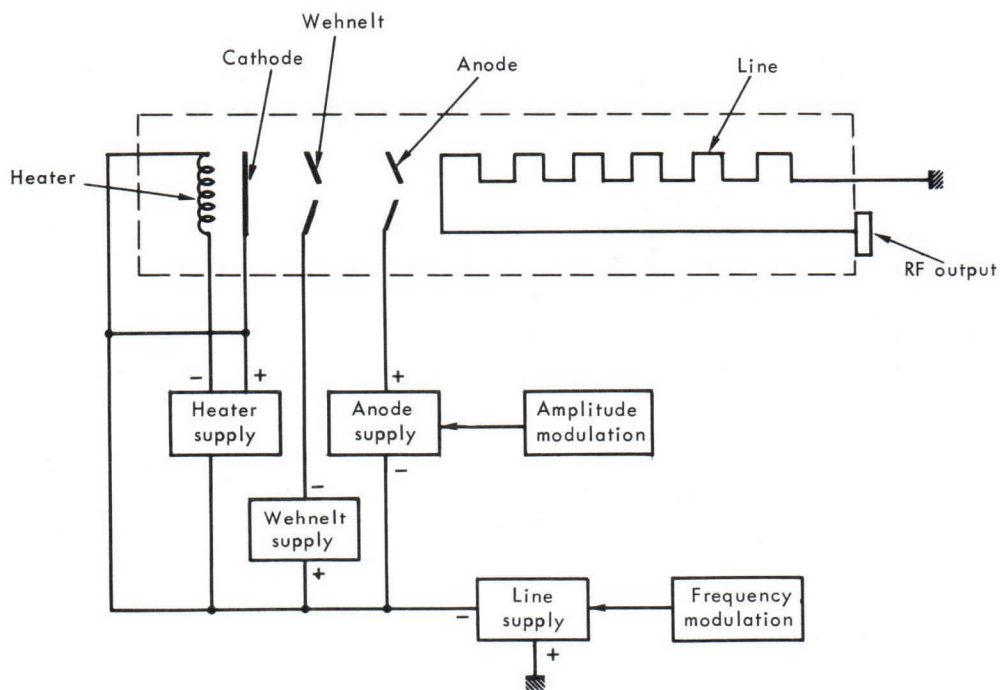
(1) T point indicated on drawing.



### Characteristic curves

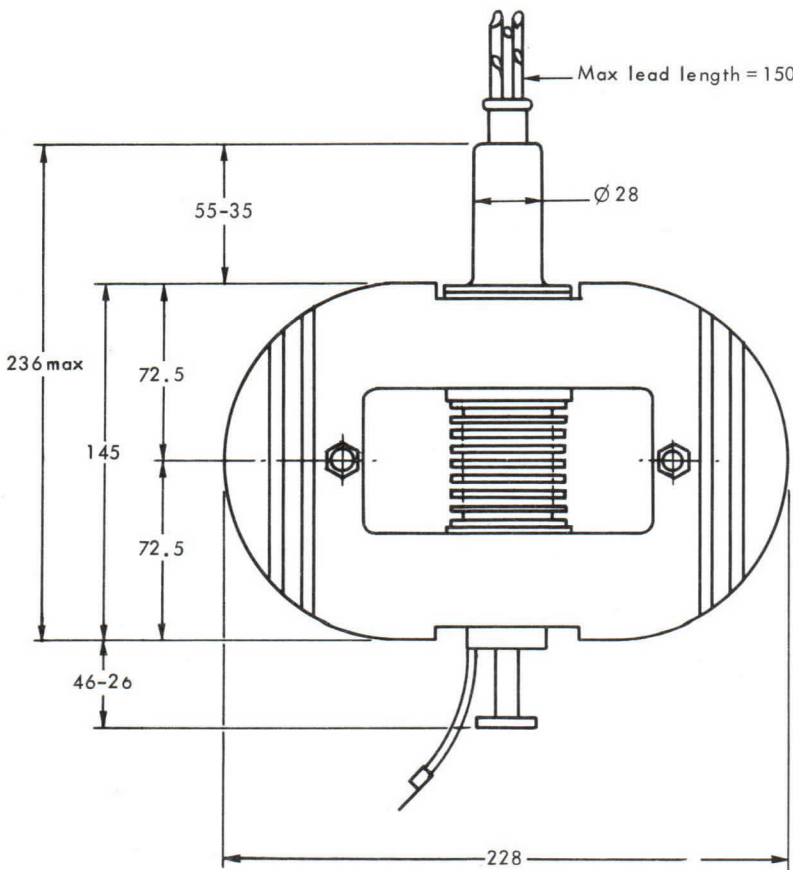
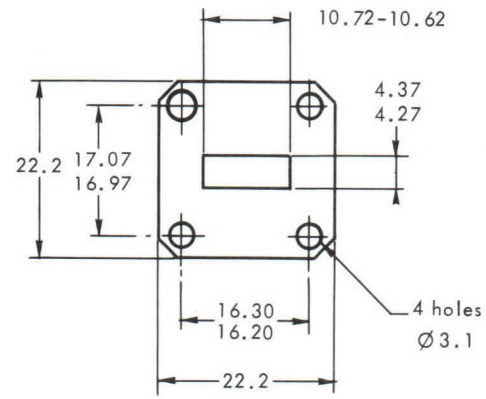
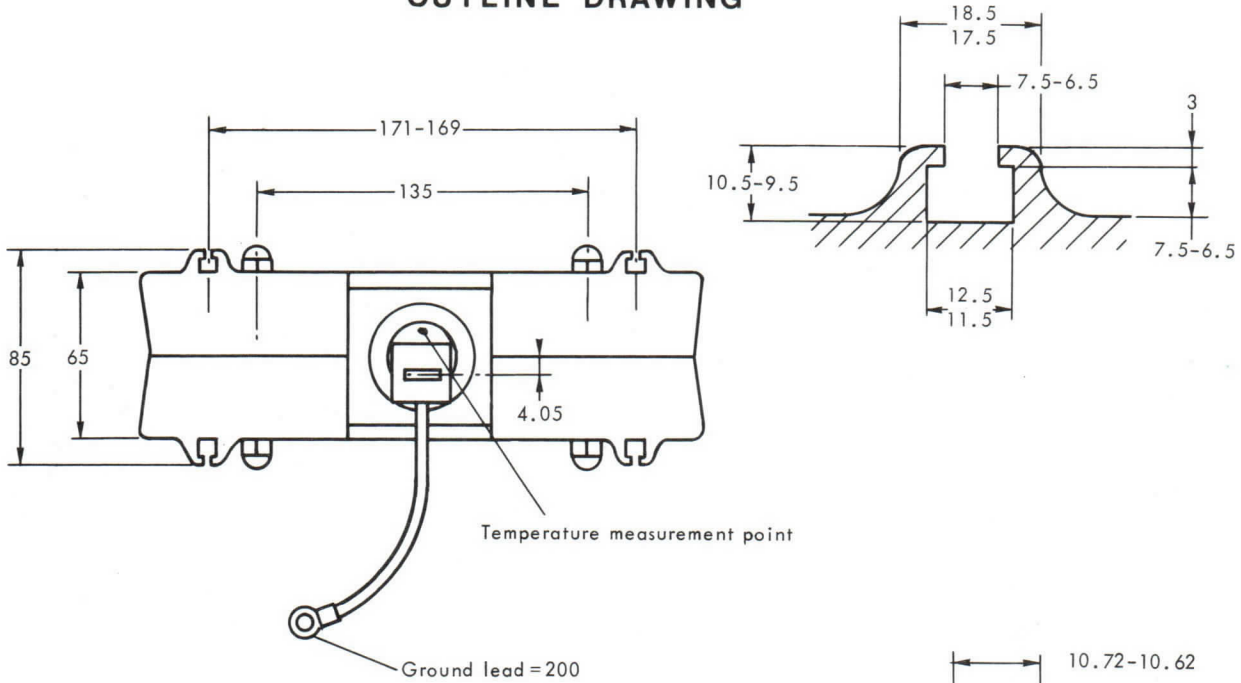


### Supply diagram





**OUTLINE DRAWING**



CONNECTIONS	
Heater	Brown
Cathode	Yellow
Wehnelt	Green
Anode	Blue
Line (ground)	Red

The line is electrically connected to the magnet and waveguide.

Dimensions in mm.





## F4034B CARCINOTRON

The F4034B "O" type carcinotron is a backward wave oscillator delivering an output power of 25 mW (minimum) to 250 mW over the range 23.5 to 37.5 GHz.

Amplitude modulation can be achieved by anode voltage variation. Frequency modulation is obtained by varying the line voltage. The frequency is independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

An integral permanent magnet insures focusing, forced air cooling insures operation in a wide temperature range.

This "O" type carcinotron, which features excellent signal to noise ratio is particularly suitable for wide frequency sweep wobulated generator, wide dispersion spectrum analyser, radar panoramic receiver, frequency agile radar (master and local oscillator).



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical (1)

	min.	max.	
Heater voltage .....	6.3		V
Heater current .....	0.7	1.5	A
Grid voltage .....	-250	-	V
Anode voltage (2) .....	-	400	V
Anode current .....	-1	+1	mA
Line voltage at 23.5 GHz .....	700	-	V
at 37.5 GHz .....	-	3250	V
Line current .....	-	35	mA
- Line frequency modulation			
Modulation coefficient at 23.5 GHz .....	-	12.5	MHz/V
at 37.5 GHz .....	2.5	-	MHz/V
- Anode frequency modulation			
Modulation coefficient at 23.5 GHz .....	-	1.5	MHz/V
at 37.5 GHz .....	0.1	-	MHz/V
- Anode amplitude modulation			
Anode voltage variation for an output power			
variation of 6 dB - at 23.5 GHz .....	-	200	V
- at 37.5 GHz .....	30	-	V
- Power variation			
in the range 23.5 to 37.5 GHz .....	-	10	dB
in any 0.2 GHz bandwidth .....	-	0.6	dB
Grid voltage for cut-off .....	-250	-	V
- Interelectrode capacitances			
Anode to all other electrodes .....	-	30	pF
Line to all other electrodes .....	-	30	pF
Signal to noise ratio between 1 and 10 MHz .....	40	-	dB

(1) All voltages are referred to the cathode.

(2) Anode or accelerator. Line or cathode may be connected to ground, both are isolated from the focusing device.





**Mechanical**

Operating position .....	any
RF connections .....	RG 96/U waveguide UG 599/U flange
Weight .....	15 kg
Focusing .....	permanent magnet
Power supply connections .....	see drawing

**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous values)

	min.	max.			min.	max.	
Heater voltage .....	6.1	6.5	V	Anode voltage .....	-	500	V
Heater surge current .....	-	2.5	A	Anode current .....	-1	+2	mA
Warm-up time .....	-	2	mn	Line voltage .....	-	2350	V
Grid voltage .....	-300	-	V	Line current .....	-	40	mA

**Cooling**

Temperature at the measurement point .....	min.	max.	
Air flow .....	-	150	°C
Air pressure .....	-	10	dm <sup>3</sup> /s
Flow direction .....	(1)	2.5	millibar
		-	

**Environmental conditions**

Vibrations from 10 to 50 Hz .....	min.	max.	
Acceleration at 50 Hz .....	-	1	mm
Shocks - acceleration .....	-	1	g
- duration .....	-	15	g
Ambient temperature .....	-	11	ms
- during operation .....	-40	+100	°C
- during storage .....	-50	+110	°C

**TYPICAL OPERATION**

Heater voltage .....	6.3	V	Anode voltage .....	250	V
Heater current .....	0.8	A	Anode current .....	0.05	mA
Frequency .....	37	GHz	Grid voltage .....	0	V
Line voltage .....	3125	V	Output power .....	128	mW
Line current .....	31.7	mA			

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Application of voltages**

Voltages should be applied in the following order : Heater, Grid, Line, Anode.  
They should be removed in the reverse order from start up.

**Supply**

The supply should feature the following security devices :

- Warm-up timing,
- Power supply protection against arcing or short circuit which may occur in the tube.
- Protection against applying voltages before starting air flow.
- A safety device should prevent anode voltage from exceeding line voltage, even in case of modulation. If grid and anode power supplies present high internal resistance, a 50 kΩ resistance should be connected in parallel.

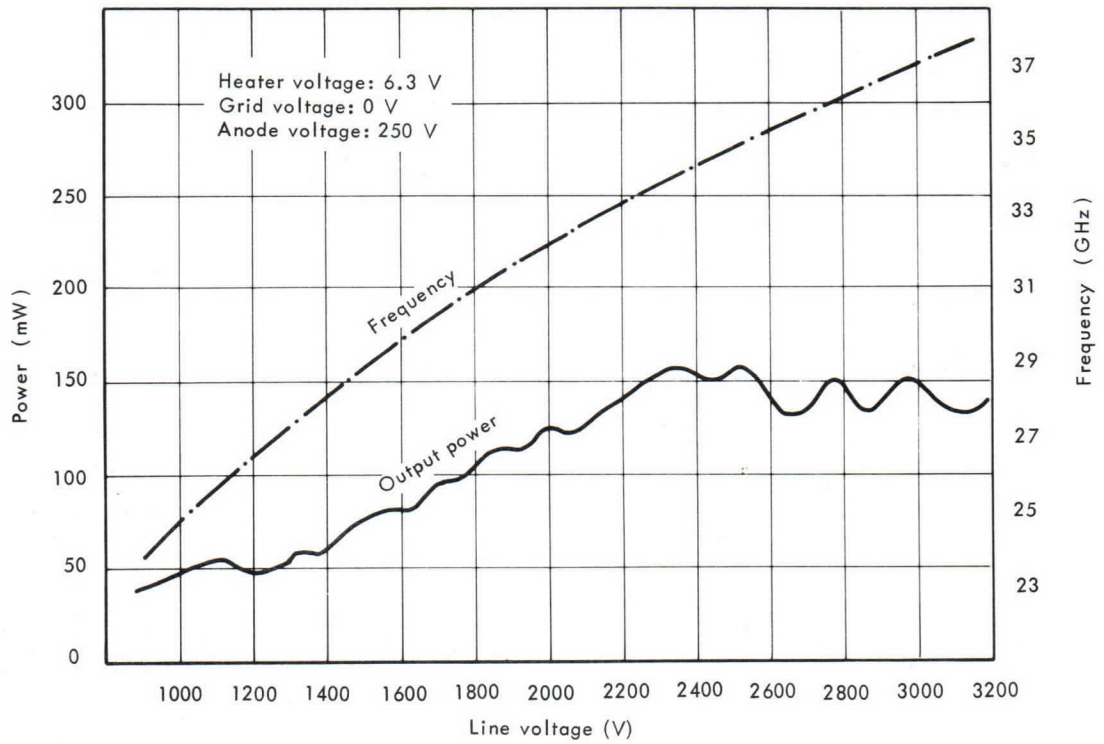
**Permanent magnet**

The tube should be kept away from all magnetic materials, at least 10 cm, and 15 cm away from field generating devices.

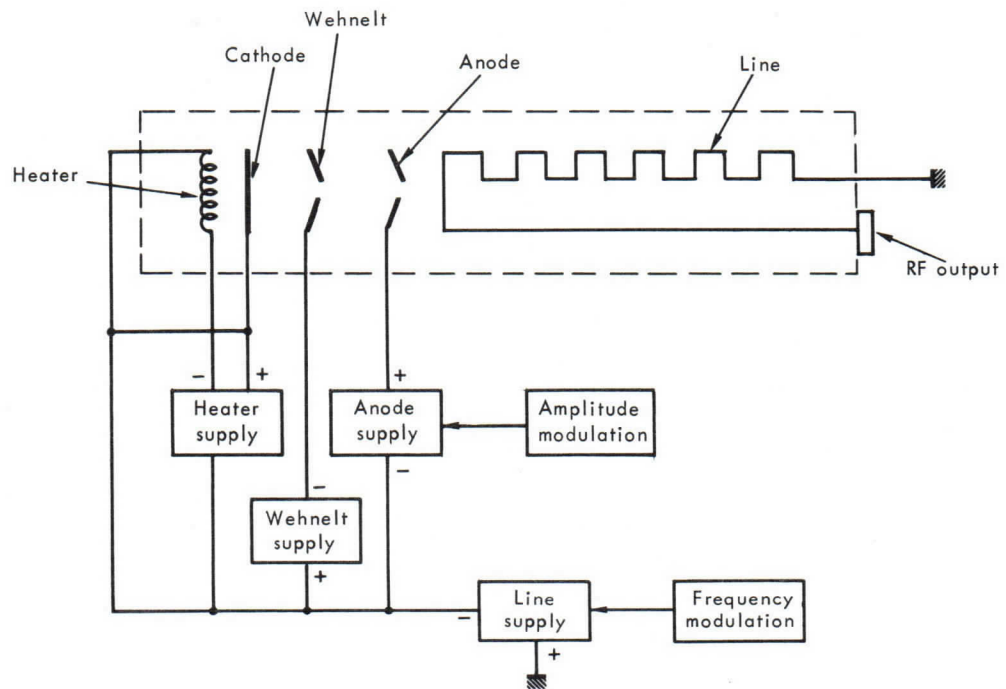
(1) T point indicated on drawing.



### Characteristic curves

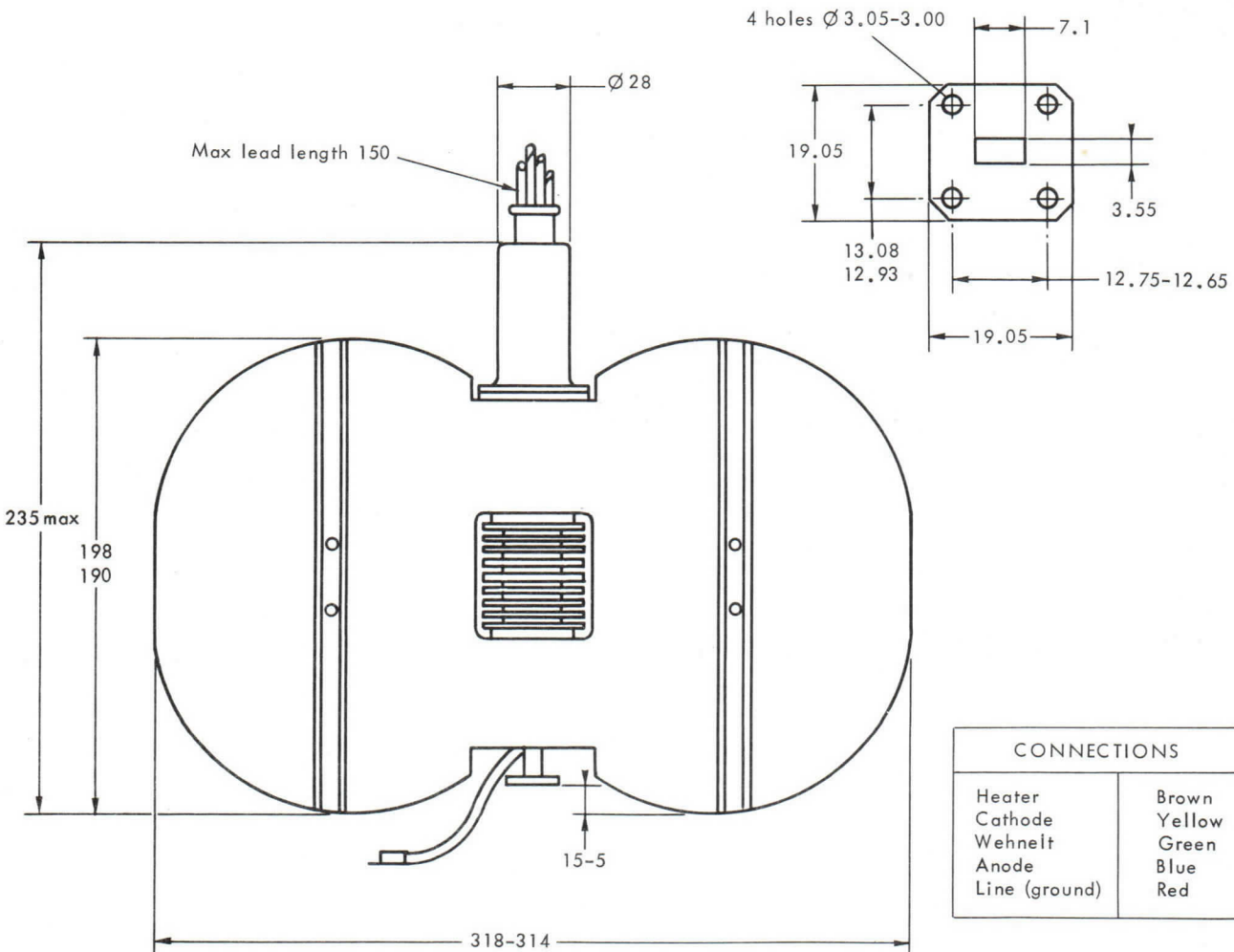
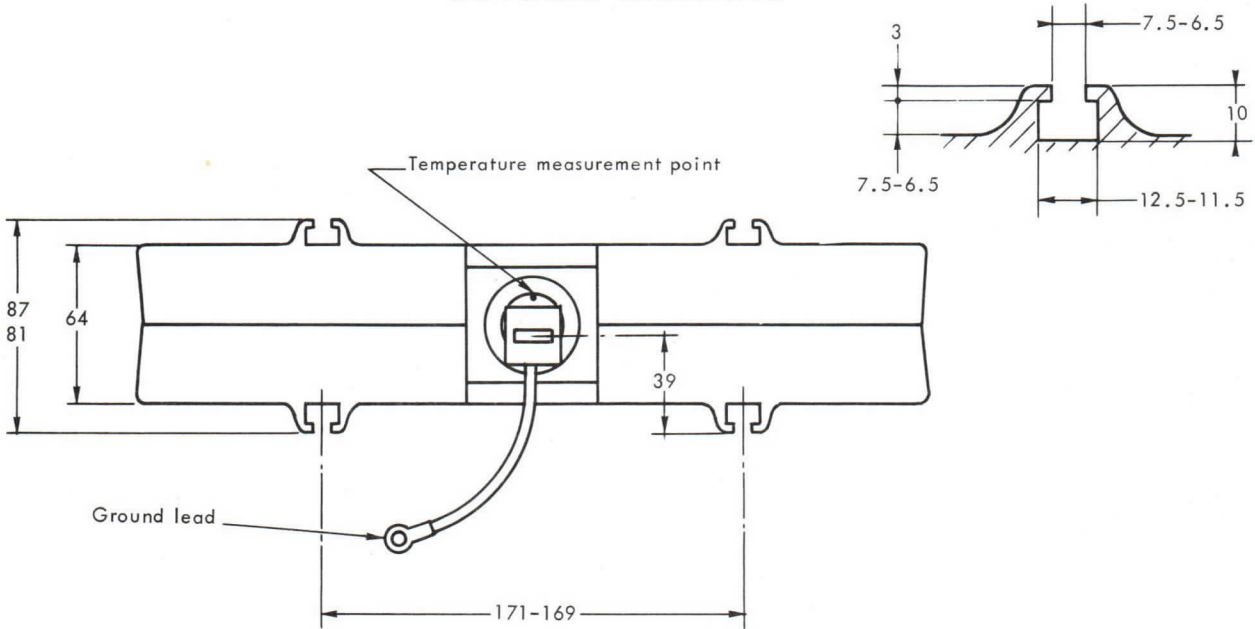


### Supply diagram





**OUTLINE DRAWING**



CONNECTIONS	
Heater	Brown
Cathode	Yellow
Wehnelt	Green
Anode	Blue
Line (ground)	Red

Dimensions in mm.



The line is electrically connected to the magnet and waveguide.



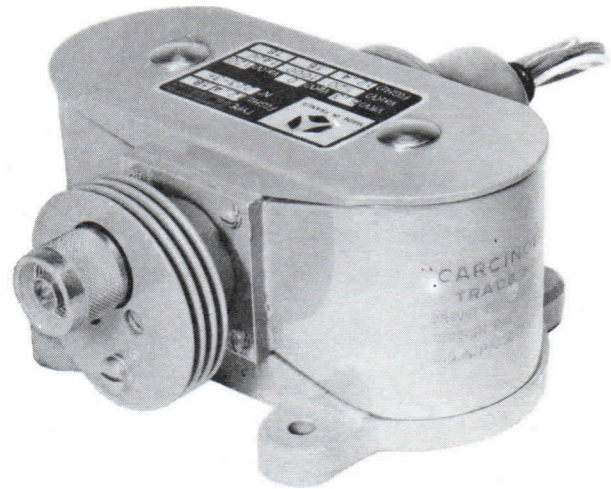
## F4053 CARCINOTRON

The F4053 "O" type carcinotron is a backward wave oscillator delivering an output power of 15 mW (minimum) to 300 mW over the range 7 to 12.4 GHz.

Amplitude modulation can be achieved by anode voltage variation. Frequency modulation is obtained by varying the line voltage. The frequency is independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

An integral permanent magnet insures focusing, forced air cooling insures operation in a wide temperature range.

This "O" type carcinotron, which features excellent signal to noise ratio is particularly suitable for wide frequency sweep wobbled generator, wide dispersion spectrum analyser, radar panoramic receiver, frequency agile radar (master and local oscillator).



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical (1)

	min.	max.	
Heater voltage	6.3		V
Heater current	0.75	1.80	A
Grid voltage	-100	-	V
Anode voltage (2)	-	170	V
Anode current	-1	+2	mA
Line voltage at 7 GHz	200	-	V
Line voltage at 12.4 GHz	-	1500	V
Line current	-	25	mA
- Line frequency modulation			
Modulation coefficient at 7 GHz	-	13	MHz/V
at 12.4GHz	2	-	MHz/V
- Anode frequency modulation			
Modulation coefficient at 7 GHz	1	-	MHz/V
at 12.4 GHz	-	2.5	MHz/V
- Anode amplitude modulation			
Anode voltage variation for an output power variation of 6 dB		80	V
- at 7 GHz	-	-	V
- at 12.4 GHz	15	-	V
- Power variation			
in the range 7 to 12.4 GHz	-	10	dB
in any 0.2 GHz bandwidth	-	1	dB
Grid voltage for cut-off	-100	-	V
- Interelectrode capacitances			
Anode to all other electrodes	-	30	pF
Line to all other electrodes	-	30	pF
Signal to noise ratio between 1 and 10 MHz	40	-	dB

(1) All voltages are referred to the cathode.

(2) Anode or accelerator. Line or cathode may be connected to ground, both are isolated from the focusing device.



**Mechanical**

Operating position .....	any
RF connections .....	50 Ω N type UG 21/U
Weight .....	2.7 kg
Focusing .....	permanent magnet
Power supply connections .....	see drawing

**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous values)

	min.	max.			min.	max.	
Heater voltage .....	6.1	6.5	V	Anode voltage .....	-	200	V
Heater surge current .....	-	3.5	A	Anode current .....	-1	+3	mA
Warm-up time .....	-	2	mn	Line voltage .....	-	1600	V
Grid voltage .....	-125	-	V	Line current .....	-	30	mA

**Cooling**

	min.	max.	
Temperature at the measurement point .....	-	100	°C
Air flow .....	-	10	dm <sup>3</sup> /s
Air pressure .....	-	2.5	millibar
Flow direction .....	(1)	-	

**Environmental conditions**

	min.	max.	
Vibrations from 10 to 50 Hz .....	-	1	mm
Acceleration at 50 Hz .....	-	1	g
Shocks - acceleration .....	-	15	g
- duration .....	-	11	ms
Ambient temperature			
- during operation .....	-40	+100	°C
- during storage .....	-50	+110	°C

**TYPICAL OPERATION**

Heater voltage .....	6.3	V	Anode voltage .....	130	V
Heater current .....	1.15	A	Anode current .....	0.01	mA
Frequency .....	12.4	GHz	Grid voltage .....	0	V
Line voltage .....	1310	V	Output power .....	100	mW
Line current .....	13.5	mA			

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Application of voltages**

Voltages should be applied in the following order : Heater, Grid, Line, Anode.  
They should be removed in the reverse order from start up.

**Supply**

The supply should feature the following security devices :

- Warm-up timing,
- Power supply protection against arcing or short circuit which may occur in the tube,
- Protection against applying voltages before starting air flow,
- A safety device should prevent anode voltage from exceeding line voltage, even in case of modulation. If grid and anode power supplies present high internal resistance, a 50 kΩ resistance should be connected in parallel.

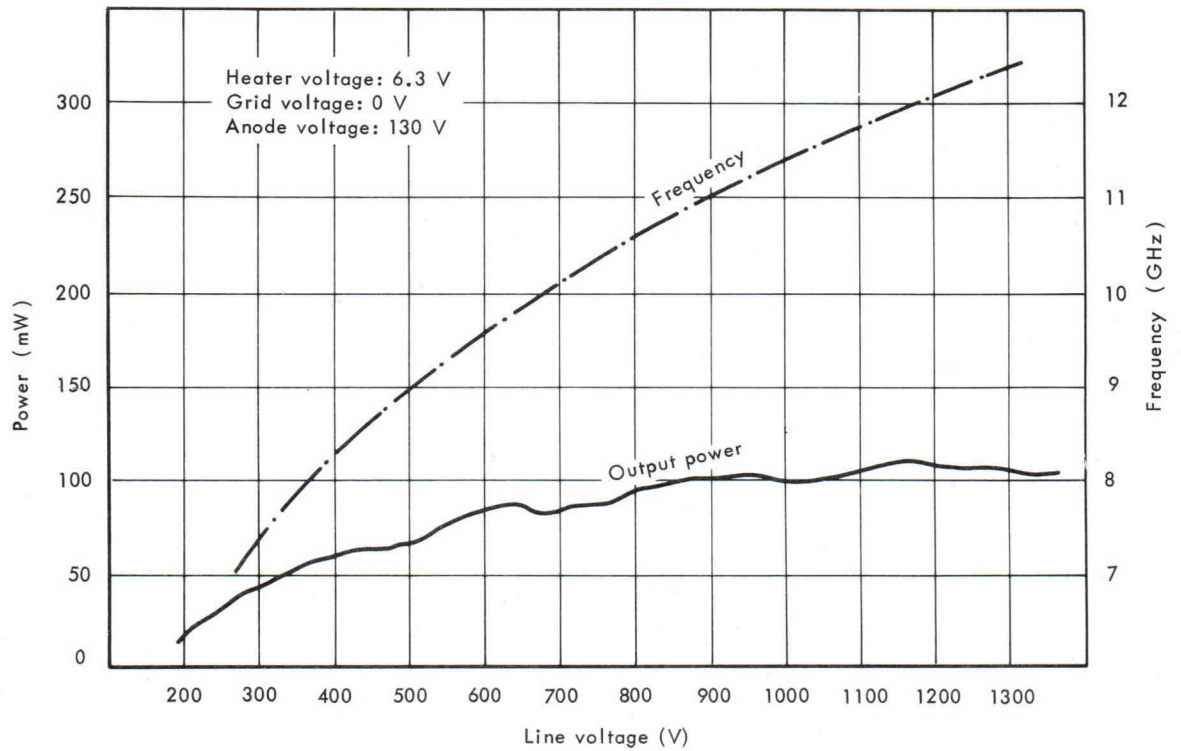
**Permanent magnet**

The tube should be kept away from all magnetic materials, at least 10 cm, and 15 cm away from field generating devices.

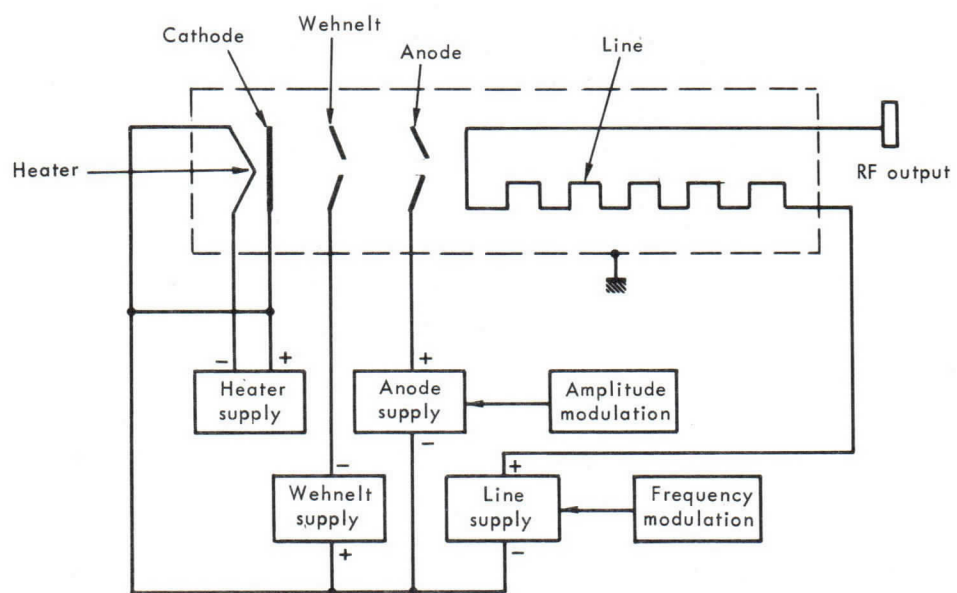
(1) T point indicated on drawing



### Characteristic curves

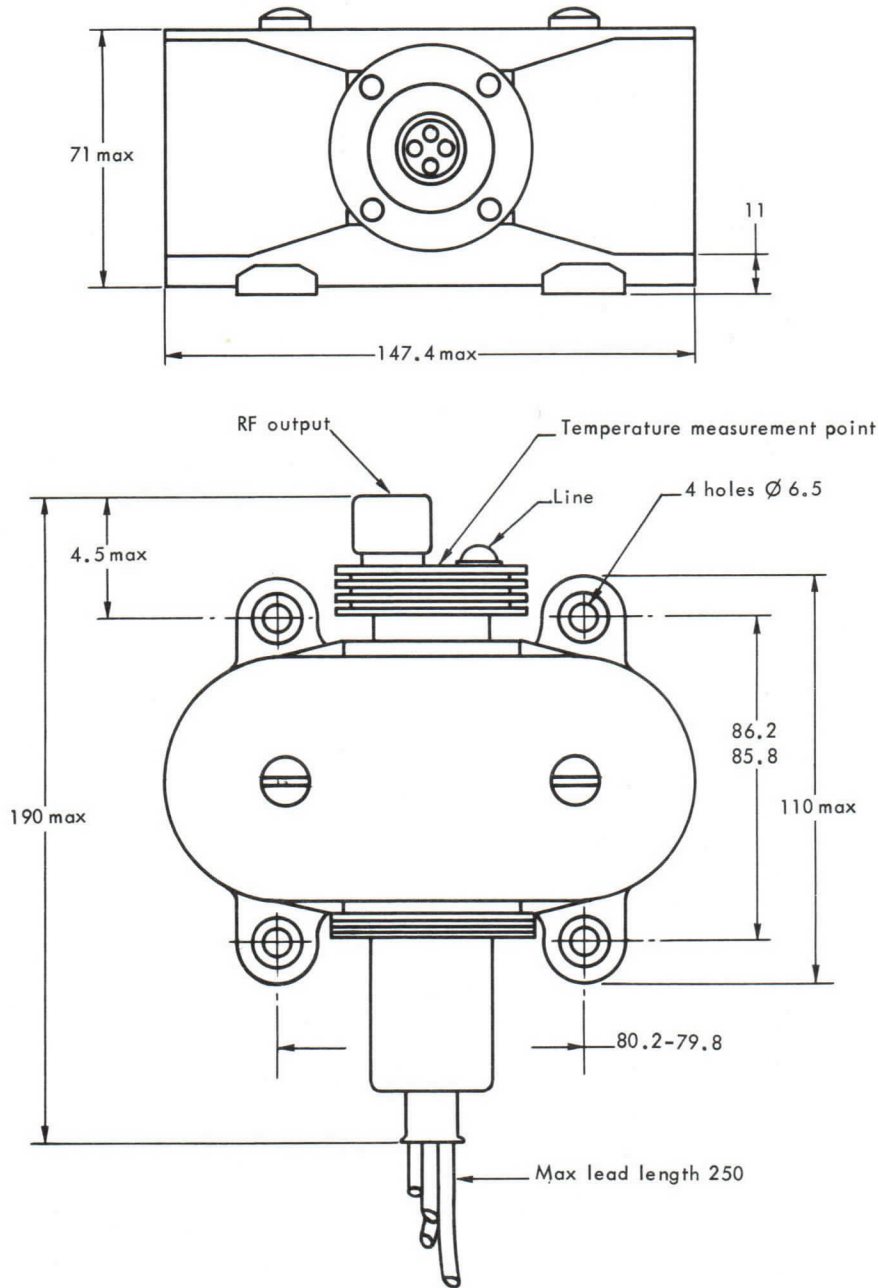


### Supply diagram



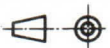


**OUTLINE DRAWING**



CONNECTIONS	
Heater	Brown
Cathode	Yellow
Anode	Blue
Wehnelt	Green

Dimensions in mm.





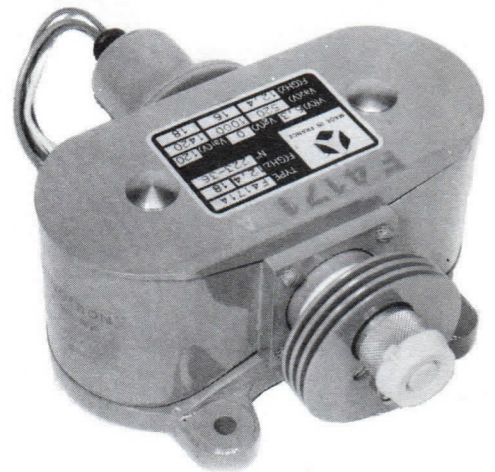
## F4171A CARCINOTRON

The F4171A "O" type carcinotron is a backward wave oscillator delivering an output power of 30 mW (minimum) to 150 mW over the range 12.4 to 18 GHz.

Amplitude modulation can be achieved by anode voltage variation. Frequency modulation is obtained by varying the line voltage. The frequency is independent of the load up to a VSWR of 3 : 1.

An integral permanent magnet insures focusing, forced air cooling insures operation in a wide temperature range.

This "O" type carcinotron, which features excellent signal to noise ratio is particularly suitable for wide frequency sweep wobbled generator, wide dispersion spectrum analyser, radar panoramic receiver, frequency agile radar (master and local oscillator).



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical (1)

	min.	max.	
Heater voltage	6.3		V
Heater current	0.75	1.80	A
Grid voltage	-100	-	V
Anode voltage (2)	-	200	V
Anode current	-1	+2	mA
Line voltage at 12.4 GHz	200	-	V
at 18 GHz	-	1500	V
Line current	-	25	mA
- Line frequency modulation			
Modulation coefficient at 12.4 GHz	-	12	MHz/V
at 18 GHz	3.5	-	MHz/V
- Anode frequency modulation			
Modulation coefficient at 12.4 GHz	-	2.5	MHz/V
at 18 GHz	0.5	-	MHz/V
- Anode amplitude modulation			
Anode voltage variation for an output power			
variation of 6 dB - at 12.4 GHz	-	130	V
- at 18 GHz	30	-	V
- Power variation			
in the range 12.4 to 18 GHz	-	7	dB
in any 0.2 GHz bandwidth	-	1.3	dB
Grid voltage for cut-off	-100	-	V
- Interelectrode capacitances			
Anode to all other electrodes	-	30	pF
Line to all other electrodes	-	30	pF
Signal to noise ratio between 1 and 10 MHz	40	-	dB

(1) All voltages are referred to the cathode.

(2) Anode or accelerator. Line or cathode may be connected to ground, both are isolated from the focusing device.





**Mechanical**

Operating position .....	any
RF connections .....	50 Ω N type UG 21/U
Weight .....	2.7 kg
Focusing .....	permanent magnet
Power supply connections .....	see drawing

**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous values)

	min.	max.			min.	max.	
Heater voltage . . . .	6.1	6.5	V	Anode voltage . . . .	-	250	V
Heater surge current	-	3.5	A	Anode current . . . .	-1	+3	mA
Warm-up time . . . .	-	2	mn	Line voltage . . . .	-	1600	V
Grid voltage . . . .	-150	-	V	Line current . . . .	-	30	mA

**Cooling**

	min.	max.	
Temperature at the measurement point .....	-	100	°C
Air flow .....	-	10	dm <sup>3</sup> /s
Air pressure .....	-	2.5	millibar
Flow direction .....	(1)	-	

**Environmental conditions**

	min.	max.	
Vibrations from 10 to 50 Hz .....	-	1	mm
Acceleration at 50 Hz .....	-	1	g
Shocks - acceleration .....	-	15	g
- duration .....	-	11	ms
Ambient temperature			
- during operation .....	-40	+100	°C
- during storage .....	-50	+110	°C

**TYPICAL OPERATION**

Heater voltage .....	6.3	V	Anode voltage .....	120	V
Heater current .....	1.15	A	Anode current .....	0.01	mA
Frequency .....	18	GHz	Grid voltage .....	0	V
Line voltage .....	1400	V	Output power .....	118	mW
Line current .....	14.6	mA			

**OPERATING INSTRUCTIONS**

**Application of voltages**

Voltages should be applied in the following order : Heater, Grid, Line, Anode.  
They should be removed in the reverse order from start up.

**Supply**

The supply should feature the following security devices :

Warm-up timing,

Power supply protection against arcing or short circuit which may occur in the tube,

Protection against applying voltages before starting air flow,

A safety device should prevent anode voltage from exceeding line voltage, even in case of modulation. If grid and anode power supplies present high internal resistance, a 50 kΩ resistance should be connected in parallel.

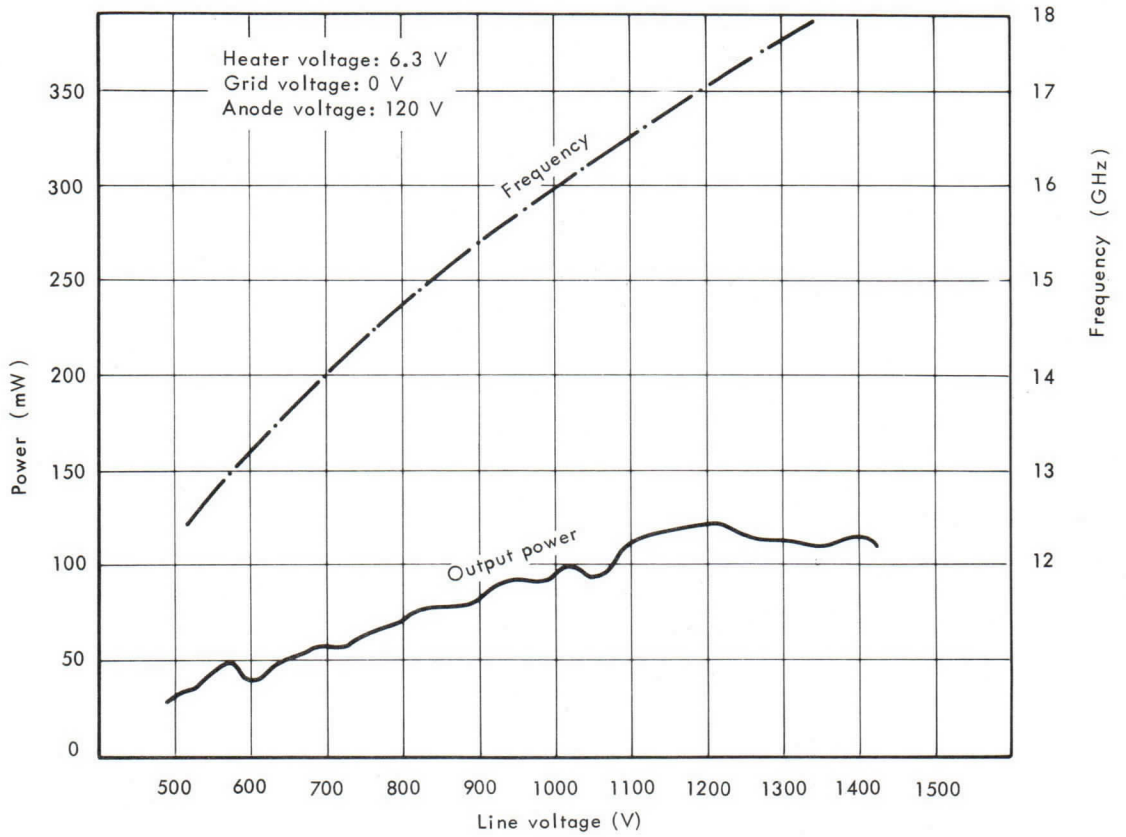
**Permanent magnet**

The tube should be kept away from all magnetic materials, at least 10 cm, and 15 cm away from field generating devices.

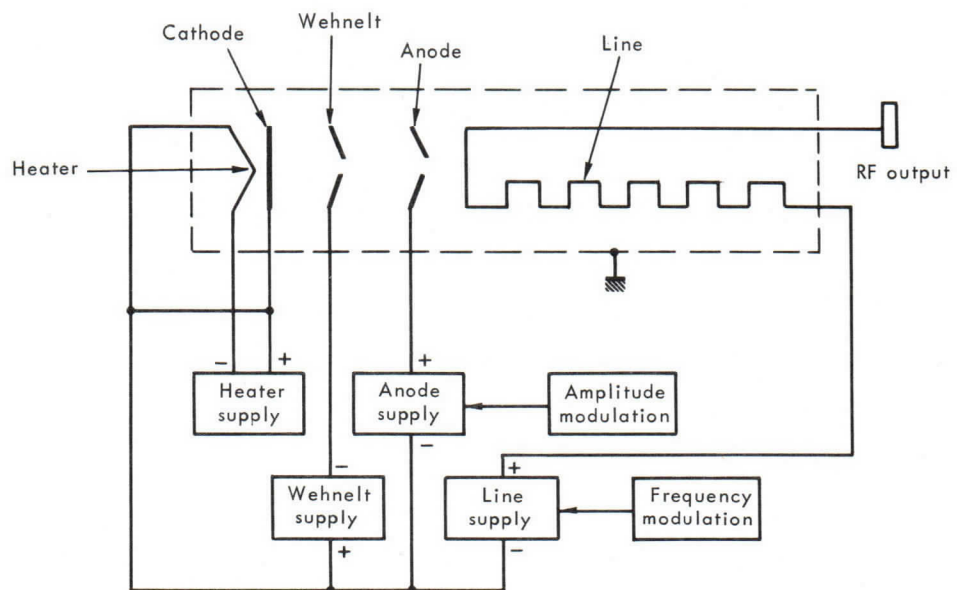
(1) T point indicated on drawing.



### Characteristic curves

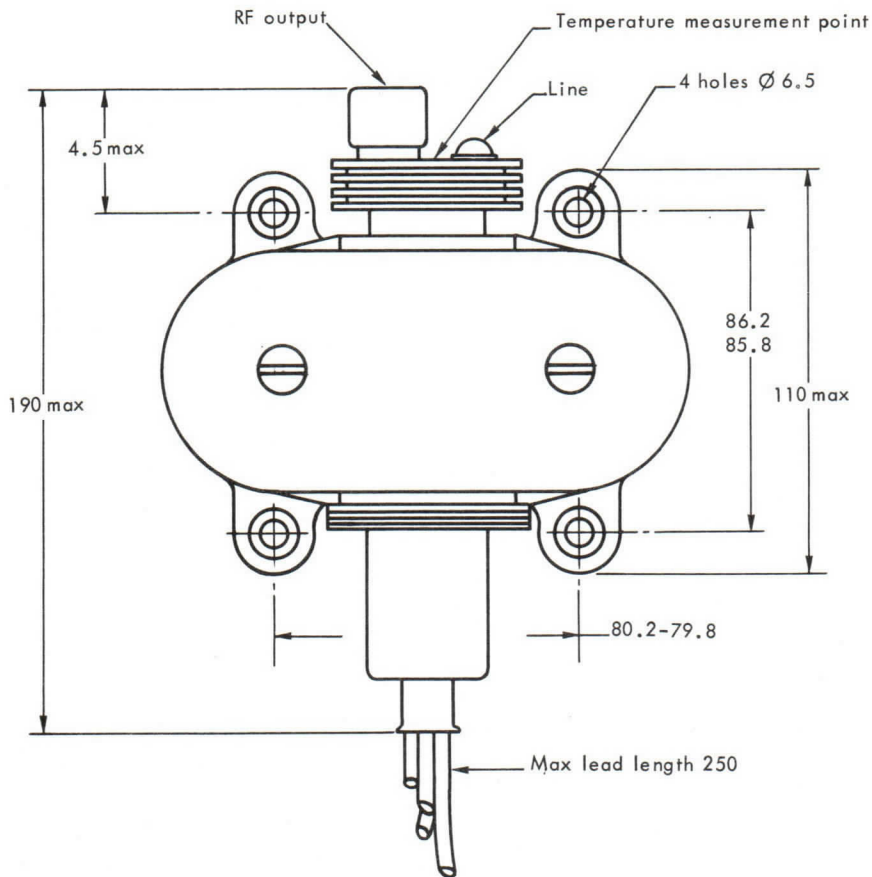
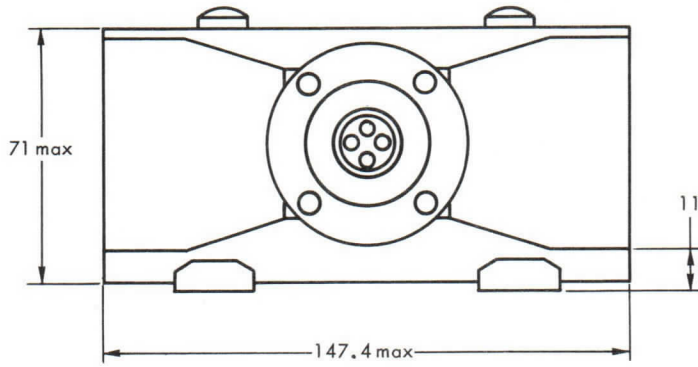


### Supply diagram



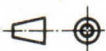


**OUTLINE DRAWING**



CONNECTIONS	
Heater	Brown
Cathode	Yellow
Anode	Blue
Wehnelt	Green

Dimensions in mm.



H 3



## TUBE TR 1B27

Le tube 1B27 est un tube à gaz employé comme commutateur électronique dans les circuits hyperfréquences de la bande S.

Il est placé en travers du guide qui constitue la dérivation vers le récepteur. Il protège ce dernier lors de l'émission (haut niveau d'énergie) grâce à une décharge gazeuse qui se produit à l'intérieur du tube ; cette décharge forme un court-circuit, en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur, et en série sur la ligne de transmission allant vers l'antenne.

A la réception (bas niveau d'énergie), la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une atténuation faible sur l'écho se dirigeant vers le récepteur.

Le 1B27 est accordable et à cavité extérieure. La gamme de fréquence couverte est fonction de cette cavité. Dans la cavité décrite, le 1B27 couvre la gamme 2 650 - 2 950 MHz.



### CARACTERISTIQUES GENERALES (1)

#### Electriques

Fréquence nominale .....	2800	MHz
Gamme de fréquence .....	2650 à 2950	MHz

#### Mécaniques

Position de montage par rapport à la verticale .....	indifférente
Position du tube .....	indifférente
Températures limites de stockage .....	-40 à +100 °C
Nombre de tours de vis (2650 à 2950 MHz) .....	min. 5
Masse approximative .....	40 g
Encombrement .....	voir dessin

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement pour une cavité donnée, voir spécifications pour caractéristiques de type.



## VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur.....	{ min. 100 $\mu$ A
	{ max. 200 $\mu$ A
Tension d'alimentation de l'igniteur en circuit ouvert .....	{ max. - 750 V
	{ min. - 1000 V
Puissance crête appliquée.....	{ min. 5 kW
	{ max. 500 kW

## CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Puissance de fuite .....	50 $\mu$ W
Temps de désionisation pour un affaiblissement de 3 dB.....	5 $\mu$ s
Pertes totales par insertion au centre de la bande .....	2 dB
Interaction de l'igniteur au centre de la bande (100 $\mu$ A).....	0,10 dB
Chute de tension de l'igniteur (100 $\mu$ A).....	- 415 à - 525 V

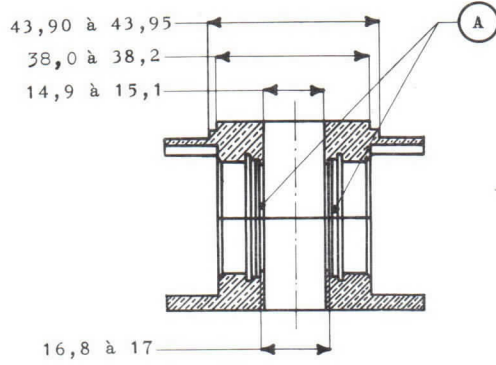
## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

Il est recommandé de souder le plus près possible de la coiffe de l'igniteur une résistance 0,5 M $\Omega$ , cette résistance faisant partie du circuit d'alimentation.  
 Cette précaution évite les oscillations.

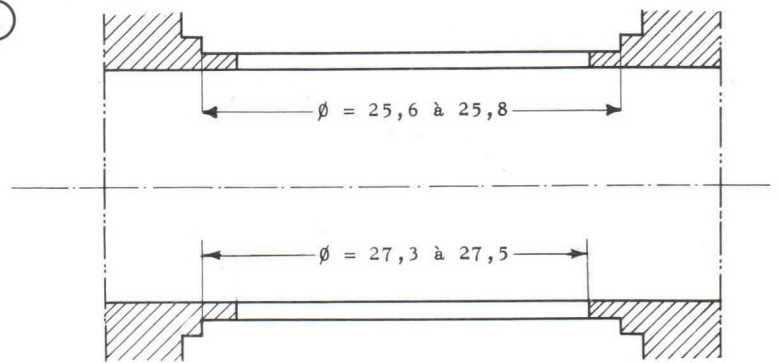


TYPE DE CAVITE UTILISEE

( 2 650 à 2 950 MHz )

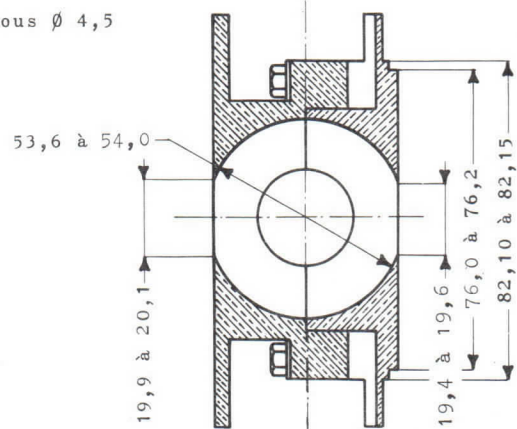
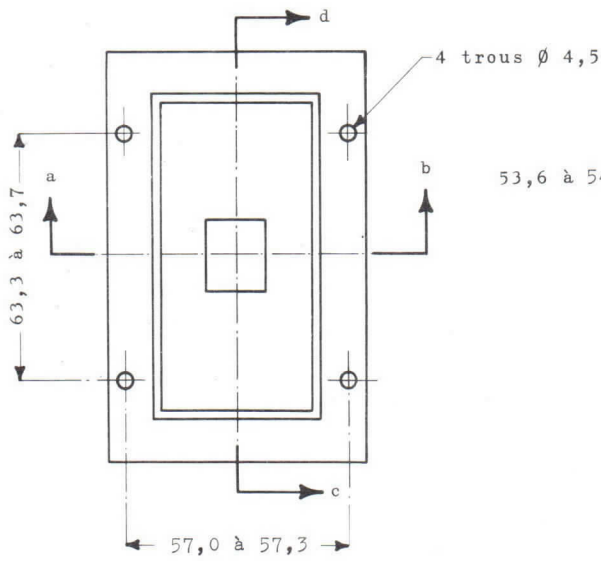


coupe ab

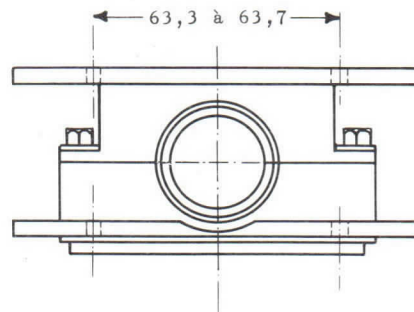
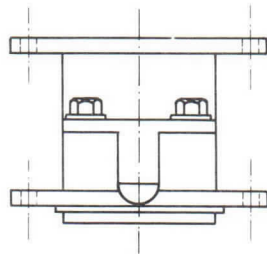


Détail A

Echelle: 2/1



coupe cd

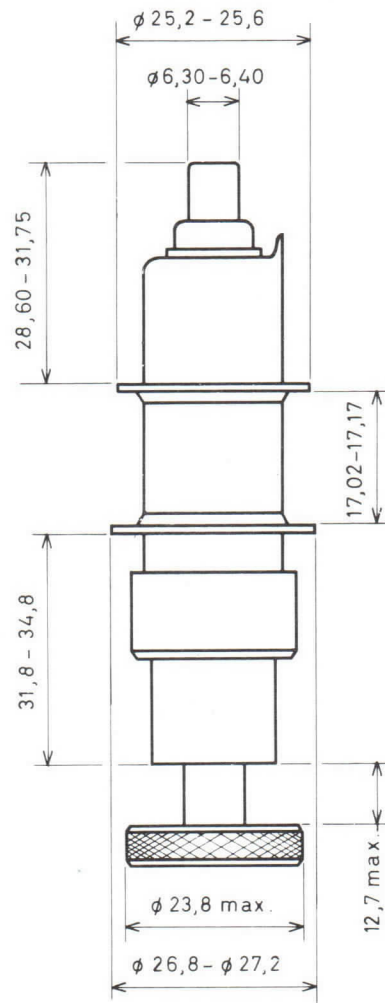


Cotes en mm

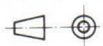




### COTES D'ENCOMBREMENT



Cotes en mm.







## 1B58A TR TUBE

The 1B 58 A is a broad band, fixed tuned TR tube designed to operate from 2664 to 2964 MHz, for use as Transmit-Receive gaseous switch in S-band microwave systems.

The 1B 58 A is inserted in the waveguide section by the way to the receiver, protecting it against high energy level by a gas discharge, taking place inside the tube. The gas discharge is induced by an electrode : the ignitor. When the tube is not ionized, the echo propagating towards the receiver is very slightly attenuated.



### GENERAL CHARACTERISTICS \*

#### Mechanical

Operating position .....	any
Mounting .....	ignitor low level side
Storage temperature .....	- 40 °C to + 100 °C
Approximate weight .....	1000 g
Dimensions .....	see drawing

#### Electrical

Frequency .....	2664 to 2964 MHz
-----------------	------------------

\* Characteristics given for information only. See specifications sheet for performance characteristics.

### ABSOLUTE RATINGS

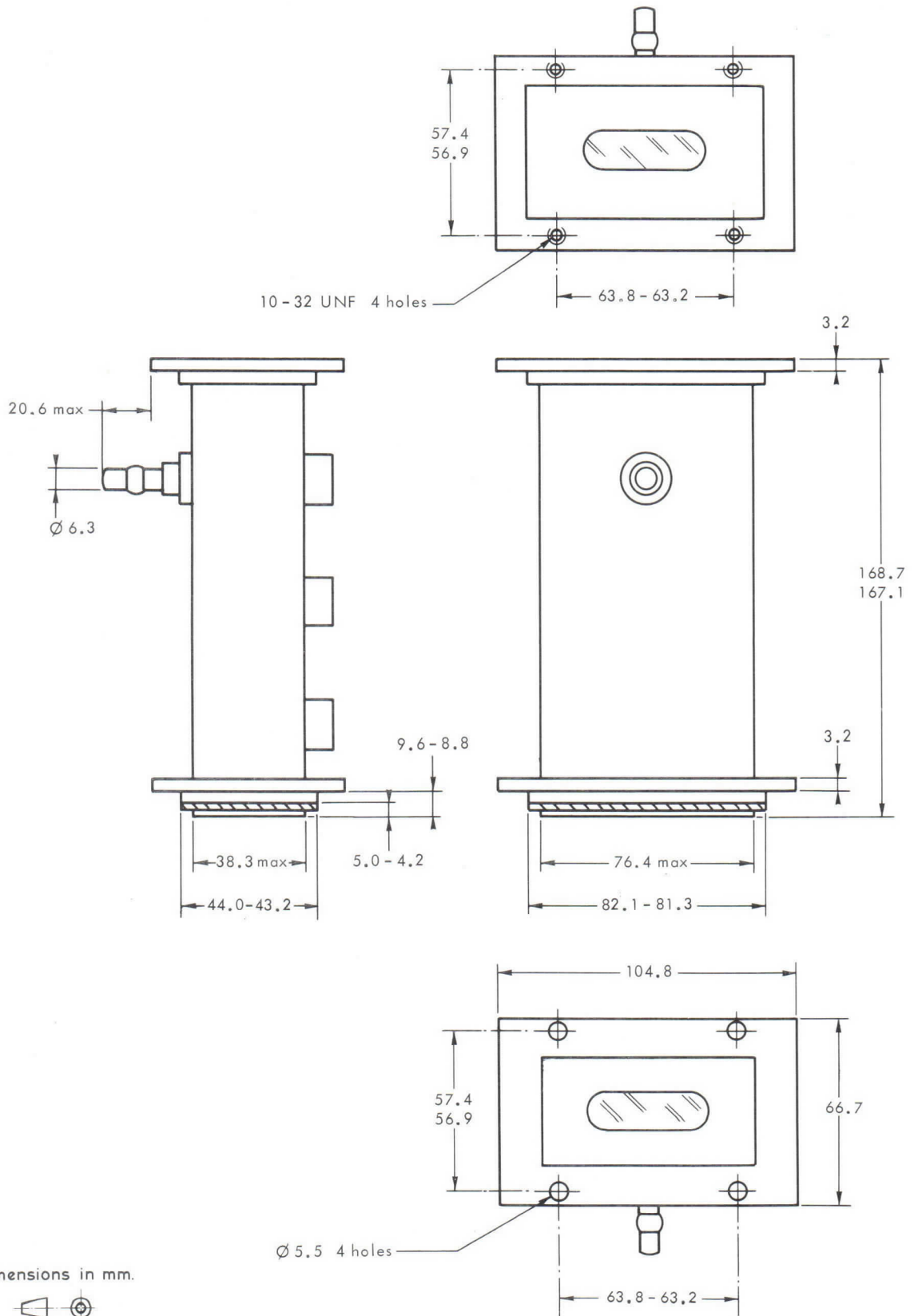
(NON SIMULTANEOUS VALUES)

	min.	max.	
Ignitor current .....	100	200	μA
Ignitor voltage (d.c. supply) .....	-500	- 700	V
Peak applied power .....	10	750	kW





**OUTLINE DRAWING**



1B 58A



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**THOMSON-CSF**



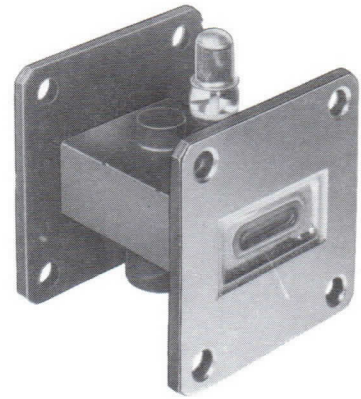
## TUBE T.R 1B63A

Le tube 1B63 A est un tube à gaz du type TR employé comme commutateur électronique. Ce tube est préréglé et à large bande. Il est utilisable de 8 490 à 9 578 MHz jusqu'à un niveau de puissance de 200 kW.

Il est placé en travers du guide qui constitue la dérivation vers le récepteur et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.

Cette décharge, facilitée par une électrode d'amorçage (igniteur), constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne.

Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur.



### CARACTERISTIQUES GENERALES<sup>(1)</sup>

#### Electriques

Fréquence nominale.....	9 000	MHz
Gamme de fréquence .....	8 490 à 9 578	MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale.....	indifférente
Position dans le support.....	igniteur côté bas niveau
Températures limites de stockage.....	-40 °C + 100 °C
Poids approximatif .....	100 g
Encombrement .....	voir dessin annexé
Support .....	voir page 3

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécifications pour caractéristiques de type.



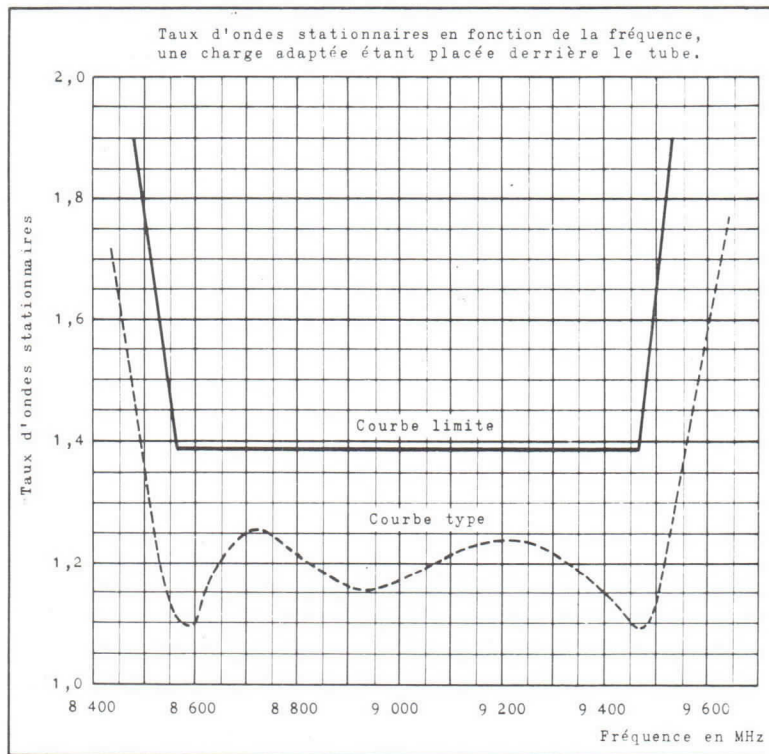
**VALEURS LIMITES D'UTILISATION**

Courant de l'igniteur minimal .....	100	μA
Courant de l'igniteur maximale .....	200	μA
Tension continue de l'alimentation de l'igniteur maximale .....	-650	V
Puissance crête appliquée minimale .....	4	kW
Puissance crête appliquée maximale .....	200	kW

**CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT**

Puissance de fuite dans le palier maximale .....	40	mW
Energie de fuite dans la pointe .....	0,2	erg
Pertes par insertion maximales .....	0,7	dB
Interaction de l'igniteur.....	0,2	dB
Temps de désionisation pour un affaiblissement de 3 dB.....	10	μs
Chute de tension de l'igniteur minimale .....	200	V
Chute de tension de l'igniteur maximale .....	375	V
Position du court-circuit par rapport au flasque haut niveau .....	1,65 ± 0,18	mm
Taux d'ondes stationnaires maximal en bout de bande .....	1,9	
Taux d'ondes stationnaires maximal dans la bande.....	1,4	

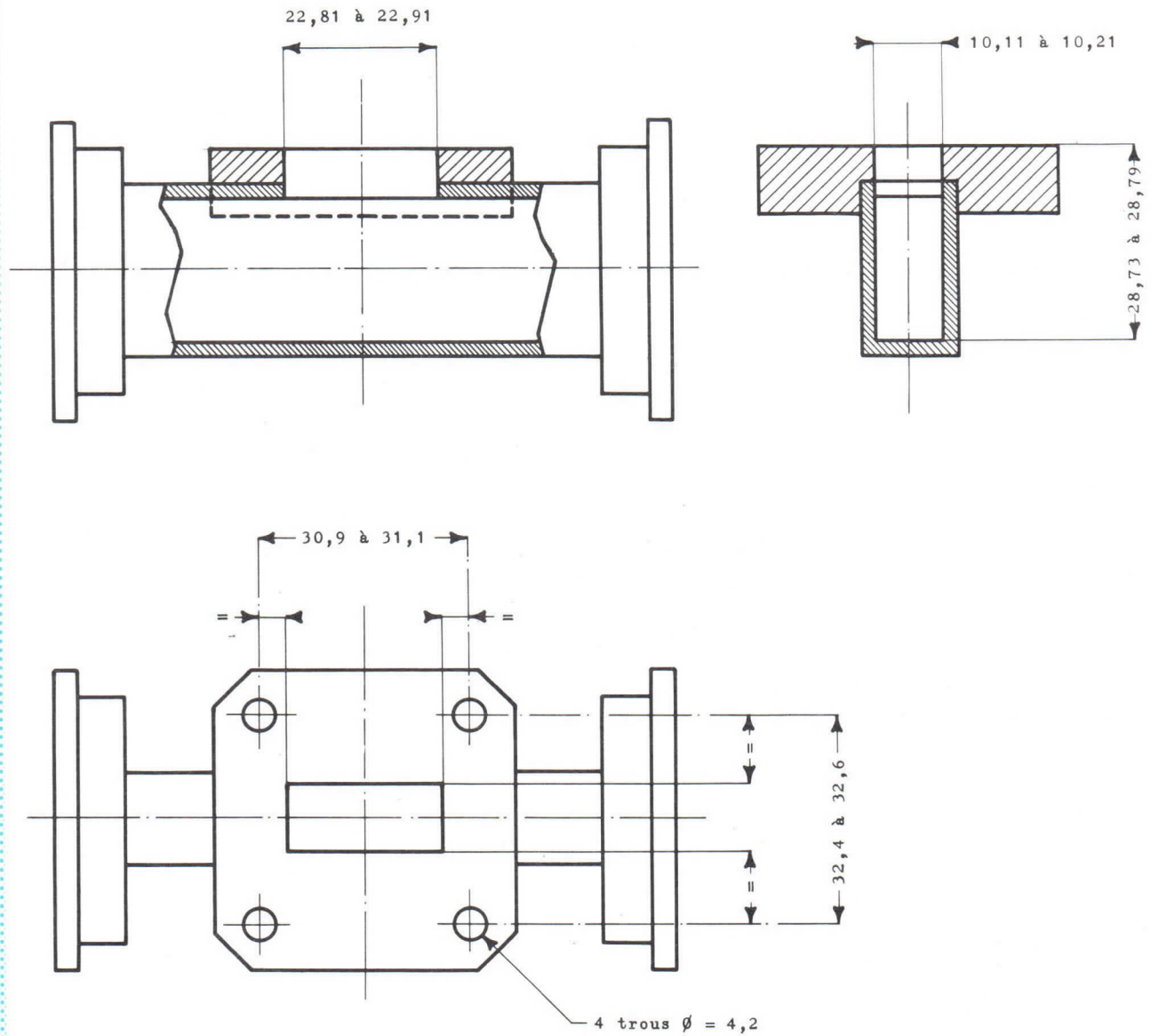
COURBE D'ADAPTATION





**COTES D'ENCOMBREMENT**

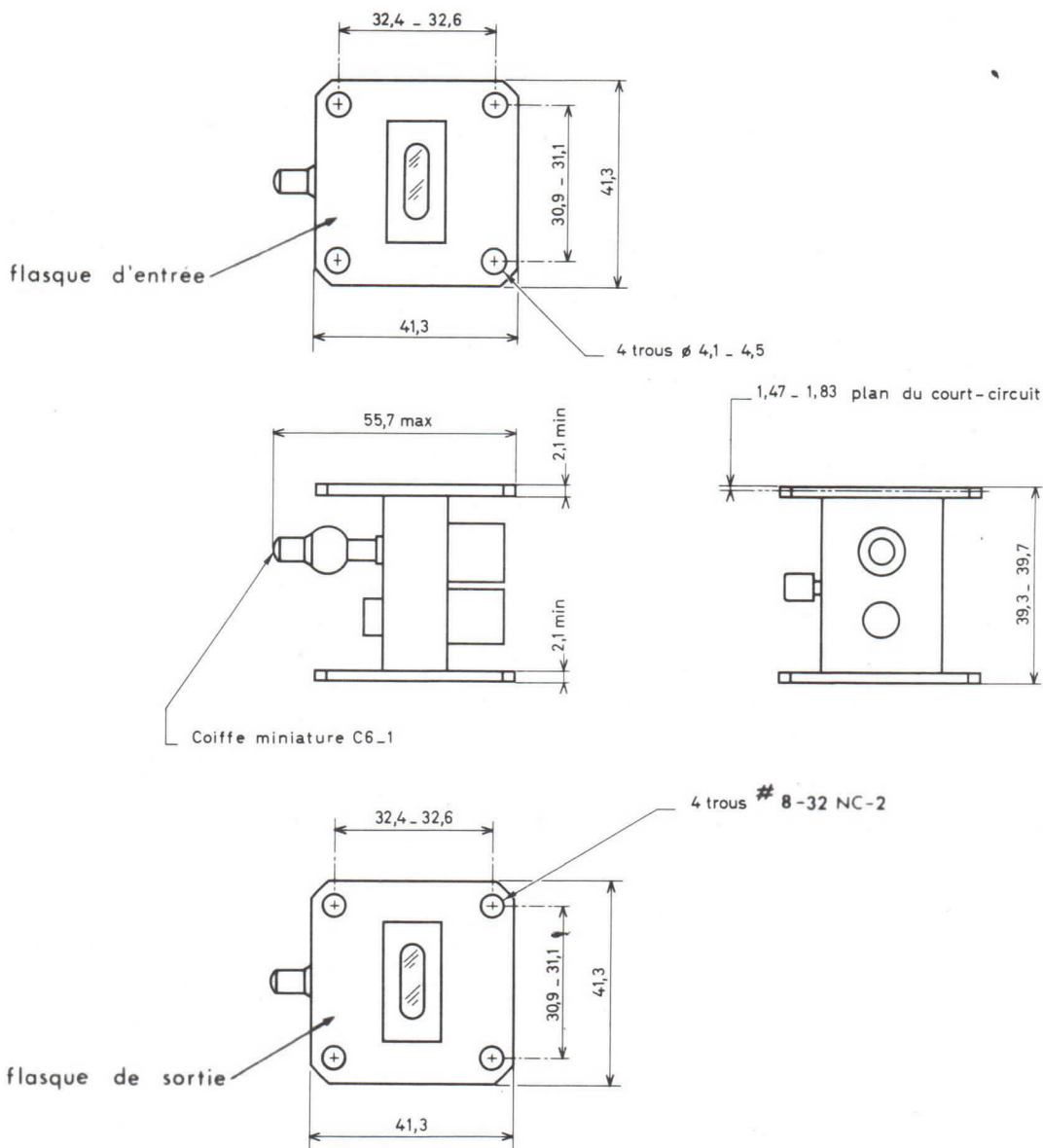
Support



Toutes les cotes sont données en millimètres



**COTES D'ENCOMBREMENT**



Cotes en mm







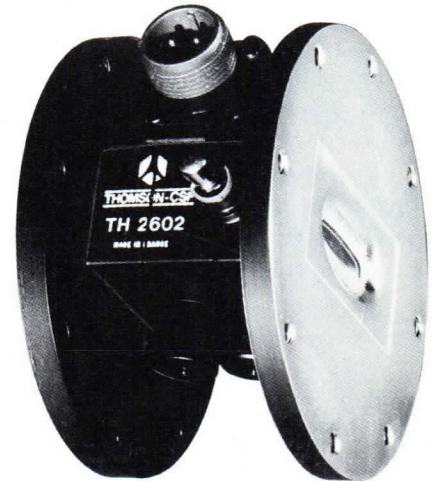
## TH 2602 TR TUBE

The TH 2602 is a band-pass, fixed-tuned TR, operating in C-band from 5395 to 5905 MHz with a maximum power level of 300 kW peak.

An important feature of the TH 2602 is its electro-magnet-controlled shutter system.

When the radar equipment is not transmitting, the electromagnet coil is not supplied and the receiver is protected against spurious emission. During transmission, the shutter is in open position and the TH 2602 operates as an ordinary TR tube.

When the equipment is transmitting, the gas contained in the tube is ionized and acts as a short-circuit for the receiver. The energy is reflected towards the antenna. This ionization is induced by the ignitor. When receiving, the tube joins the antenna to the receiver.



### GENERAL CHARACTERISTICS (1)

#### Electrical

Frequency .....	5395	5905	MHz
Transmitted power .....	max.	300	kW
Shutter voltage .....		6	Vdc
Shutter current .....	460 to	600	mA

#### Mechanical

Operating position .....	any
Mounting position .....	ignitor low power level side
Dimensions .....	see drawing
Approximate weight .....	800 g

(1) Characteristics given for information only. See specification sheet for performance characteristics.



**ABSOLUTE RATINGS**

(non simultaneous)

	min.	max.	
Ignitor current . . . . .	100	200	μA
Open circuit ignitor voltage . . . . .	-700	-	V
Applied power, peak . . . . .	4. 0	300	kW
Transmitter pulse duration . . . . .	-	1. 0	μs
Transmitter duty cycle . . . . .	-	. 001	
Flat leakage power . . . . .	-	70	mW
Spike leakage energy . . . . .	-	0. 3	erg
Insertion loss at low level . . . . .	-	0. 8	dB
Recovery time for P <sub>o</sub> = 300 kW . . . . .	-	10	μs
Ignitor voltage drop (for 100 μA ignitor current) . .	200	400	V
Ignitor interaction . . . . .	-	0. 3	dB
Firing power . . . . .	-	300	mW

**OPERATING INSTRUCTIONS**

The shutter of the TH 2602 provides a convenient method of opening or shorting waveguide lines at low power levels (incident peak power less than 1 kW). It is not intended for applications involving the switching of high power and should remain either open or closed whenever high power is incident on the tube.

The recommended ignitor operation circuit is for a tube with an average ignitor voltage drop. The following formula should be used to determine the value of the required series resistance :

$$R_i = \frac{E_{bb} - E_{id}}{150}$$

Where R<sub>i</sub> = total series resistance (megohms)

E<sub>bb</sub> = open circuit supply voltage (volts)

E<sub>id</sub> = average ignitor voltage drop = 300 volts

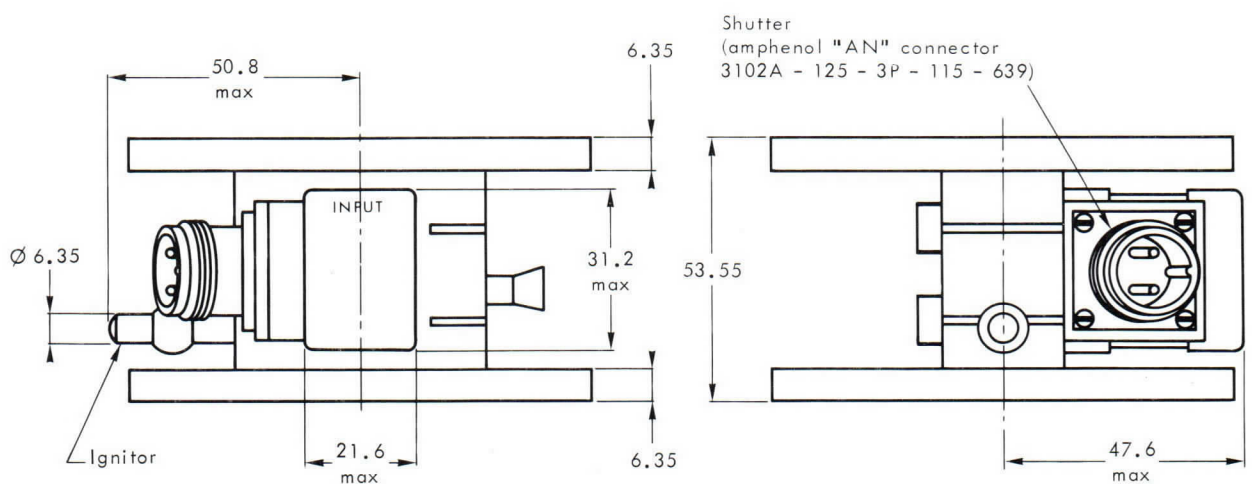
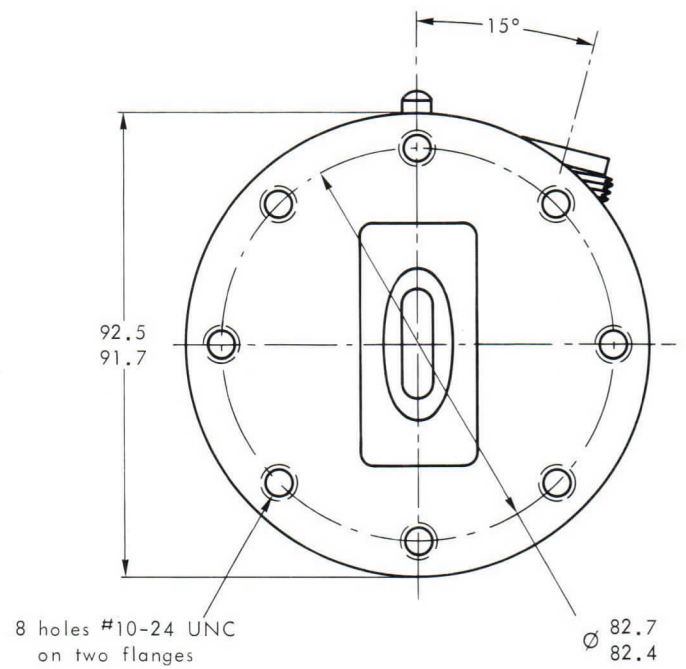
At least 0. 5 megohm of the total should be located as close as possible to the ignitor top cap to prevent oscillation.

Use 1 μF, 2500 V capacitor across shutter to reduce surge voltage on opening switch.

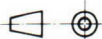
The firing power is the maximum power level incident upon the tube before a microwave gas discharge is initiated within the tube such that the power transmitted through the tube is sharply attenuated.



**OUTLINE DRAWING**



Nominal and maximum  
dimensions, in mm.



TH 2602



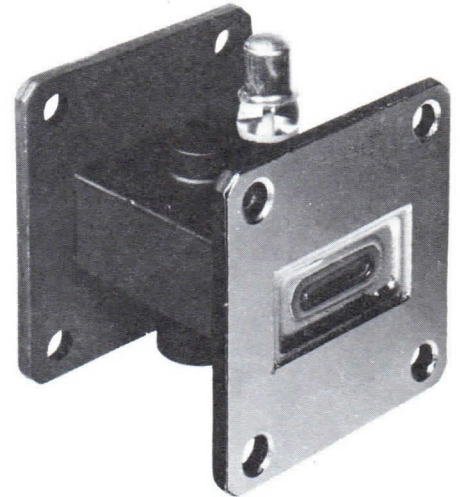
**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



## TUBE PROTECTEUR DE CRISTAL TH 2604



Le tube TH 2604 est un protège-cristal préréglé à large bande, (9000 à 9300 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximal de puissance de 20 kW crête. N'étant pas un commutateur hyperfréquence, il est employé dans les systèmes où les fonctions "commutation" et "protection" sont séparées. Il peut être monté avec le shutter TV 19111.

Le tube TH 2604 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur, et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.

Cette décharge, facilitée par une électrode d'amorçage (igniteur), constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne. Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur.

Le shutter protège le récepteur contre les émissions parasites, quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire quand l'électrode du TR de protection n'est pas alimentée.

### CARACTERISTIQUES GENERALES (1)

#### Electriques

Puissance crête maximale .....	20 kW
Gamme de fréquence .....	9 000 à 9 300 MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à un axe vertical .....	indifférente
Position de montage .....	igniteur côté bas niveau
Fixation .....	Brides RG 52/U
Températures limites de fonctionnement .....	-20 °C à +70 °C
Poids, environ .....	125 g
Dimensions .....	voir dessin annexé

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement ; voir spécifications pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur	max.	200	$\mu$ A
	min.	100	$\mu$ A
Tension d'alimentation de l'électrode en circuit ouvert (1)	min.	650	V
Puissance crête appliquée	max.	20	kW
	min.	0	kW

(1) 650 V en valeur absolue, négative par rapport au corps du tube.

### EXEMPLE DE FONCTIONNEMENT

Energie de fuite de la pointe	max.	0,25	erg
Puissance de fuite dans le palier	max.	75	mW crête
Pertes d'insertion totales	max.	0,5	dB
Temps de désionisation à -3 dB	max.	3	$\mu$ s
Tension entre igniteur et corps du tube, pour un courant de 100 $\mu$ A		-200 à -450	V
Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau	max.	1,4	

### CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

#### I - MONTAGE :

Pour la fixation du tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques.

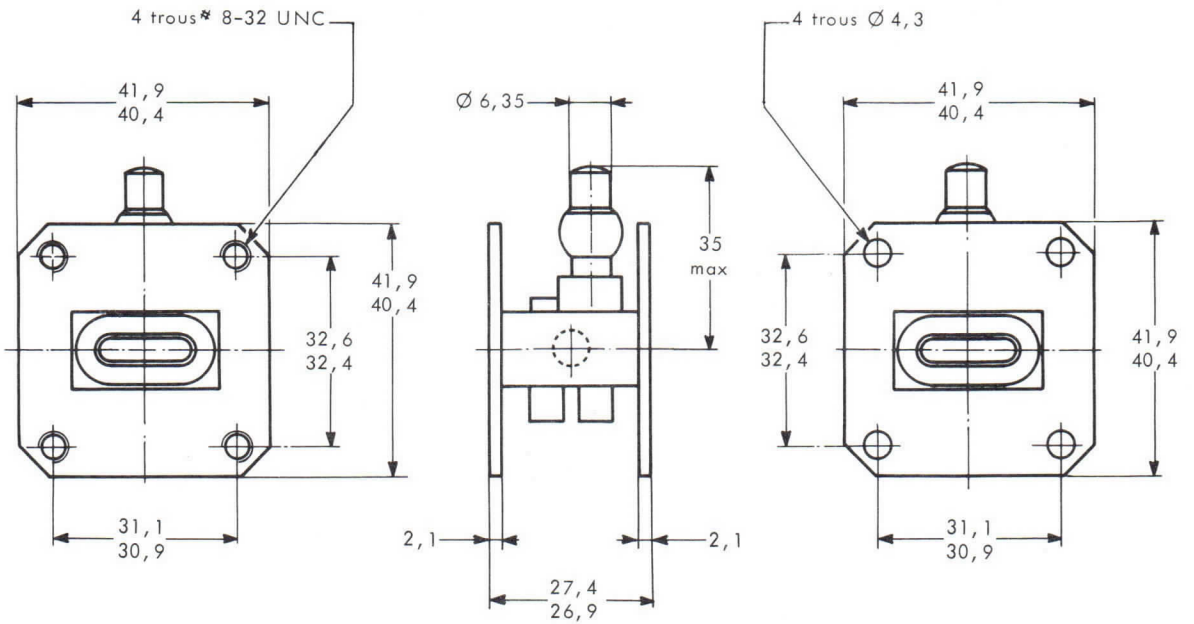
Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées, afin d'éviter toute déformation des flasques.

Mettre toujours l'igniteur du côté récepteur.

#### II - L'alimentation de l'igniteur doit être faite à courant constant à l'aide d'une source à grande résistance interne, de telle façon que le courant reste dans les limites d'utilisation.



**DESSIN D'ENCOMBREMENT**



Cotes en mm.



TH 2604



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**THOMSON-CSF**





## PROTEGE - CRISTAL TH 2605

Le tube TH 2605 est un tube protégé cristal à large bande (9000 à 9300 MHz), destiné à être utilisé sans électrode d'entretien.

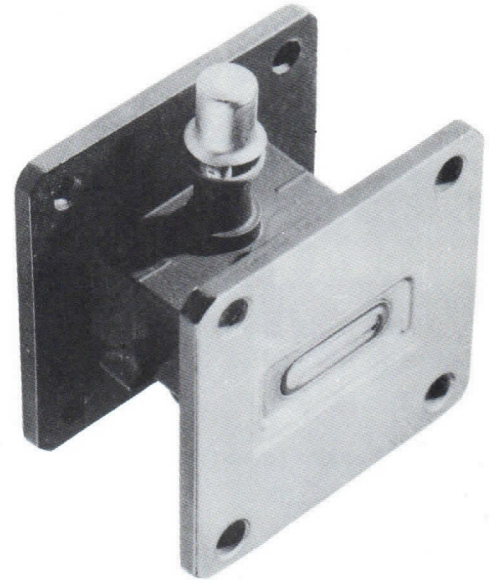
Toutefois, ce tube comprend une électrode de contrôle qui permet d'apprécier en cours de stockage par exemple, la qualité du mélange gazeux interne. N'étant pas un commutateur hyperfréquence, il est employé dans les systèmes où les fonctions "commutation" et "protection" sont séparées. Il peut être monté avec le shutter TV 19 111.

Le tube TH 2605 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.

Cette décharge constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne. Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur.

Il peut recevoir sans inconvénients pendant de courts instants, quelques minutes par exemple, des puissances de l'ordre de 200 kW crête.

Le shutter TV 19111 protège le récepteur contre les émissions parasites, quand l'équipement n'est pas en fonctionnement.



### CARACTERISTIQUES GENERALES

(électrode d'entretien non utilisée) (1)

#### Electriques

Puissance crête maximale en régime normal	20	kW
Puissance crête maximale pendant de courts instants (quelques minutes)	200	kW
Gamme de fréquence	9000 à 9300	MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale	indifférente
Position de montage	trous taraudés coté récepteur
Fixation	brides RG 52/U
Températures limites de fonctionnement	- 20 °C à + 70 °C
Poids, environ	125 g
Dimensions	voir dessin

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement ; voir spécifications pour caractéristiques de type.



**EXEMPLE DE FONCTIONNEMENT**

(électrode d'entretien non utilisée)

Energie de fuite dans la pointe	max.	1,5	erg
Puissance de fuite totale	max.	250	mW crête
Pertes d'insertion	max.	0,5	dB
Temps de désionisation à - 3 dB	max.	2	μs
ROS en tension à bas niveau	max.	1,4	
Puissance d'amorçage	max.	15	W crête

**CONSIGNES DE MISE EN SERVICE**

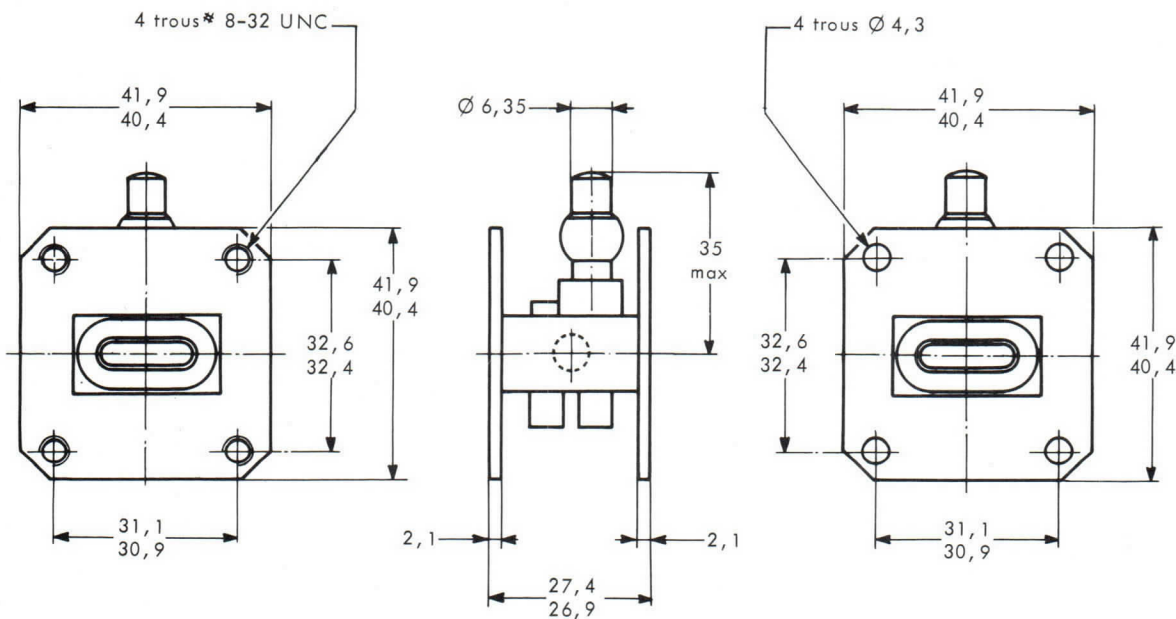
Pour la fixation du tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques. Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paire de vis opposées, afin d'éviter toute déformation des flasques.

Le flasque comportant des trous taraudés doit se trouver côté récepteur.

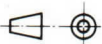
**CONTROLE DU MELANGE GAZEUX**

La borne isolée située sur le tube est destinée à alimenter l'électrode qui permet d'apprécier la qualité du mélange gazeux interne. Pour ce faire, on règle sa tension pour obtenir un courant de 100 μA, le côté négatif de l'alimentation étant relié à l'électrode. On mesure la chute de tension correspondante. Si cette chute est comprise entre 200 et 450 V on peut dire que le mélange gazeux est correct et que le protège-cristal est en état de fonctionnement.

**DESSIN D'ENCOMBREMENT**



Cotes en mm.

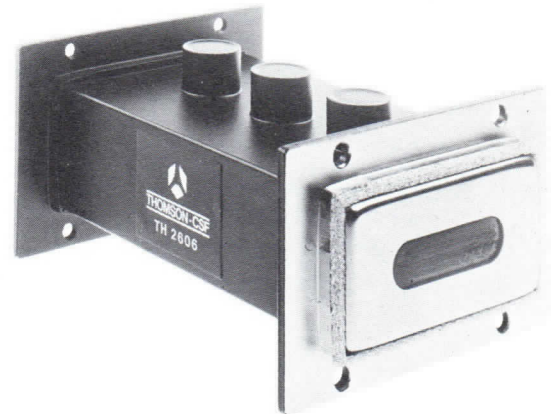




## TUBE TH 2606

Le tube TH 2606 est un protège cristal en bande S, fonctionnant sans électrode d'entretien (igniteur). Il est utilisable jusqu'à une puissance crête incidente de 30 kW.

Le TH 2606 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur et le protège contre les énergies élevées grâce à la décharge gazeuse qui se produit à l'intérieur du tube. Le tube non ionisé ne provoque qu'une atténuation faible sur l'écho se dirigeant vers le récepteur.



### CARACTERISTIQUES GENERALES (1)

#### Electriques

Fréquence nominale	.....	3 050	MHz
Gamme de fréquence	.....	2 870 à 3 230	MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale	.....	indifférente
Températures limites de stockage	.....	- 40 à +100 °C
Masse approximative	.....	1 000 g
Support	.....	voir dessin
Encombrement	.....	voir dessin

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécifications pour caractéristiques de type.



## VALEURS LIMITES DE FONCTIONNEMENT

	max.	
Puissance crête appliquée . . . . .	30	kW
Puissance de fuite dans le palier . . . . .	0,3	W
Energie de fuite dans la crête . . . . .	6	erg
Puissance de fuite totale . . . . .	0,9	W
Puissance crête d'amorçage . . . . .	10	W
Pertes totales par insertion . . . . .	0,4	dB
Temps de désionisation pour un affaiblissement de 3 dB . . . . .	15	$\mu$ s
Taux d'ondes stationnaires dans la bande . . . . .	1,4	
Taux d'ondes stationnaires en bout de bande (2870 - 3230 MHz) . . . . .	1,9	

### Notes :

Les mesures d'énergie et de puissance de fuite sont faites à  $1 \mu$ s/1000 Hz.

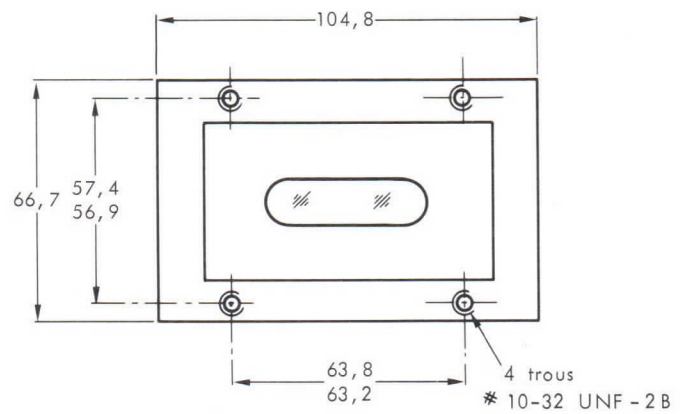
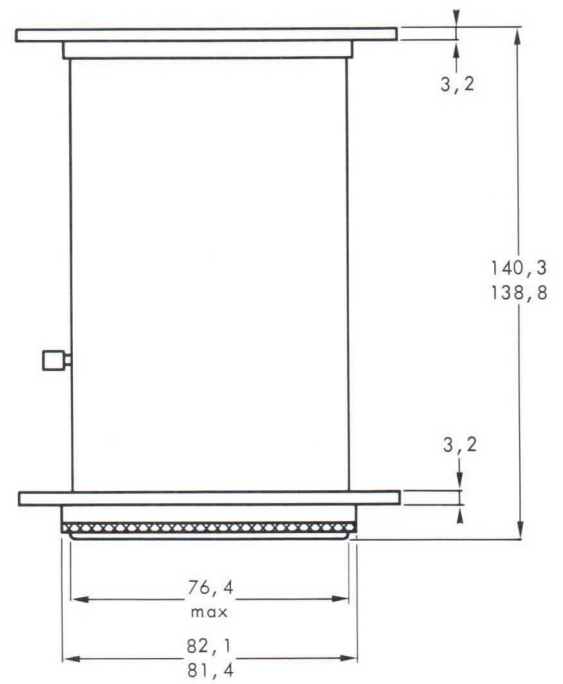
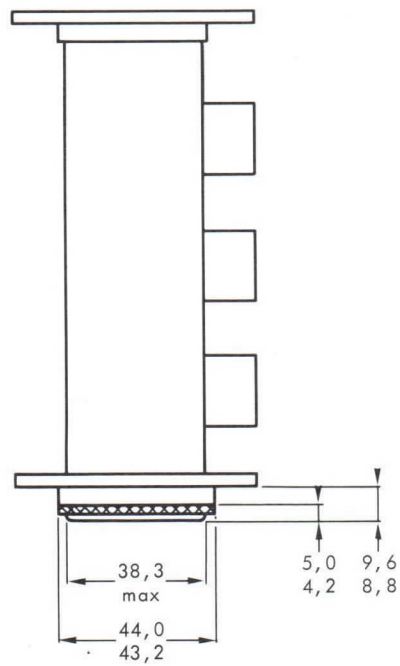
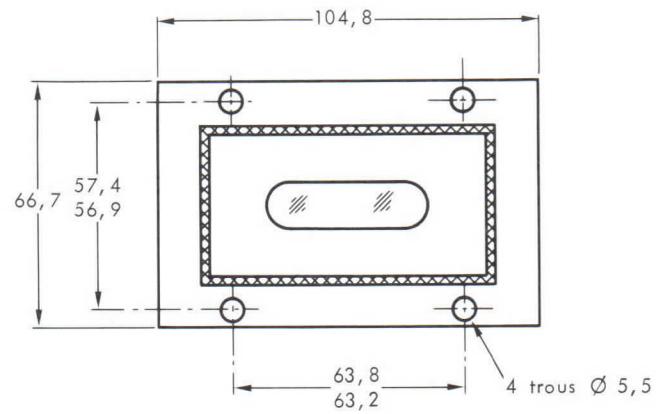
## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

Lors du montage du tube, il est très important de serrer les quatre vis de blocage progressivement afin d'éviter toute déformation du flasque et du support fenêtre du protège cristal.

Le contact électrique doit être assuré par le joint métallique, le flasque et le support du tube ne doivent pas venir en contact à la fin du serrage.



**DESSIN D'ENCOMBREMENT**



Cotes en mm.



TH 2606



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**THOMSON-CSF**

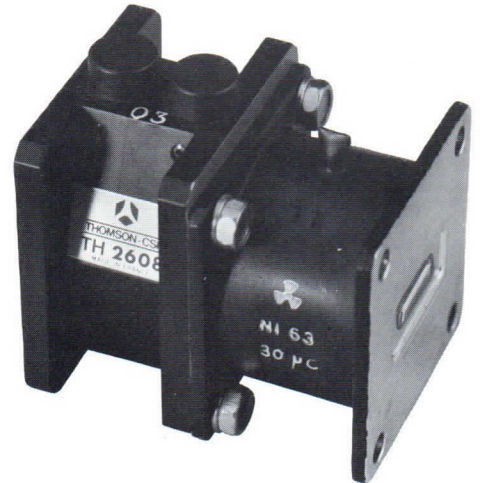


## PROTEGE CRISTAL TH 2608

Le tube TH 2608 est un protège cristal fonctionnant entre 8980 et 9180 MHz. Il est utilisable à un niveau de puissance crête de 10 kW, mais peut supporter pendant de courts instants, quelques minutes par exemple, des puissances incidentes de l'ordre de 150 kW.

Le TH 2608 est constitué d'un TR passif suivi d'un limiteur à varactors à deux étages.

Il est utilisé pour la protection de dispositifs tels qu'amplificateurs à diode tunnel, mélangeurs à diode Schottky, etc. Son utilisation est conseillée dans les radars modernes répondant à des conditions d'environnement très sévères et pour lesquels la fiabilité des composants est un facteur prépondérant.



### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Mécaniques

Dimensions	voir dessin
Poids, environ	220 g
Position de montage	limiteur du côté récepteur
Fixation	brides UG 39/U ou UG 135/U
Températures limites de fonctionnement	-20 à +60 °C
Températures limites de stockage	-40 à +70 °C

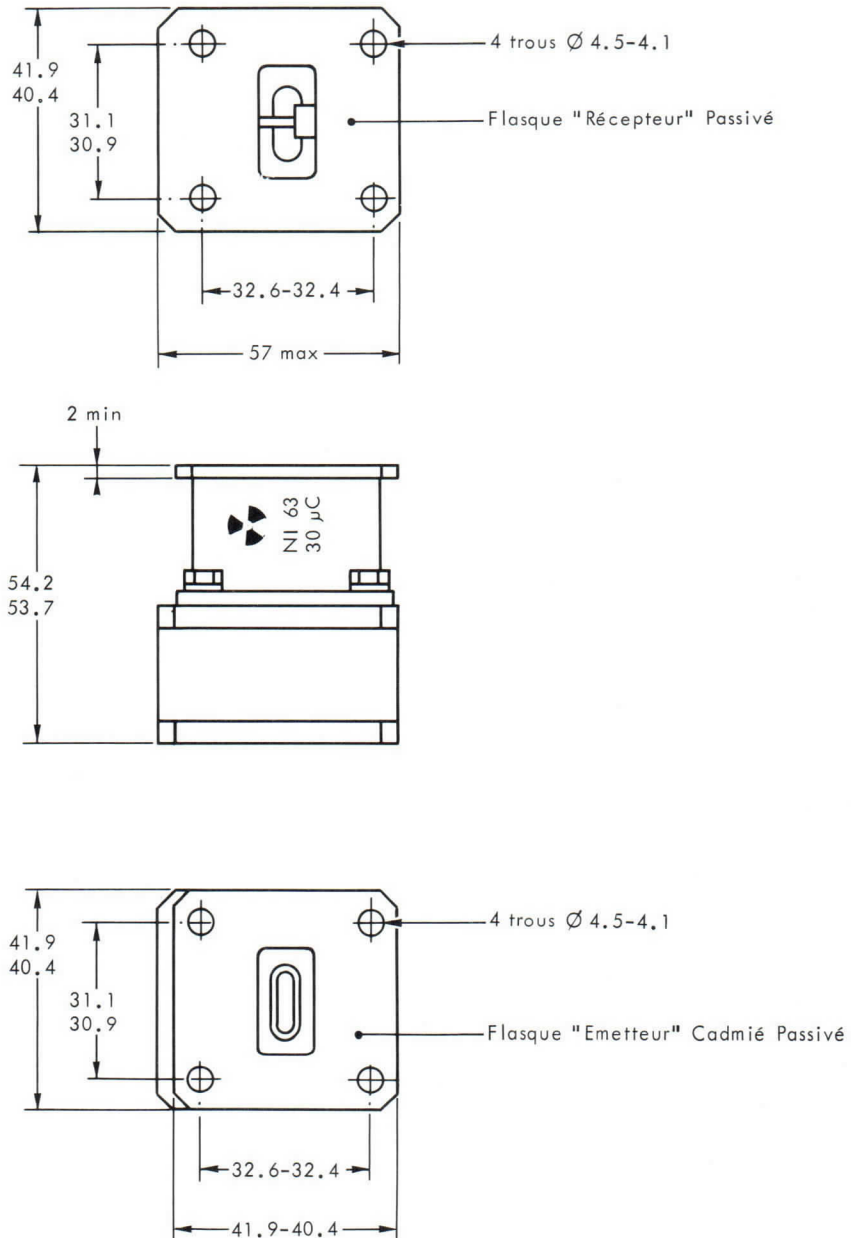
#### Electriques

	Min.	Typ.	Max.	
Bande de fréquence	8980	—	9170	MHz
Puissance maximale d'amorçage	—	30	40	mW
Puissance de fuite dans la pointe (valeur crête maximale)	—	0,5	1	W
Puissance de fuite dans le palier	—	20	30	mW
Pertes d'insertion	—	0,8	1	dB
R.O.S.	—	1,25	1,4	
Temps de désionisation à 3 dB	—	1,5	3	µs
Puissance crête à l'entrée	—	—	10	kW
Puissance crête accidentelle à l'entrée (pendant 5 mn max.)	—	—	150	kW

### INSTRUCTIONS IMPORTANTES EN CAS DE BRIS DU TUBE

En cas de bris du tube, il y a possibilité d'une radiation ne dépassant pas  $30 \mu$  curies. Conformément à la réglementation française en vigueur concernant l'utilisation des radio-éléments, le tube doit alors être renvoyé à THOMSON-CSF Groupement Tubes Electroniques, 8, rue Chasseloup Laubat 75737 PARIS Cédex 15 ou renvoyé au SCPRI - BP N° 35-78110 Le VESINET.

### DESSIN D'ENCOMBREMENT



Cotes en mm.





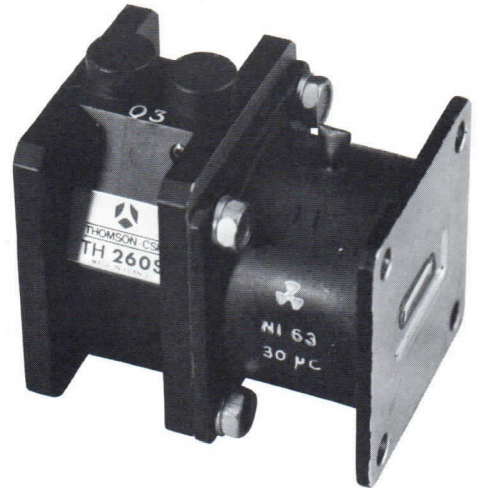


## PROTEGE CRISTAL TH 2609

Le tube TH 2609 est un protège cristal fonctionnant entre 9310 et 9430 MHz, Il est utilisable à un niveau de puissance crête de 10 kW, mais peut supporter pendant de courts instants, quelques minutes par exemple, des puissances incidentes de l'ordre de 150 kW.

Le TH 2609 est constitué d'un TR passif suivi d'un limiteur à varactors à deux étages.

Il est utilisé pour la protection de dispositifs tels qu'amplificateurs à diode tunnel, mélangeurs à diode Schottky, etc. Son utilisation est conseillée dans les radars modernes répondant à des conditions d'environnement très sévères et pour lesquels la fiabilité des composants est un facteur prépondérant.



### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Mécaniques

Dimensions	voir dessin
Poids, environ	220 g
Position de montage	limiteur du côté récepteur
Fixation	brides UG 39/U ou UG 135/U
Températures limites de fonctionnement	-20 à +60 °C
Températures limites de stockage	-40 à +70 °C

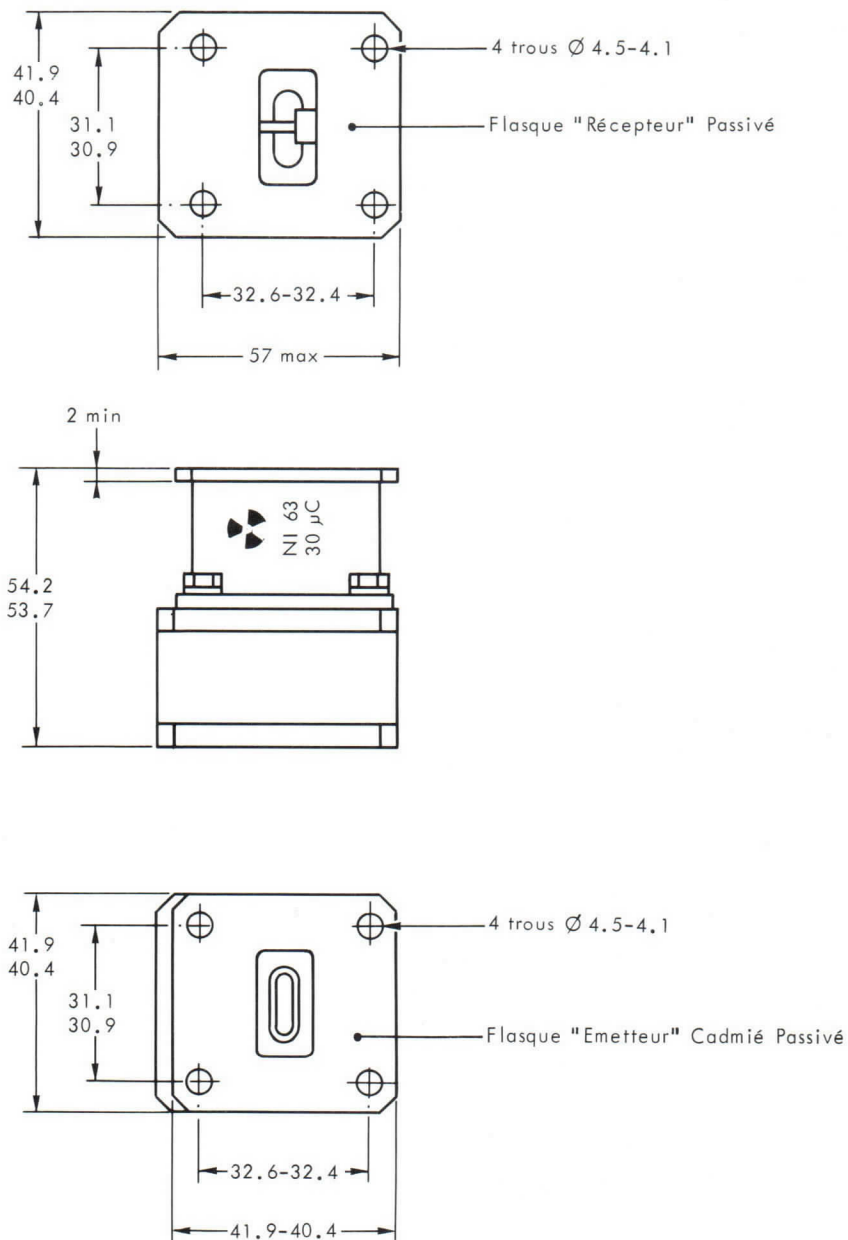
#### Electriques

	Min.	Typ.	Max.	
Bande de fréquence	9310	—	9430	MHz
Puissance maximale d'amorçage	—	30	40	mW
Puissance de fuite dans la pointe (valeur crête maximale).	—	0,5	1	W
Puissance de fuite dans le palier	—	20	30	mW
Pertes d'insertion	—	0,8	1	dB
R.O.S.	—	1,25	1,4	
Temps de sédionisation à 3 dB	—	1,5	3	μs
Puissance crête à l'entrée	—	—	10	kW
Puissance crête accidentelle à l'entrée (pendant 5 mn max.)	—	—	150	kW

### INSTRUCTIONS IMPORTANTES EN CAS DE BRIS DU TUBE

En cas de bris du tube, il y a possibilité d'une radiation ne dépassant pas 30  $\mu$  curies. Conformément à la réglementation française en vigueur concernant l'utilisation des radio-éléments, le tube doit alors être renvoyé à THOMSON-CSF Groupement Tubes Electroniques, 8, rue Chasseloup Laubat 75737 PARIS Cédex 15 ou renvoyé au SCPRI - BP N° 35 - 78110 Le VESINET.

### DESSIN D'ENCOMBREMENT



Cotes en mm.

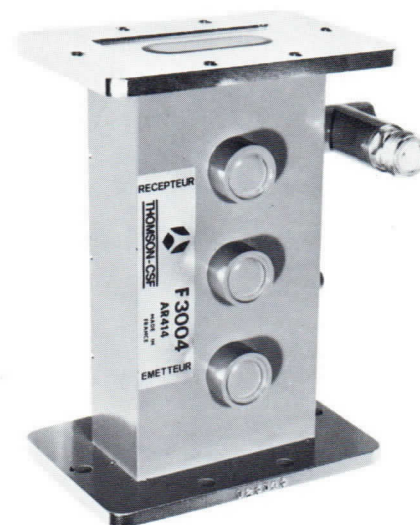




## F 3004/AR 414 TR TUBE

The F 3004 is a broad band, fixed tuned TR tube, operating over the 2.9 to 3.23 GHz frequency range, at a maximum power level of 30 kW. It is designed for use after a Pre-TR as for instance the F 3003/AP 413. The gas discharge is induced by a keep alive electrode : the ignitor.

The F 3004 features an exceptionnally rugged construction, insuring high reliability and stable operation under the most severe environmental conditions. With regards to these characteristics, the F 3004 finds applications in military equipments.



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Mechanical

Operating position .....	any. Mounting direction indicated on the tube see drawing
Dimensions .....	
Weight, approximate .....	1.1 kg

#### Electrical

RF peak power max. ....	30	kW
Ignitor current .....	50	$\mu$ A
Ignitor pulse voltage, peak .....	600	V
Duty cycle .....	0.001	

### ABSOLUTE RATINGS (non simultaneous)

	min.	max.	
Frequency .....	2900	3230	MHz
VSWR .....	—	1.4 : 1	
Ignitor voltage drop .....	200	500	V
Ignitor current :			
- average .....	—	0.2	mA
- peak .....	—	3.0	mA
Ignitor interaction for a 100 $\mu$ A current .....	—	0.3	dB
Recovery time at 3 dB .....	—	40	$\mu$ s
Spike leakage energy .....	—	0.2	erg
Flat leakage power, average .....	—	20	$\mu$ W
Insertion loss .....	—	0.7	dB

### OPERATING INSTRUCTIONS

The F 3004 TR tube consists of two identical flanges joined together by a  $\lambda/7$  waveguide. Each flange is provided with six fixing holes, tapped holes on the receiver side and smooth holes on the transmitter side, in order to avoid mistake in mounting.

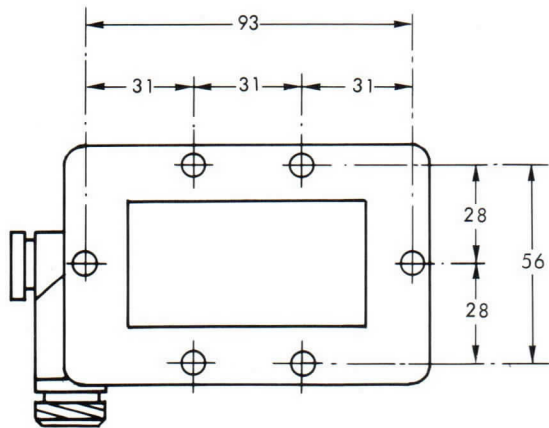
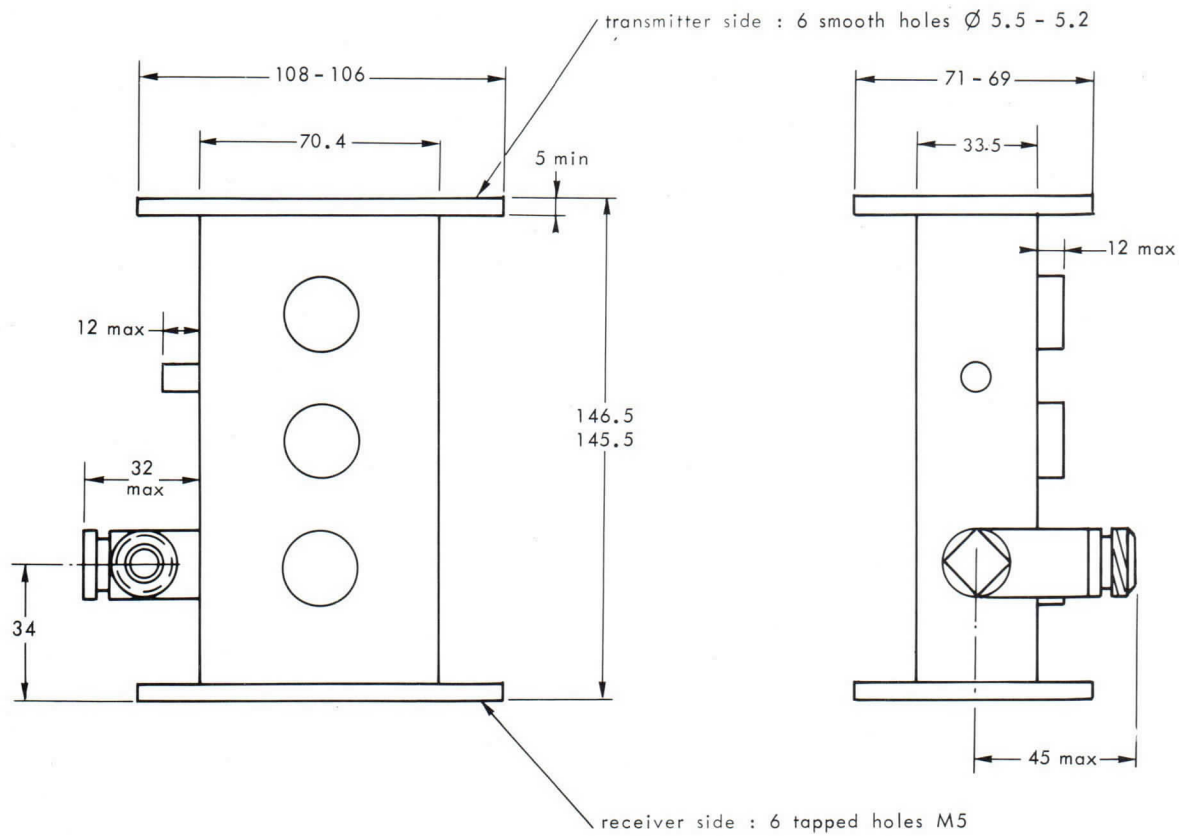
The flanges are equipped with low-surge coupling windows. Three pre-tuned spark gaps are included in the waveguide to allow wide band operation. One of the spark gaps is connected to a keep alive electrode, the output of which is a N-type coaxial plug.

The gas included in the tube body is a low pressure mixture of argon and water vapor.

The F 3004 mates with every standard  $\lambda/7$  waveguide fitted with the small type standard flange.



### OUTLINE DRAWING



Dimensions in mm.



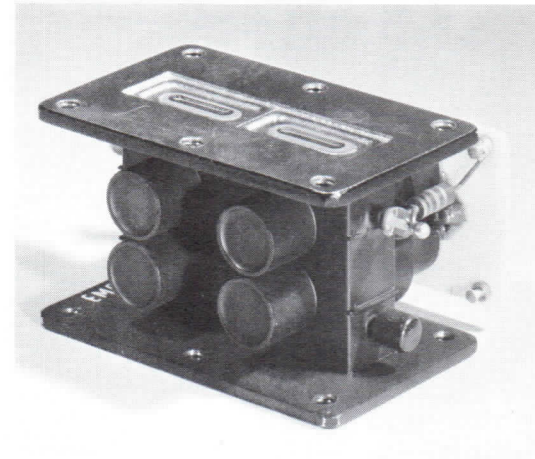


## TUBE TR F3012

Le tube F3012 est un TR double préréglé à large bande (8490 à 9578 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximum de puissance de 250 kW crête. Le TR F3012 comporte des obturateurs. Ces obturateurs sont commandés par un électro-aimant. Pendant les périodes de non fonctionnement du radar, les bobinages des obturateurs ne sont pas alimentés, et le récepteur est protégé contre les émissions parasites. En fonctionnement, les obturateurs sont levés et le tube fonctionne comme le TR 6334.

Pendant l'émission, le gaz contenu dans le tube s'ionise et court-circuite le récepteur : l'énergie est réfléchiée vers l'antenne. Cette ionisation est facilitée par les électrodes d'amorçage (igniteurs). Comme les court-circuits ne sont pas parfaits, une faible partie de l'énergie traverse le tube, mais est dérivée par le couplage de sortie vers une charge adaptée ; le cristal récepteur est donc protégé efficacement.

Pendant la réception, l'ensemble tube-couplages hybrides relie pratiquement l'antenne au récepteur et découple l'émetteur de l'antenne. Il rend inutile l'emploi des tubes ATR et évite ainsi les pertes introduites par ces tubes.



### CARACTERISTIQUES GENERALES (1)

#### Electriques

Gamme de fréquence .....	8490 à 9578 MHz.
Protection fournie par les obturateurs .....	60 dB
Tension continue des bobinages des obturateurs .....	28 V
Courant des bobinages des obturateurs .....	250 à 310 mA

#### Mécaniques

Position par rapport à un axe vertical .....	indifférente
Position de montage .....	Igniteurs côté bas niveau
Poids approximatif .....	300 g
Dimensions .....	voir dessin annexé.

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécifications pour caractéristiques de type.

### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant continu de chaque igniteur .....	} max. 200 $\mu$ A min. 100 $\mu$ A
Tension d'alimentation des électrodes en circuit ouvert .....	
Puissance crête appliquée .....	} max. 250 kW min. 1 kW



## CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT (2)

Energie de fuite, par impulsion de 1 $\mu$ s .....	max. 0,3 erg
Pertes totales par insertion à bas niveau .....	max. 1,2 dB
Temps de désionisation à 200 kW crête .....	max. 7 $\mu$ s
Découplage émetteur-antenne .....	min. 10 dB
Tension entre igniteur et corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A .....	-200 à -375 V
Tension continue appliquée aux bobinages .....	28 V
Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau .....	max. 1,2

(2) Les caractéristiques données sont celles du duplexeur complet, soit un tube F3012 et deux couplages hybrides.

## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

### I. Montage :

Avant le montage du tube, s'assurer du bon état des joints.

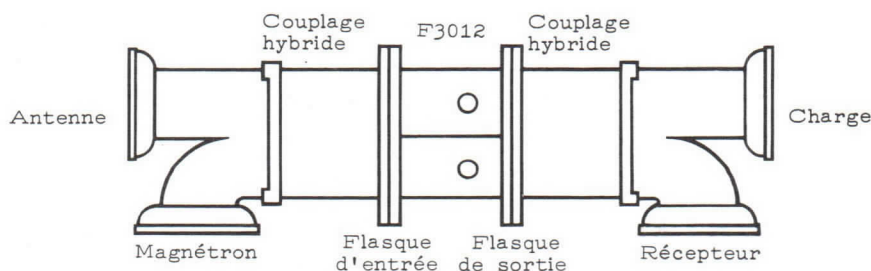
Pour fixer le tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques.

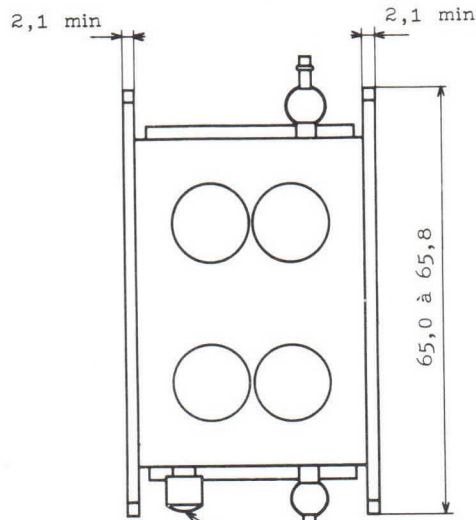
Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées.

### II. Fonctionnement :

Les obturateurs du F3012 ne sont pas prévus pour la commutation de puissances supérieures à 1 kW crête, et doivent rester ouverts pendant le fonctionnement de l'émetteur.

### SCHEMA D'UTILISATION

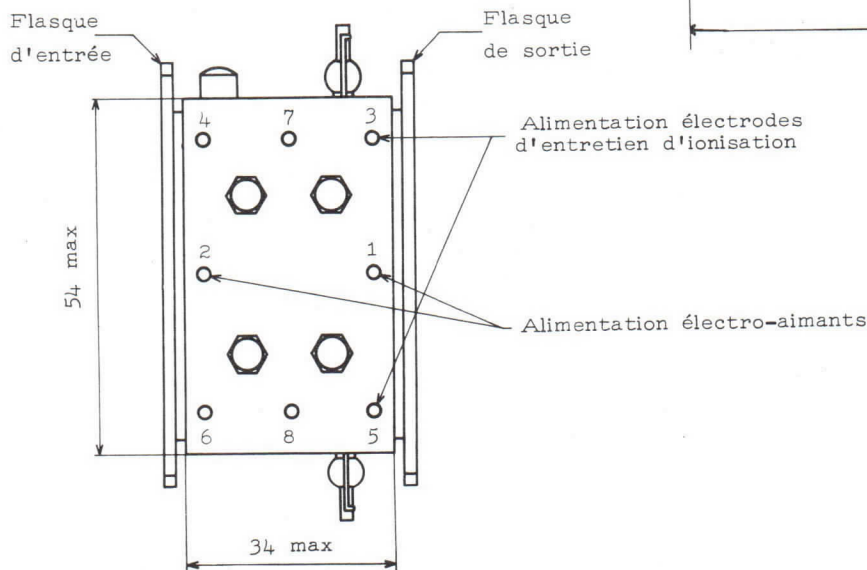
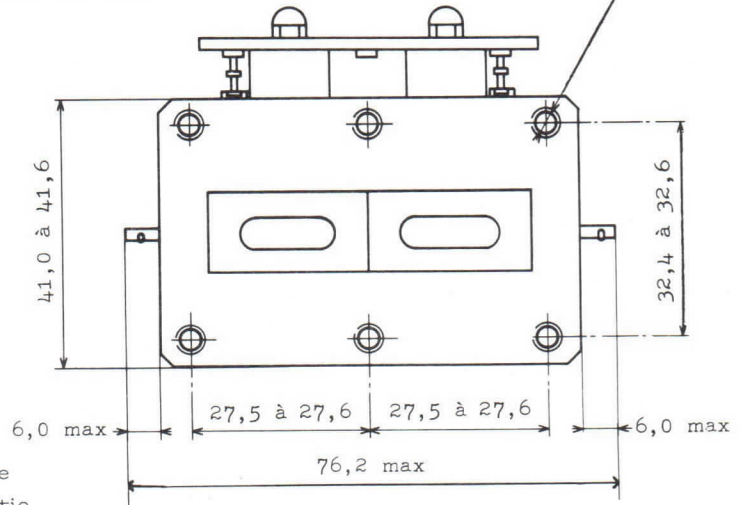
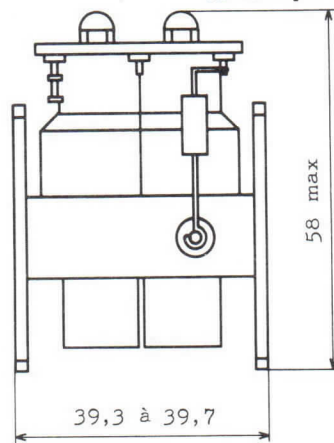




**COTES D'ENCOMBREMENT**

Le queusot ne doit pas dépasser le flasque de plus de 6,3 mm.

Chaque flasque comporte 6 trous n° 8 32 filets au pouce



Cotes en mm.





**THOMSON-CSF**

GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES





## DUPLEXEUR A RIDEAU TV 3212

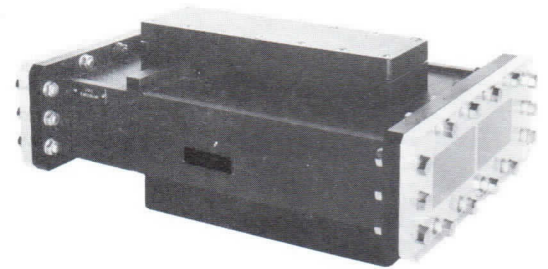
Le duplexeur à rideau constitue un commutateur hyperfréquence à large bande, utilisable pour la transmission de puissances élevées.

Il se compose essentiellement d'un coupleur directif à couplage total, et d'une série de 18 tubes à gaz TH 9934, placés dans le plan de la fenêtre de couplage.

A l'émission, sous l'action de l'énergie hyperfréquence qui se propage dans le guide, les tubes à gaz s'ionisent et reconstituent en partie la paroi du guide. L'impulsion d'émission est ainsi transmise vers l'antenne.

Le rideau de tubes ne constituant pas un conducteur parfait, une certaine énergie de fuite est absorbée à l'aide d'une charge adaptée qui présentera l'avantage de charger l'émetteur convenablement dans le cas d'un mauvais allumage des tubes.

A la réception le champ électrique est trop faible pour ioniser les tubes. L'énergie reçue par l'antenne est transmise dans la branche secondaire du coupleur où se trouve le récepteur.



### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Electriques

Gamme de fréquence .....		2 900 - 3 300 MHz
Puissance crête .....	max .	5 MW
Puissance crête .....	min .	1 MW
Puissance moyenne .....	max .	10 kW
Pertes à la réception .....	max .	0,3 dB
TOS à la réception .....	max .	1,25
Pertes à l'émission (1) .....	max .	0,4 dB
TOS à l'émission (1) .....	max .	1,11
Temps de désionisation (1) .....	max .	100 µs à 3 dB

(1) Performances indiquées à la puissance maximum de fonctionnement.



## Mécaniques

Pression absolue .....	8 kg/cm <sup>2</sup> (air)
Refroidissement par circulation d'eau.....	2 l/mn pression 1 kg/cm <sup>2</sup> environ
Poids approximatif.....	20 kg
Dimensions .....	voir dessin annexé

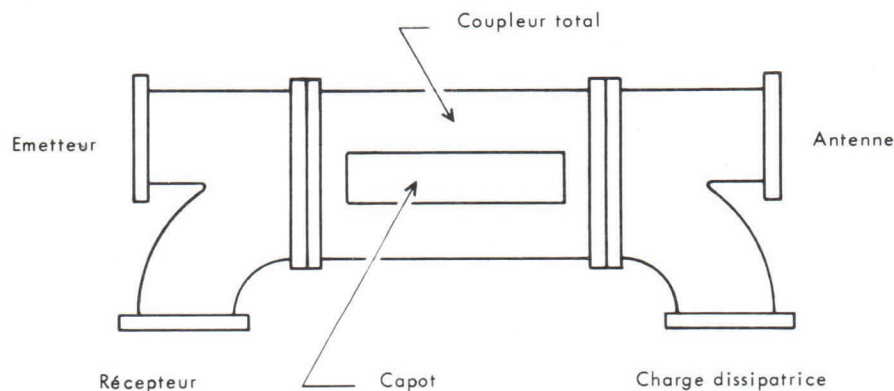
Le duplexeur doit être monté de manière que les tubes soient verticaux afin d'assurer leur refroidissement par convection naturelle.

Les tubes de silice constituant le "rideau" sont fixés par des pièces en matériau diélectrique solidaires des "capots". Il suffit de dévisser le capot supérieur pour dégager les tubes qui peuvent ainsi être facilement remplacés.

L'air de pressurisation du guide doit être sec afin d'éviter une condensation d'eau sur les parois refroidies du duplexeur.

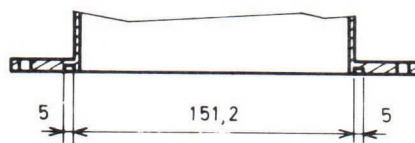
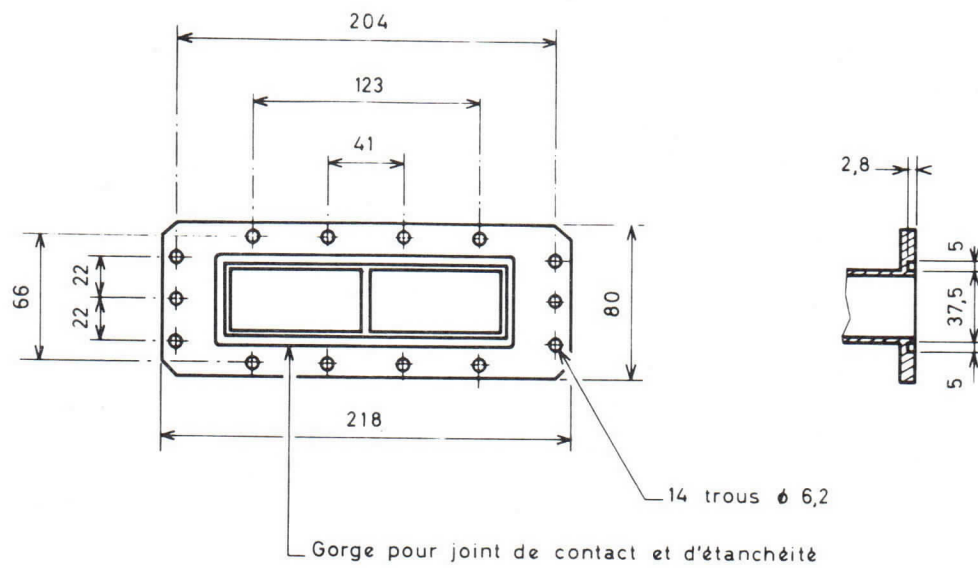
## CONSIGNES D'UTILISATION

En fin de vie des tubes, la puissance de fuite vers la charge dissipatrice augmente. Un système de sécurité placé dans le bras de la charge est donc nécessaire pour assurer la protection de celle-ci, et pour indiquer l'état des tubes. Ce dispositif devra couper la puissance hyperfréquence, lorsque la puissance de fuite dépassera  $100 \pm 20$  W en régime permanent. En ce cas les tubes devront être remplacés.





FACE DE L'AIGUILLAGE VENANT SE RACCORDER  
SUR LA BRIDE DU DUPLEXEUR

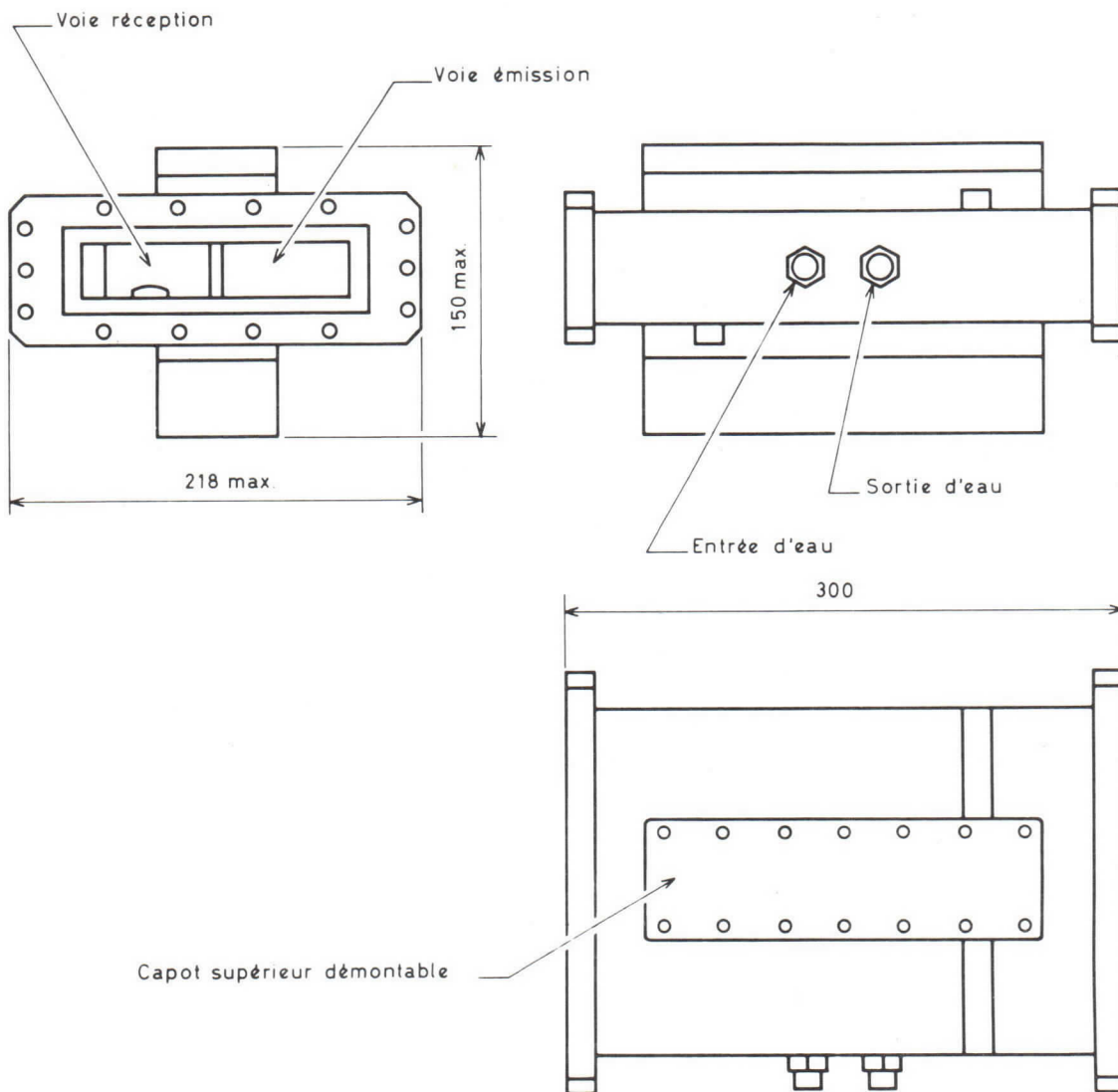


Cotes en mm.





### COTES D'ENCOMBREMENT



Cotes en mm.



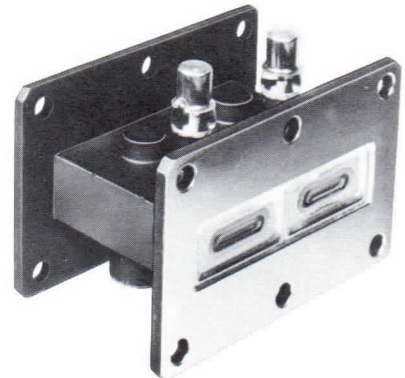


## TUBE TR DOUBLE TV3301

Le tube TV 3301 est un TR double, contrôlé en phase, pré réglé à large bande (9000 à 9600 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximal de puissance de 250 kW crête.

Pendant l'émission, le gaz contenu dans le tube s'ionise et court-circuite le récepteur : l'énergie est réfléchiée vers l'antenne. Cette ionisation est facilitée par des électrodes d'amorçage (igniteurs). Comme les court-circuits ne sont pas parfaits une faible partie de l'énergie traverse le tube, mais est dérivée par le couplage de sortie vers une charge adaptée ; le cristal détecteur est donc protégé efficacement.

Pendant la réception, l'ensemble tube-couplages hybrides relie pratiquement l'antenne au récepteur et découple l'émetteur de l'antenne. Il rend inutile l'emploi des tubes ATR et évite ainsi les pertes introduites par ces tubes.



### CARACTERISTIQUES GENERALES (1)

#### Electriques

Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau	max.	1, 2	
Pertes totales par insertion à bas niveau	max.	1, 1	dB
Découplage émetteur-antenne	min.	10	dB
Variation de déphasage	max.	$\pm 4^\circ$	
Temps d'amorçage	max.	5	s
Chute de tension entre électrode d'entretien et corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A (2)		- 200 à - 375	V
Energie de fuite dans le palier par impulsion de 1 $\mu$ s	max.	0, 15	erg
Energie de fuite dans la pointe	max.	0, 15	erg
Temps de désionisation	max.	3	$\mu$ s

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale		indifférente
Position de montage		igniteurs côté bas niveau
Poids approximatif		200 g
Dimensions		voir page 2

### NOTES

1 - Les caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécifications particulières pour caractéristiques de type.

Les caractéristiques données sont celles du duplexeur complet, soit un tube TV 3301 et deux couplages 3 dB.

2 - Les électrodes d'entretien doivent être à des potentiels négatifs par rapport au corps du tube. Leurs alimentations doivent être faites à courant constant à l'aide de sources à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation. Une valeur de 150  $\mu$ A par électrode est recommandée.

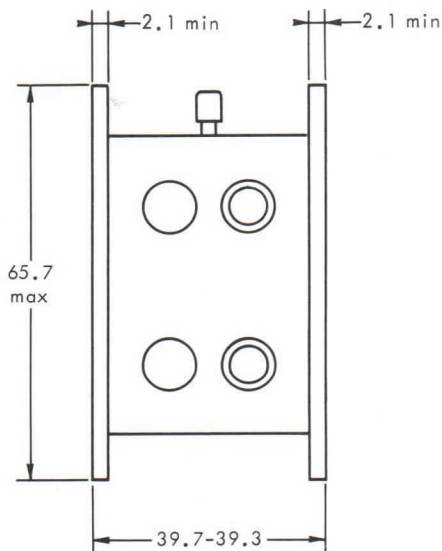
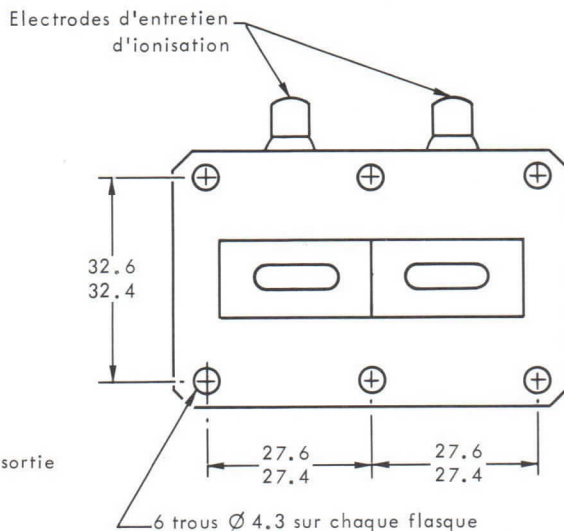
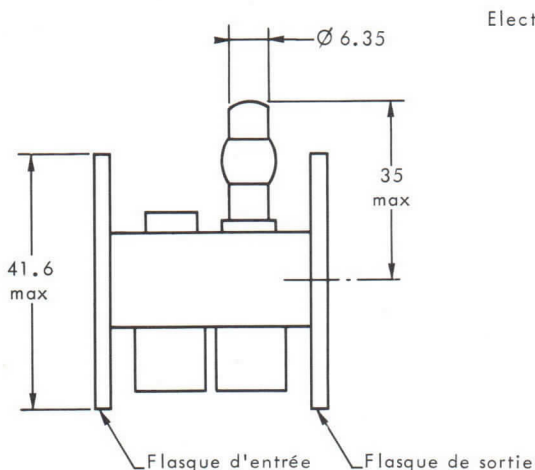
Une résistance d'au moins 0,5 M $\Omega$  en série avec chaque électrode, doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.



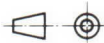
**VALEURS LIMITES D'UTILISATION**

	min.	max.	
Gamme de fréquence	9 000	9 600	MHz
Tension d'alimentation des électrodes d'entretien (valeur absolue – en circuit ouvert (note 2))	700	–	V
Courant dans chaque électrode d'entretien (2)	100	200	μA
Puissance crête incidente	4,0	250	kW

**DESSIN D'ENCOMBREMENT**



Le queusot ne doit pas dépasser le flasque de plus de 6.3 mm.





**THOMSON-CSF**

GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES

## TUBE TR TV 3303 A

Le tube TV 3303 A est un tube TR pré-réglé à large bande. Il est utilisable à un niveau maximum de puissance de 120 kW crête, dans la bande "C".

Le tube TV 3303 A est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.

Cette décharge, facilitée par une électrode d'amorçage (igniteur), constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne. Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur.



### CARACTERISTIQUES GENERALES

Gamme de fréquence.....	5314 - 5861 MHz
Position de fonctionnement par rapport à un axe vertical.....	indifférente
Position de montage .....	igniteur côté bas niveau
Fixation.....	se raccorde à la bride UG 149 A/U (guide WR 187)
Poids approximatif.....	650 g
Dimensions .....	voir dessin page 2

### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur .....	max. 200 $\mu$ A	$\mu$ A
	min. 130 $\mu$ A	$\mu$ A
Tension d'alimentation de l'électrode en circuit ouvert .....	min. 700	V
Puissance crête appliquée .....	max. 120	kW
Puissance moyenne appliquée.....	max. 120	W

### CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Energie de fuite de la pointe.....	max. 0,4	erg
Puissance de fuite dans le palier .....	max. 40	mW
Pertes par insertion à bas niveau, sans courant d'électrode.....	max. 0,8	dB
Intéraction de l'igniteur, pour un courant de 150 $\mu$ A.....	max. 0,1	dB
Temps de désionisation à -10 dB.....	max. 15	$\mu$ s
Tension entre igniteur et corps du tube pour un courant de 150 $\mu$ A ...	de -200 à -400	V
Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau(1).....	max. 1,4	
(1) T.O.S. de 1,6 à 5314 et 5861 MHz, T.O.S. de 1,4 de 5350 à 5825 MHz.		



## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

### I - MONTAGE

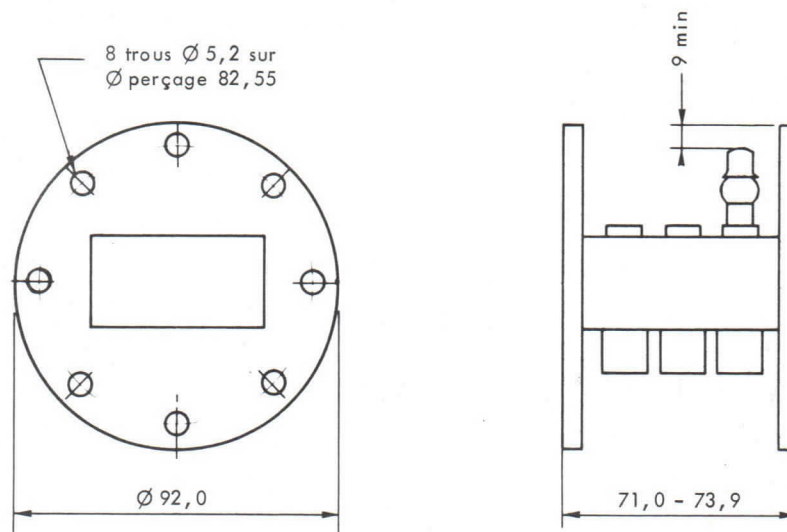
Pour la fixation du tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques. Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées, afin d'éviter toute déformation des flasques.

Mettre toujours l'igniteur du côté récepteur.

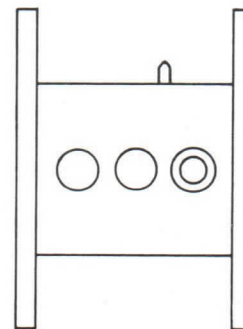
### II - CONNEXIONS

L'alimentation de l'igniteur doit être faite à courant constant à l'aide d'une source à grande résistance interne, de telle façon que le courant reste dans les limites d'utilisation.

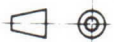
## COTES D'ENCOMBREMENT



Brides circulaires  
UG 149 A/U



Cotes en mm.





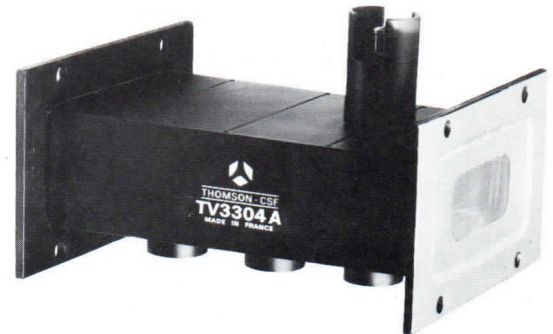


## TV 3304 A CRYSTAL PROTECTOR

The TV 3304A is a S-Band crystal protector designed to operate from 2825 to 3125 MHz with a maximum power level of 30 kW.

It features wide band and fixed tuning.

The TV 3304A is inserted in the waveguide section by the way to the receiver, protecting against high energy level by a gas discharge, taking place inside the tube. The gas discharge is induced by an electrode : the ignitor. When the tube is not ionized, the echo propagating towards the receiver is very slightly attenuated.



### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Mechanical

Operating position .....	any
Approximate weight .....	1 kg
Dimensions .....	see drawing

#### Electrical

	min.	max.	
Frequency range .....	2825	3125	MHz
VSWR at low level .....	—	1.4 : 1	
Insertion loss .....	—	0.7	dB
Ignitor interaction for a 200 $\mu$ A current .....	—	0.3	dB
Voltage drop between ignitor and tube body .....	- 250	- 400	V
Recovery time .....	—	15	$\mu$ s
Spike leakage energy .....	—	0.3	erg
Flat leakage energy .....	—	0.4	erg

### ABSOLUTE RATINGS

(non simultaneous)

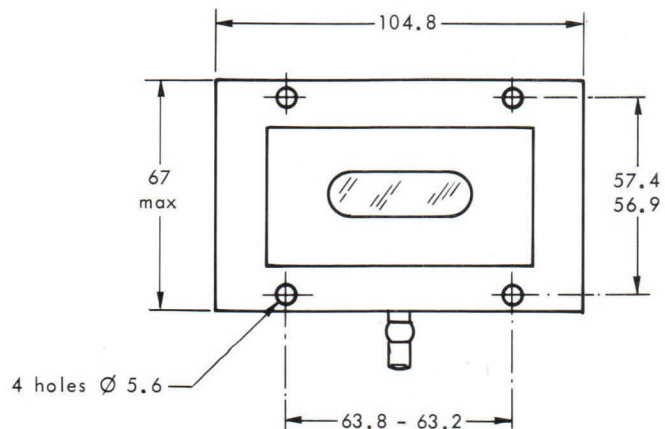
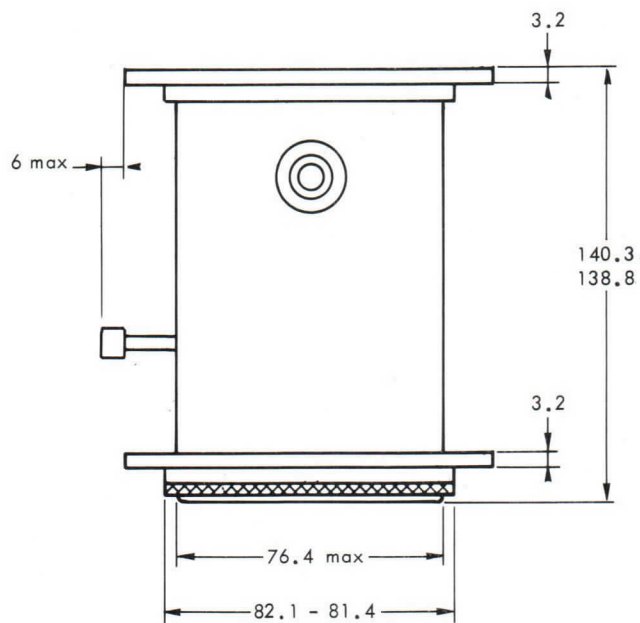
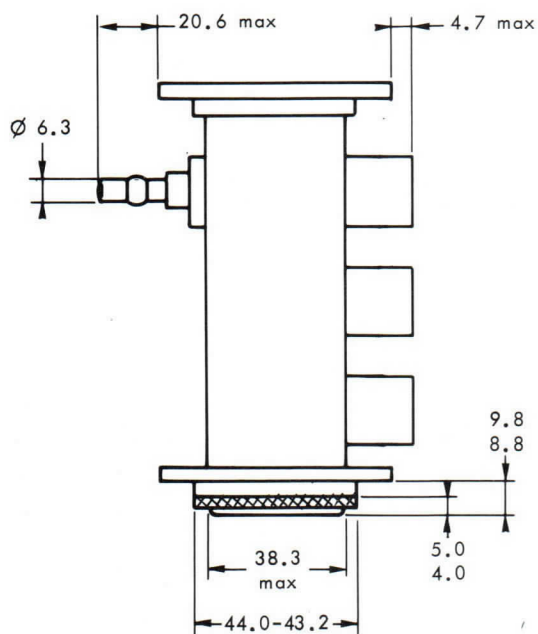
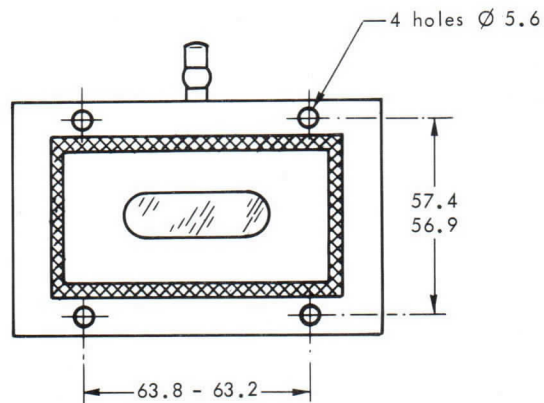
	min.	max.	
Altitude .....	—	3000	m
Ignitor voltage (open circuit) .....	- 600	—	V
Transmitted power .....	—	30	kW
Duty cycle .....	—	0.001	

#### Very important

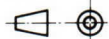
Tighten the four locking screws progressively and uniformly, so as to avoid any deformation of the flange and the TR-window frame. Electrical contact must be via the metallic joint only, the flange and the window frame not coming into contact at the end of tightening. To avoid imposing any mechanical stress on the tube window, it is recommended that the locking screws be tightened by hand, followed by only one quarter-turn with a wrench.



### OUTLINE DRAWING



Dimensions in mm.

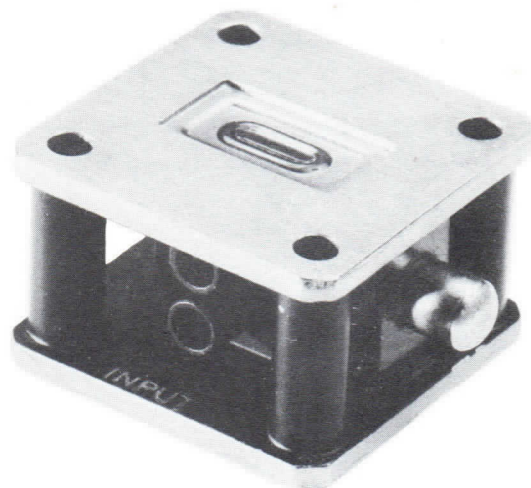




## TV 3308 CRYSTAL PROTECTOR

The TV 3308 is a phase controlled crystal protector, operating in the Ku band from 16. 0 to 17. 0 GHz, with a maximum power level of 10 kW.

The TV 3308 is inserted in the waveguide section by the way to the receiver, protecting it against high energy level by a gas discharge, taking place inside the tube. The gas discharge is induced by an electrode : the ignitor. When the tube is not ionized, the echo propagating towards the receiver is very slightly attenuated.



### GENERAL CHARACTERISTICS \*

#### Mechanical

Mounting .....	on WR 62 waveguide
Operating position .....	any
Electrical connection .....	ignitor : low level side
Approximate weight .....	50 g
Dimensions .....	see drawing

#### Electrical

VSWR at low level .....	max.	1.4	
Insertion loss at low level, without ignitor current .....	max.	0.8	dB
Ignitor interaction for a 100 $\mu$ A current. ....	max.	0.2	dB
Voltage drop between ignitor and tube body for a 100 $\mu$ A current (1) .....	max.	400	V
	min.	200	V
Recovery time at - 3 dB .....	max.	8	$\mu$ s
Spike leakage energy .....	max.	0.3	erg
Flat leakage power, peak .....	max.	75	mW
Phase shift .....	max.	$\pm 3^\circ$	
Breakdown power .....	max.	150	mW

\* Characteristics given for information only. See specification sheet for performance characteristics.

### ABSOLUTE RATINGS

(non simultaneous)

	min.	max.	
Altitude .....	-	20000	m
Ignitor voltage - absolute value - (open circuit) (1) .....	700	-	V
Ignitor current .....	100	200	$\mu$ A
Frequency range .....	16. 0	17. 0	GHz
Applied RF power, peak .....	0	10	kW
Duty cycle .....	-	0.001	

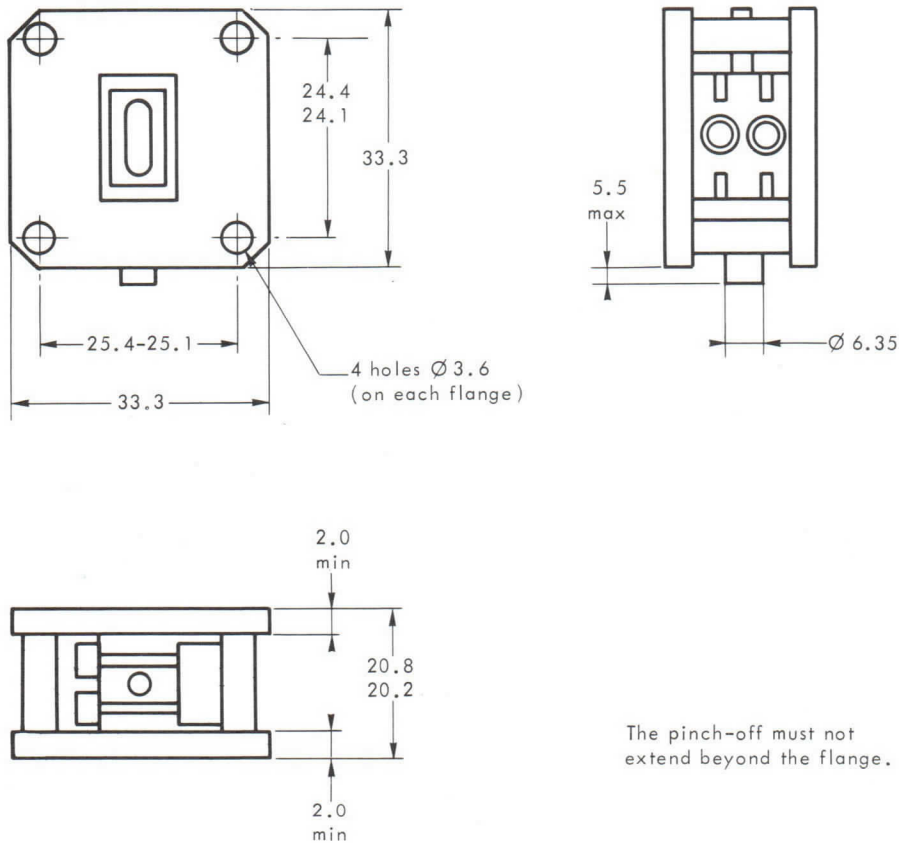


**NOTE 1**

The ignitor voltage should be negative with respect to the tube body. Ignitors should be supplied with constant current by sources of high internal resistance, in order to maintain the current within the limits specified. 150  $\mu$ A for each electrode is the recommended value.

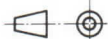
A resistance of at least 0.5 M $\Omega$  should be placed in series with each ignitor, as close as possible to the ignitor cap to prevent spurious oscillations.

**OUTLINE DRAWING**



The pinch-off must not extend beyond the flange.

Dimensions in mm.

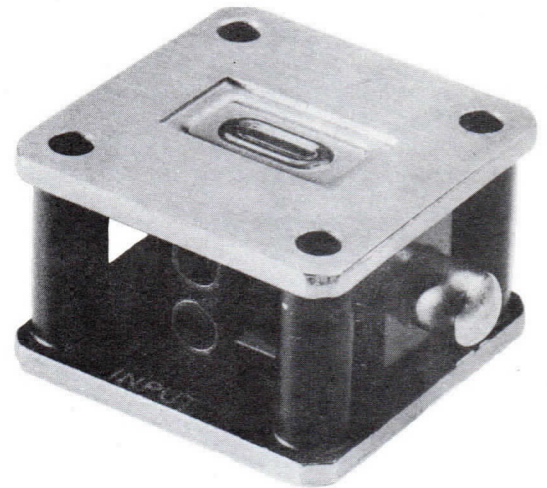




## TUBE T V 3308

Le tube TV 3308 est un protège-cristal, contrôlé en phase, fonctionnant dans la bande Ku (16,0 à 17,0 GHz). Il est utilisable jusqu'à une puissance crête incidente de 10 kW.

Le TV 3308 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur et le protège contre les énergies élevées grâce à la décharge gazeuse qui se produit à l'intérieur du tube. Cette décharge est facilitée par une électrode d'entretien. Le tube non ionisé ne provoque qu'une atténuation faible sur l'écho se dirigeant vers le récepteur.



### CARACTERISTIQUES GENERALES\*

#### Mécaniques

Montage .....	sur guide WR 62
Position par rapport à la verticale .....	indifférente
Position de montage .....	électrode d'entretien côté bas niveau
Masse approximative .....	50 g
Dimensions .....	voir le dessin

#### Electriques

ROS à bas niveau .....	max.	1,4	
Pertes par insertion, à bas niveau, sans courant d'électrode d'entretien .....	max.	0,8	dB
Interaction de l'électrode d'entretien pour un courant de 100 $\mu$ A .....	max.	0,2	dB
Chute de tension entre l'électrode d'entretien et le corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A (note 1) .....	max.	400	V
	min.	200	V
Temps de désionisation à -3 dB .....	max.	8	$\mu$ s
Energie de fuite dans la pointe .....	max.	0,3	erg
Puissance crête de fuite dans le palier .....	max.	75	mW
Variation de phase .....	max.	$\pm 3^\circ$	
Puissance d'amorçage .....	max.	150	mW

\* Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécification pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION (Valeurs absolues)

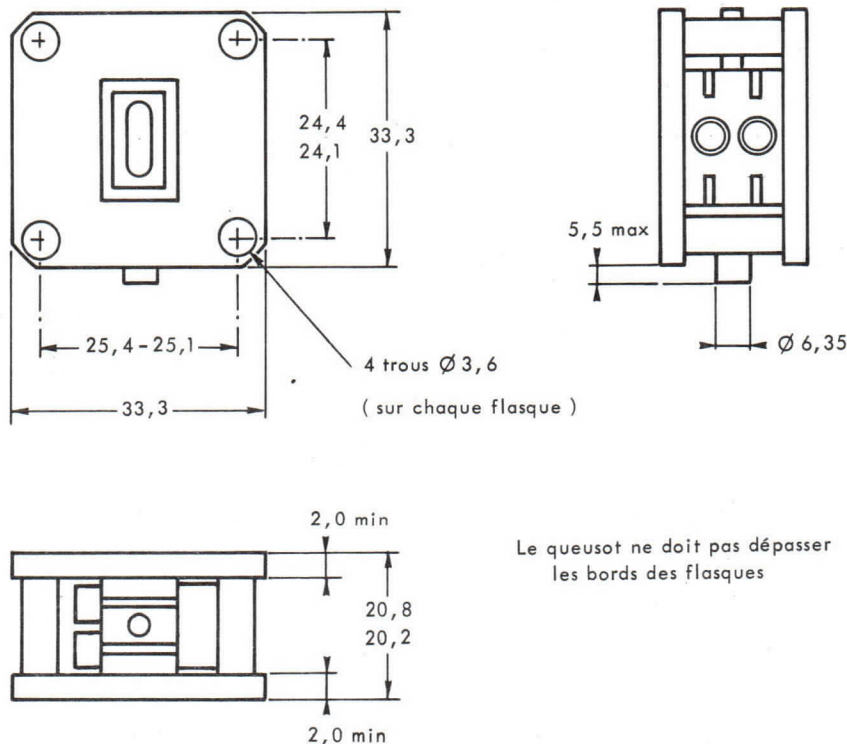
	min.	max.	
Altitude .....	-	20 000	m
Tension d'alimentation des électrode d'entretien (valeur absolue) (en circuit ouvert) (note 1) .....	700	-	V
Courant dans chaque électrode d'entretien .....	100	200	$\mu$ A
Gamme de fréquence .....	16,0	17,0	GHz
Puissance crête rf appliquée .....	0	10	kW
Facteur d'utilisation .....	-	0,001	

#### Note 1

L'électrode d'entretien doit être à un potentiel négatif par rapport au corps du tube. Son alimentation doit être faite à courant constant à l'aide de source à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation. Une valeur de 150  $\mu$ A est recommandée.

Une résistance d'au moins 0,5 M $\Omega$  en série avec l'électrode doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.

### COTES D'ENCOMBREMENT



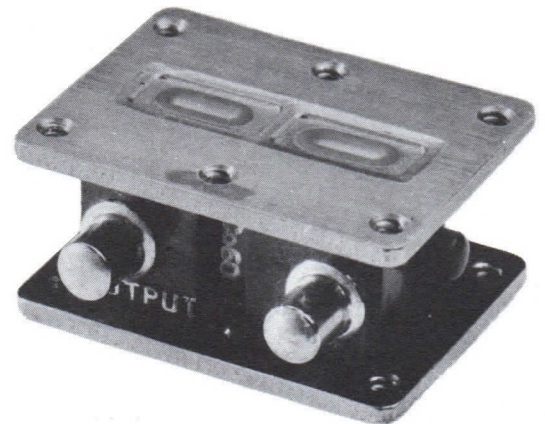


## TV3309 TR TUBE

The TV 3309 is a phase controlled dual TR, operating in Ku band, from 16. 0 to 17. 0 GHz.

The TV 3309 is placed between two hybrid junctions, in order to realize a symmetrical duplexer in the emitter-receiver circuit of a radar.

When the equipment is emitting, the gas included in the tube ionizes and is a short-circuit for the receiver. The energy is reflected towards the antenna. The ionization is induced by ignitors. The low leakage energy passing through the tube is shunted by the output coupling to a matched load, thus, the crystal receiver is efficiently protected. When receiving, the tube and hybrid junctions assembly joins the antenna to the receiver and shunts the antenna from the transmitter.



### GENERAL CHARACTERISTICS \*

#### Mechanical

Mounting .....	on WR 62 waveguide
Operating position .....	any
Electrical connection .....	ignitor low level side
Approximate weight .....	85 g
Dimensions .....	see drawing

#### Electrical

Low level VSWR .....	max.	1.2	
Antenna transmitter attenuation .....	min.	12	dB
Insertion loss at low level, for 100 $\mu$ A in each ignitor .....	max.	1.2	dB
Voltage drop between ignitor and tube body for 100 $\mu$ A ignitor current (1) .....	max.	475	V
	min.	300	V
Recovery time at - 3 dB .....	max.	10	$\mu$ s
Spike leakage energy .....	max.	0.1	erg
Flat leakage power, peak .....	max.	20	mW
Arc losses .....	max.	0.8	dB
Phase shift .....	max.	$\pm 3^\circ$	

\* Characteristics given for information only. See specification sheet for performance characteristics.



**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous)

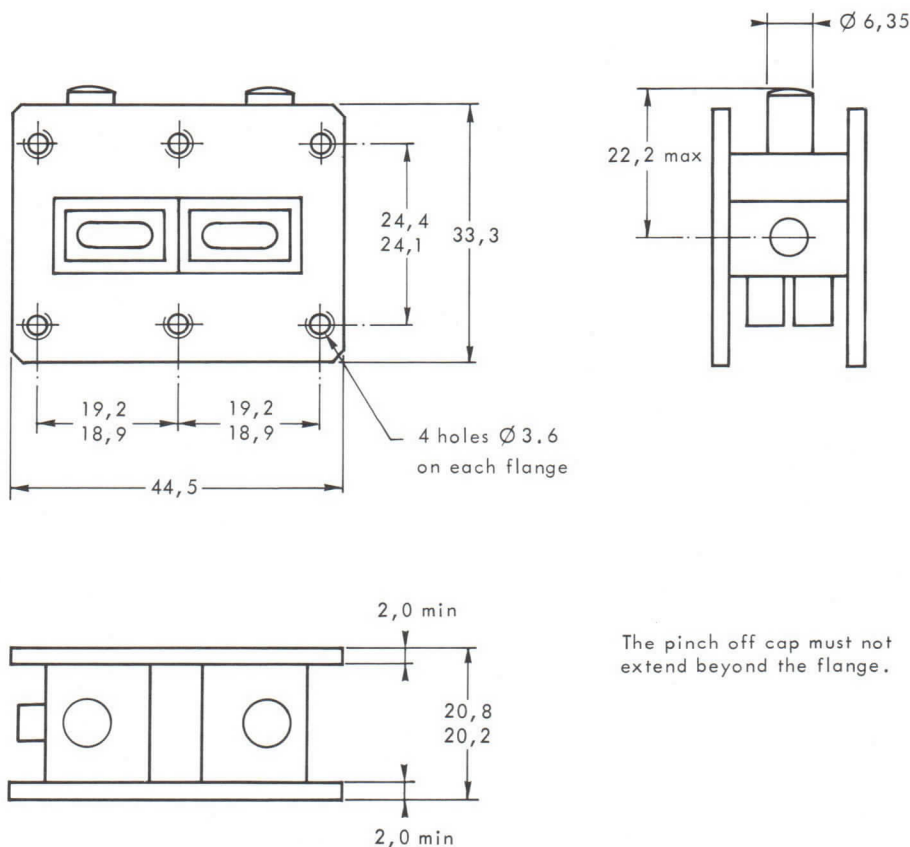
	min.	max.	
Altitude	-	20000	m
Frequency range	16.0	17.0	GHz
Ignitor voltage - absolute value - (open circuit) (1)	700	-	V
Ignitor current (1)	100	200	$\mu$ A
Applied RF power, peak	-	100	kW
Duty cycle	-	0.001	

**NOTE 1**

The ignitor voltage should be negative with respect to the tube body. Ignitors should be supplied with constant current by sources of high internal resistance, in order to maintain the current within the limits specified. 150  $\mu$ A for each electrode is the recommended value.

A resistance of at least 0.5 M $\Omega$  should be placed in series with each ignitor, as close as possible to the ignitor cap to prevent spurious oscillations.

**OUTLINE DRAWING**



The pinch off cap must not extend beyond the flange.

Dimensions in mm.



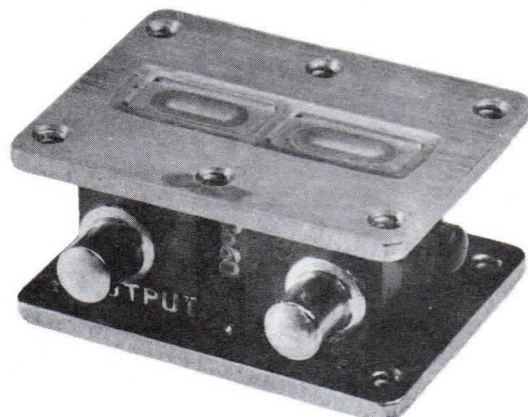




## TUBE TV 3309

Le tube TV 3309 est un tube T.R. double, contrôlé en phase, fonctionnant dans la bande Ku (16,0 à 17,0 GHz).

Dans le circuit émission réception d'un radar le TV 3309 monté entre deux jonctions hybrides forme un duplexeur symétrique. Pendant l'émission le gaz contenu dans le tube s'ionise et court-circuite le récepteur ; l'énergie est réfléchiée vers l'antenne. Cette ionisation est facilitée par des électrodes d'entretien. La faible énergie de fuite qui traverse le TV 3309 est dérivée par le couplage de sortie vers une charge adaptée, le cristal récepteur est donc protégé efficacement. Pendant la réception, l'ensemble tube et jonctions hybrides relie l'antenne au récepteur et découple l'antenne de l'émetteur.



### CARACTERISTIQUES GENERALES\*

#### Mécaniques

Montage .....	sur guide WR 62
Position par rapport à la verticale .....	indifférente
Position de montage .....	électrode d'entretien côté bas niveau
Masse approximative .....	85 g
Dimensions .....	voir le dessin

#### Electriques

ROS à bas niveau .....	max.	1,2	
Découplage antenne-émetteur .....	min.	12	dB
Pertes par insertion, à bas niveau, pour un courant de 100 $\mu$ A par électrode d'entretien .....	max.	1,2	dB
Chute de tension entre l'électrode d'entretien et le corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A (note 1) .....	max.	475	V
	min.	300	V
Temps de désionisation à -3 dB .....	max.	10	$\mu$ s
Energie de fuite dans la pointe .....	max.	0,1	erg
Puissance crête de fuite pendant le palier .....	max.	20	mW
Pertes dans l'arc .....	max.	0,8	dB
Variation de phase .....	max.	$\pm 3^\circ$	

\* Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécification pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION (Valeurs absolues)

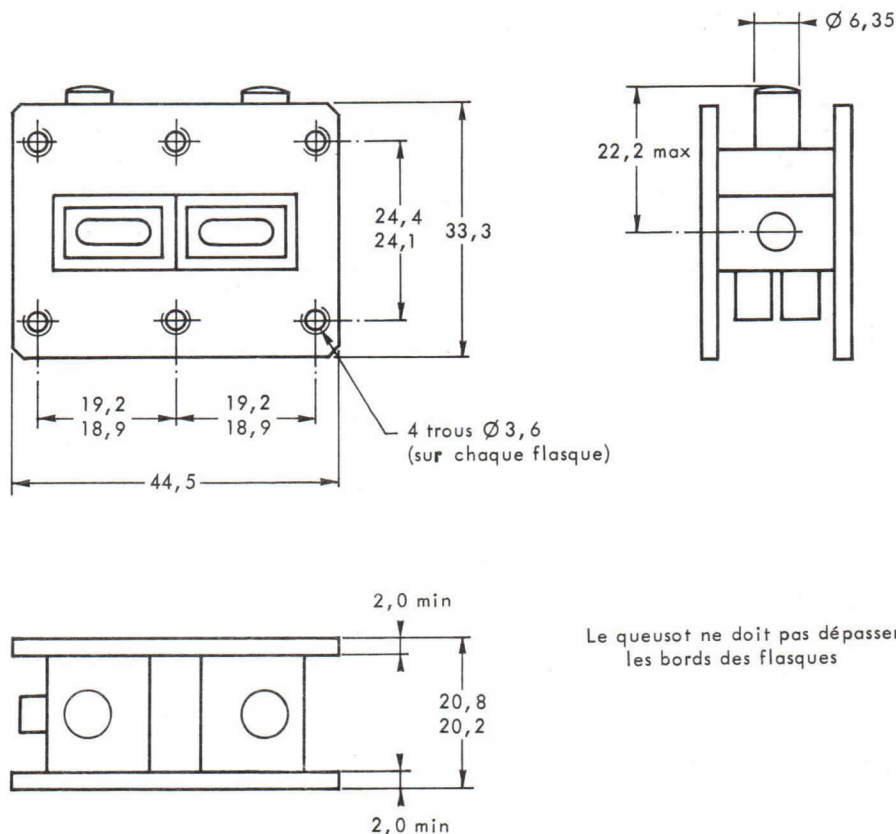
	min.	max.	
Altitude .....	-	20 000	m
Gamme de fréquence .....	16,0	17,0	MHz
Tension d'alimentation des électrodes d'entretien (valeur absolue) (en circuit ouvert) (note 1) .....	700	-	V
Courant dans chaque électrode d'entretien (note 1) .....	100	200	$\mu$ A
Puissance crête rf appliquée .....	-	100	kW
Facteur d'utilisation .....	-	0,001	

#### Note 1

Les électrodes d'entretien doivent être à des potentiels négatifs par rapport au corps du tube. Leurs alimentations doivent être faites à courant constant à l'aide de sources à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation. Une valeur de  $150 \mu\text{A}$  par électrode est recommandée.

Une résistance d'au moins  $0,5 \text{ M}\Omega$  en série avec chaque électrode, doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.

### COTES D'ENCOMBREMENT

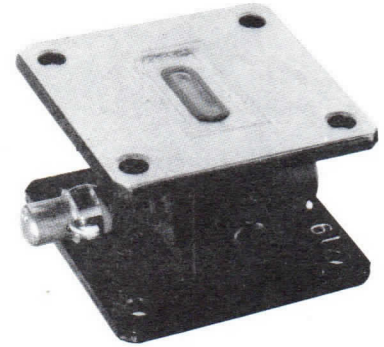




**TUBE TV 3340**

Le tube TV 3340 est un tube préréglé à large bande, (8500 à 9600 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximum de puissance de 10 kW crête. N'étant pas un commutateur hyperfréquence, il est employé dans les systèmes où les fonctions "commutation" et "protection" sont séparées. Il peut être monté avec le shutter TV 19111.

Le tube TV 3340 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur, et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.



Cette décharge, facilitée par une électrode d'amorçage (igniteur), constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne. Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur.

Le shutter protège le récepteur contre les émissions parasites, quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire quand l'électrode du TR de protection n'est pas alimentée.

**CARACTERISTIQUES GENERALES<sup>(1)</sup>**

**Electriques**

Fréquence nominale..... 9 000 MHz  
Gamme de fréquence..... 8 500 à 9 600 MHz

**Mécaniques**

Position par rapport à un axe vertical..... indifférente  
Position de montage..... igniteur côté bas niveau  
Fixation..... Brides RG 52/U  
Températures limites de fonctionnement..... -20°C à +70 °C  
Poids approximatif..... 125 g  
Dimensions..... voir dessin annexé

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement ; voir spécifications pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur.....	{	max. 200 $\mu$ A
	{	min. 100 $\mu$ A
Tension d'alimentation de l'électrode en circuit ouvert.....	{	max 0 V
	{	min. -650 V
Puissance crête appliquée.....	{	max. 10 kW
	{	min. 0 kW

### CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Energie de fuite de la pointe.....	{	à 25°C max. 0,25 erg
	{	à 70°C max. 0,30 erg
Pertes par insertion à bas niveau, sans courant d'électrode.....		max. 0,6 dB
Intéraction de l'igniteur, pour un courant de 100 $\mu$ A.....		max. 0,1 dB
Temps de désionisation à -3 dB.....	{	à -20°C max. 7 $\mu$ S
	{	à +25°C max. 3 $\mu$ S
Tension entre igniteur et corps du tube, pour un courant de 100 $\mu$ A.....		-200 à -450 V
Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau.....		max. 1,4

### CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

#### I-MONTAGE :

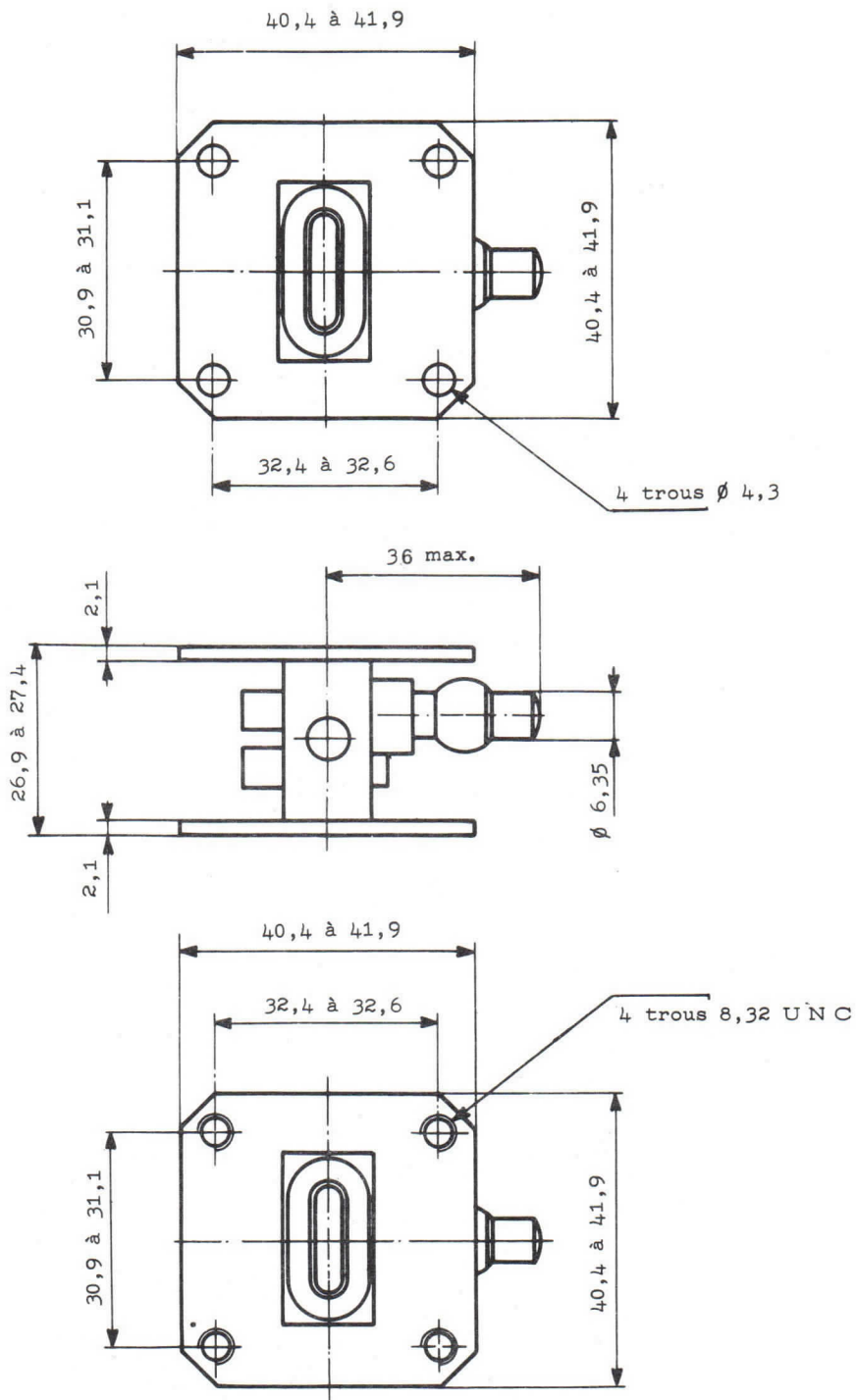
Pour la fixation du tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques. Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées, afin d'éviter toute déformation des flasques. Mettre toujours l'igniteur du côté récepteur.

#### II-CONNEXIONS :

L'alimentation de l'igniteur doit être faite à courant constant à l'aide d'une source à grande résistance interne, de telle façon que le courant reste dans les limites d'utilisation.



**COTES D'ENCOMBREMENT**



Toutes les cotes sont données en millimètres.



**THOMSON-CSF**

GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



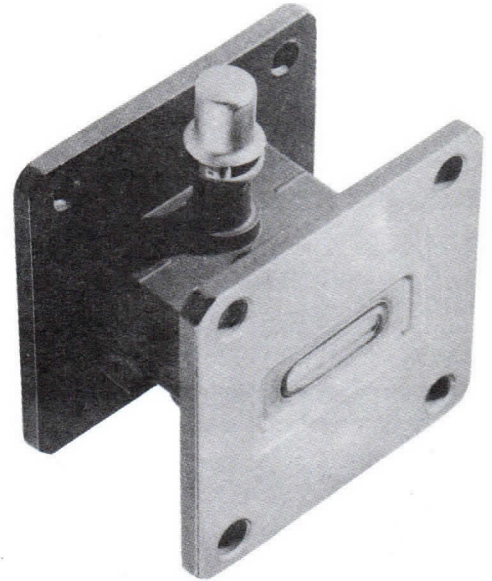
## TUBE TV 3340B

Le tube TV 3340B est un protège-cristal, contrôlé en phase, fonctionnant dans la bande X. Il est utilisable jusqu'à une puissance crête incidente de 10 kW.

Le TV 3340B est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur et le protège contre les énergies élevées grâce à la décharge gazeuse qui se produit à l'intérieur du tube. Cette décharge est facilitée par une électrode d'entretien. Le tube non ionisé ne provoque qu'une atténuation faible sur l'écho se dirigeant vers le récepteur.

On peut utiliser avec ce tube le shutter mécanique TV 19111, qui protège le récepteur contre les émissions parasites, quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire, quand l'électrode d'entretien du tube n'est pas alimentée.

Le TV 3340B et le TV 19111 se montent sur le guide WR 90.



### CARACTERISTIQUES GENERALES\*

#### Mécaniques

Montage (note 2)	.....	sur guide WR 90
Position par rapport à la verticale	.....	indifférente
Position de montage	.....	électrode d'entretien côté bas niveau
Masse approximative	.....	100 g
Dimensions	.....	voir le dessin

#### Electriques

ROS à bas niveau	.....	max.	1,4	
Pertes par insertion, à bas niveau, sans courant d'électrode d'entretien	.....	max.	0,6	dB
Interaction de l'électrode d'entretien pour un courant de 100 $\mu$ A	.....	max.	0,1	dB
Chute de tension entre l'électrode d'entretien et le corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A (note 1)	.....	max.	450	V
		min.	200	V
Temps de désionisation à -3 dB	.....	max.	5	$\mu$ s
Energie de fuite dans la pointe	.....	max.	0,25	erg
Puissance crête de fuite pendant le palier	.....	max.	75	mW
Variation de phase	.....	max.	$\pm 4^\circ$	
Puissance d'amorçage	.....	max.	200	mW

\* Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécification pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION (Valeurs absolues)

	min.	max.	
Altitude .....	-	23000	m
Tension d'alimentation des électrodes d'entretien (valeur absolue) (en circuit ouvert) (note 1) .....	650	-	V
Courant dans chaque électrode d'entretien .....	100	200	$\mu$ A
Gamme de fréquence .....	9000	9600	MHz
Puissance crête rf appliquée .....	0	10	kW
Facteur d'utilisation .....	-	0,001	

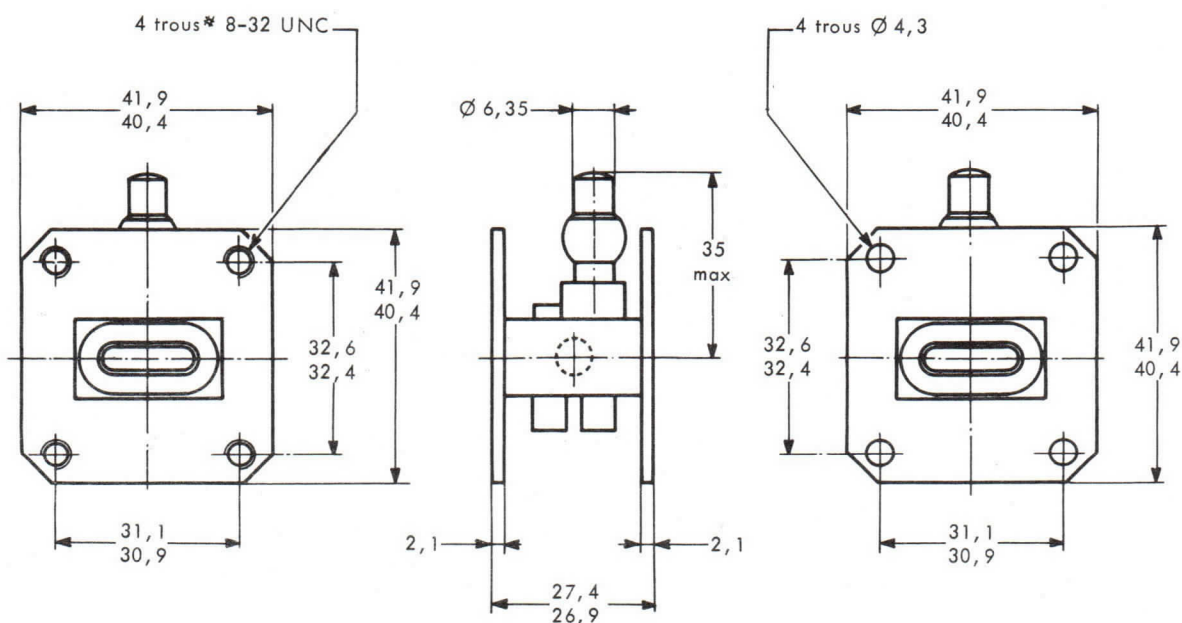
#### NOTES

- 1 - L'électrode d'entretien doit être à un potentiel négatif par rapport au corps du tube. Son alimentation doit être faite à courant constant à l'aide de source à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation. Une valeur de 150  $\mu$ A est recommandée.

Une résistance d'au moins 0,5 M $\Omega$  en série avec l'électrode doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.

- 2 - Pour la fixation du tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques du tube. Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées, afin d'éviter toute déformation des flasques.

### DESSIN D'ENCOMBREMENT



Cotes en mm.







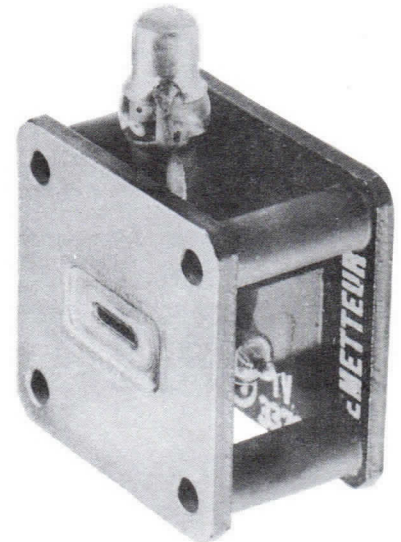
## TUBE TV 3362

Le tube TV 3362 est un protège-cristal fonctionnant dans la bande Ku (16,0 à 17,0 GHz). Il est utilisable de  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+125^{\circ}\text{C}$  jusqu'à une puissance crête incidente de 10 kW.

Le TV 3362 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur et le protège contre les énergies élevées grâce à la décharge gazeuse qui se produit à l'intérieur du tube. Cette décharge est facilitée par une électrode d'entretien. Le tube non ionisé ne provoque qu'une atténuation faible sur l'écho se dirigeant vers le récepteur.

On peut utiliser avec ce tube le shutter mécanique TV 19112C qui protège le récepteur contre les émissions parasites, quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire, quand l'électrode d'entretien du tube n'est pas alimentée.

Le TV 3362 et le TV 19112C se montent sur le guide WR 62.



### CARACTERISTIQUES GENERALES\*

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale .....	indifférente
Position de montage .....	électrode d'entretien côté bas niveau
Masse .....	max. 100 g
Dimensions .....	voir le dessin

#### Electriques

ROS à bas niveau .....	max.	1,3	
Pertes par insertion, à bas niveau, sans courant d'électrode d'entretien .....	max.	0,8	dB
Interaction de l'électrode d'entretien pour un courant de 150 $\mu\text{A}$ .....	max.	0,2	dB
Chute de tension entre l'électrode d'entretien et le corps du tube pour un courant de 150 $\mu\text{A}$ (note 1) .....	max.	450	V
	min.	175	V
Temps de désionisation à $-3$ dB .....	à $+25^{\circ}\text{C}$	max.	3 $\mu\text{s}$
	à $-55^{\circ}\text{C}$	max.	5 $\mu\text{s}$
Energie de fuite dans la pointe .....	à $+25^{\circ}\text{C}$	max.	0,20 erg
	à $+125^{\circ}\text{C}$	max.	0,25 erg
Puissance crête de fuite pendant le palier ..	à $+25^{\circ}\text{C}$	max.	60 mW
	à $+125^{\circ}\text{C}$	max.	75 mW

\* Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécification pour caractéristiques de type.



**VALEURS LIMITES D'UTILISATION**  
(Valeurs absolues)

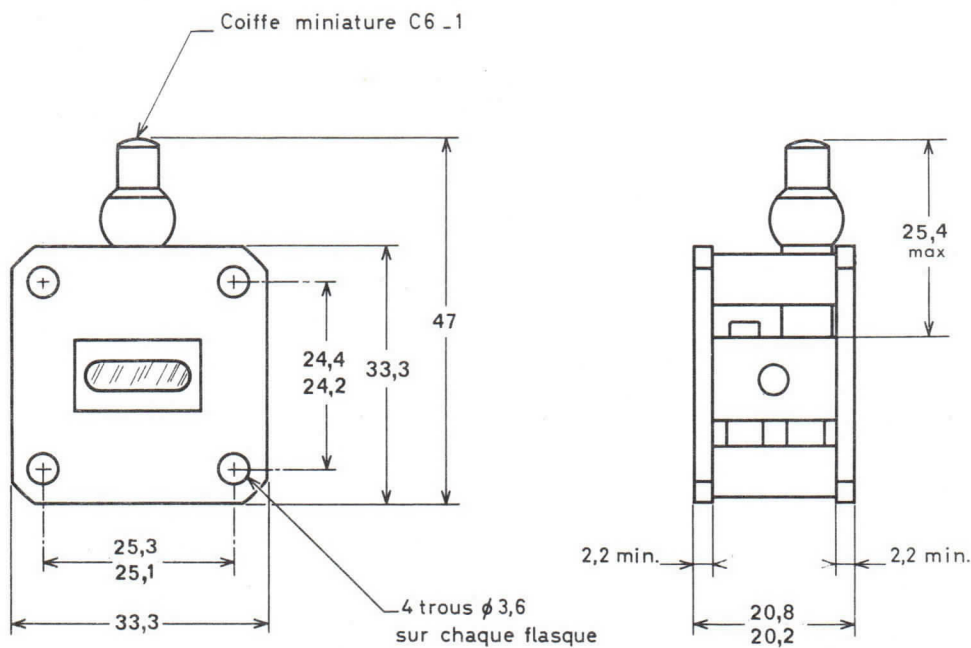
	min.	max.	
Température de fonctionnement	-55	+125	°C
Tension d'alimentation des électrodes d'entretien (valeur absolue) (en circuit ouvert) (note 1)	1000	-	V
Courant de l'électrode d'entretien	100	200	μA
Gamme de fréquence	16,0	17,0	GHz
Puissance crête rf appliquée	0	10	kW
Facteur d'utilisation	-	0,001	

**Note 1**

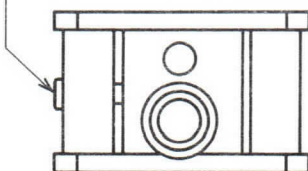
*L'électrode d'entretien doit être à un potentiel négatif par rapport au corps du tube. Son alimentation doit être faite à courant constant à l'aide de source à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation. Une valeur de 150 μA est recommandée.*

*Une résistance d'au moins 0,5 MΩ en série avec l'électrode doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.*

**DESSIN D'ENCOMBREMENT**



le queusot ne doit pas dépasser les bords des flasques



Cotes en mm





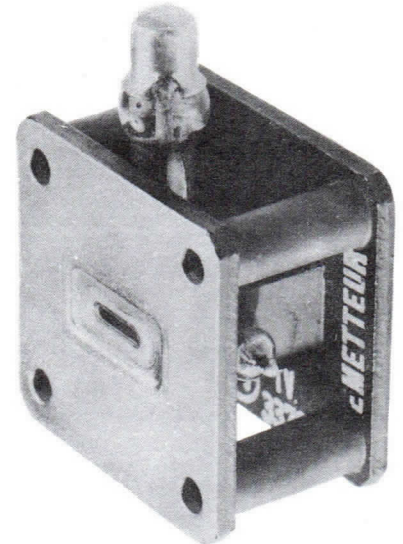
## TUBE TV 3372

Le tube TV 3372 est un protège-cristal fonctionnant dans la bande Ku (15,5 à 17,5 GHz). Il est utilisable de  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+100^{\circ}\text{C}$  jusqu'à une puissance crête incidente de 10 kW.

Le TV 3372 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur et le protège contre les énergies élevées grâce à la décharge gazeuse qui se produit à l'intérieur du tube. Cette décharge est facilitée par une électrode d'entretien. Le tube non ionisé ne provoque qu'une atténuation faible sur l'écho se dirigeant vers le récepteur.

On peut utiliser avec ce tube le shutter mécanique TV 19112C qui protège le récepteur contre les émissions parasites, quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire, quand l'électrode d'entretien du tube n'est pas alimentée.

Le TV 3372 et le TV 19112C se montent sur le guide WR 62.



### CARACTERISTIQUES GENERALES\*

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale .....	indifférente
Position de montage .....	électrode d'entretien côté bas niveau
Masse .....	max. 100 g
Dimensions .....	voir le dessin

#### Electriques

ROS à bas niveau .....	max.	1,4	
Pertes par insertion, à bas niveau, sans courant d'électrode d'entretien .....	max.	0,8	dB
Interaction de l'électrode d'entretien pour un courant de $150\ \mu\text{A}$ .....	max.	0,2	dB
Chute de tension entre l'électrode d'entretien et le corps du tube pour un courant de $150\ \mu\text{A}$ (note 1) .....	max.	450	V
	min.	200	V
Temps de désionisation à $-3\ \text{dB}$ .....	max.	3	$\mu\text{s}$
	max.	5	$\mu\text{s}$
Energie de fuite dans la pointe .....	max.	0,20	erg
	max.	0,25	erg
Puissance crête de fuite pendant le palier ..	max.	60	mW
	max.	80	mW

\* Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécification pour caractéristiques de type.

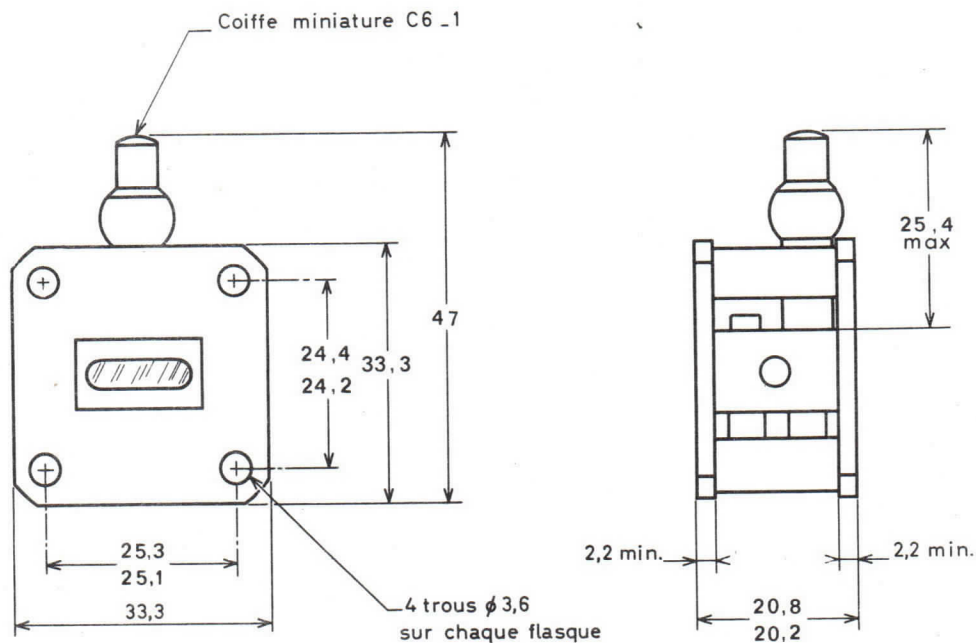

**VALEURS LIMITES D'UTILISATION**  
 (Valeurs absolues)

	min.	max.	
Température de fonctionnement	-55	100	°C
Tension d'alimentation des électrodes d'entretien (valeur absolue) (en circuit ouvert) (note 1)	1000	-	V
Courant dans chaque électrode d'entretien	100	200	μA
Gamme de fréquence	15,5	17,5	GHz
Puissance crête rf appliquée	0	10	kW
Facteur d'utilisation	-	0,001	

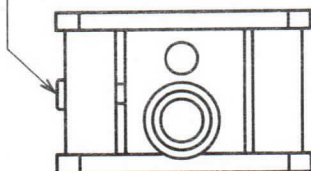
**Note 1**

*L'électrode d'entretien doit être à un potentiel négatif par rapport au corps du tube. Son alimentation doit être faite à courant constant à l'aide de source à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation. Une valeur de 150 μA est recommandée.*

*Une résistance d'au moins 0,5 MΩ en série avec l'électrode doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.*

**DESSIN D'ENCOMBREMENT**

le queusot ne doit pas dépasser les bords des flasques



Cotes en mm

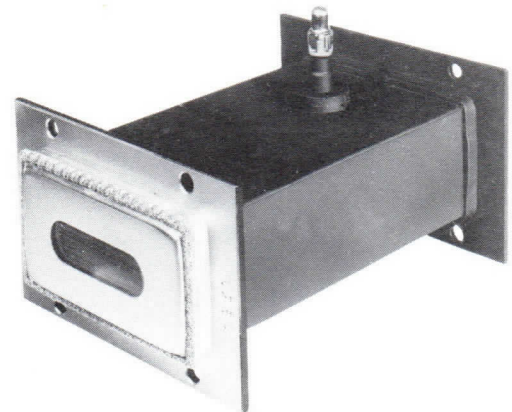




## TUBE TR 5853

Le tube TV 5853 est un commutateur à gaz à large bande du type TR non accordable. Il fonctionne entre 2870 et 3230 MHz (bande S) jusqu'à un niveau de puissance de 750 kW. Il est mécaniquement intercalé dans la portion du guide constituant la dérivation vers le récepteur et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.

Cette décharge, facilitée par une électrode d'amorçage (igniteur), constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur, et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne. Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur. Ce tube pré réglé est à faible coefficient de surtension.



### CARACTERISTIQUES GENERALES<sup>(1)</sup>

#### Electriques

Fréquence nominale.....	3 050	MHz
Gamme de fréquence .....	2 870 à 3 230	MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale.....	indifférente
Position de montage.....	igniteur côté bas niveau
Températures limites de stockage.....	- 40°C + 100°C
Poids approximatif .....	1 000 g
Encombrement .....	voir dessin
Support (voir page 3).	

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécification pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur, minimal.....	100 $\mu$ A
Courant de l'igniteur, maximal.....	200 $\mu$ A
Tension continue de l'igniteur par rapport au corps du tube :	
minimale.....	- 500 V
maximale.....	- 700 V
Puissance crête appliquée minimale.....	10 kW
Puissance crête appliquée maximale.....	750 kW

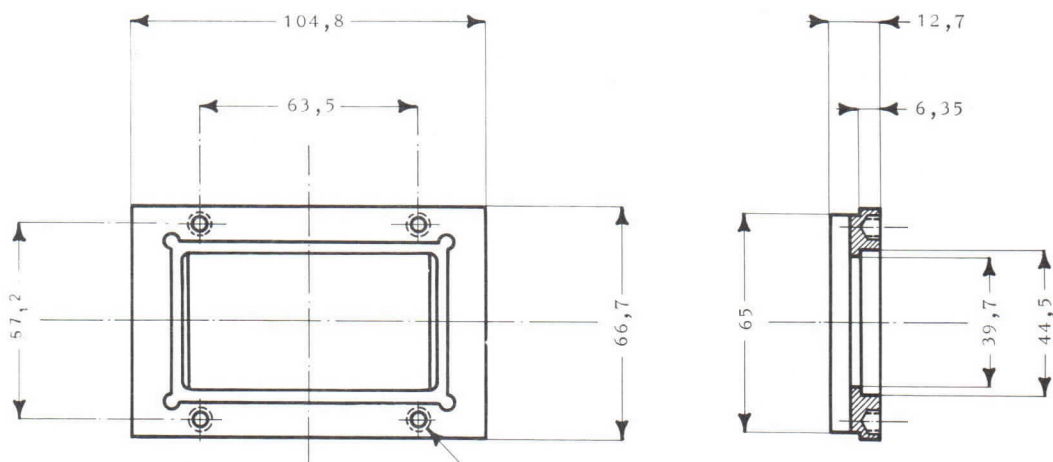
### CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Energie de fuite dans le palier, maximale.....	0,4 erg
Energie de fuite dans la crête, maximale.....	0,3 erg
Pertes totales par insertion, maximales.....	1,0 dB
Temps de désionisation pour un affaiblissement de 3 dB : maximal.....	15 $\mu$ s
Chute de tension de l'igniteur, minimale.....	250 V
Chute de tension de l'igniteur, maximale.....	400 V
Taux d'ondes stationnaires dans la bande, maximal.....	1.4
Taux d'ondes stationnaires en bout de bande ( 2 870 3 230 MHz), maximal.....	1.9

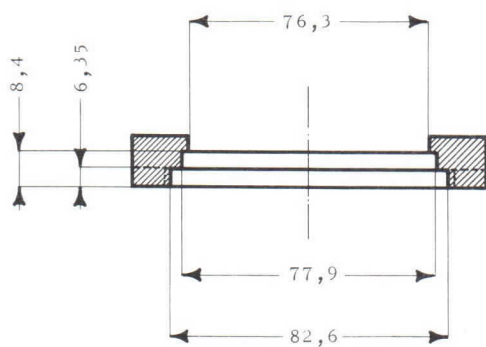
### CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

**IMPORTANT** : Serrer les quatre vis de blocage progressivement afin d'éviter toute déformation du flasque et du support fenêtre du TR.

Le contact électrique doit être assuré par le joint métallique, le flasque et le support du tube ne doivent pas venir en contact à la fin du serrage.



4 trous Ø 4 SI.  
Prof. 6



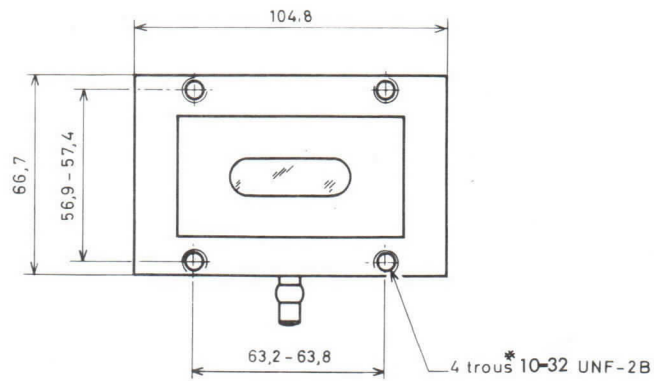
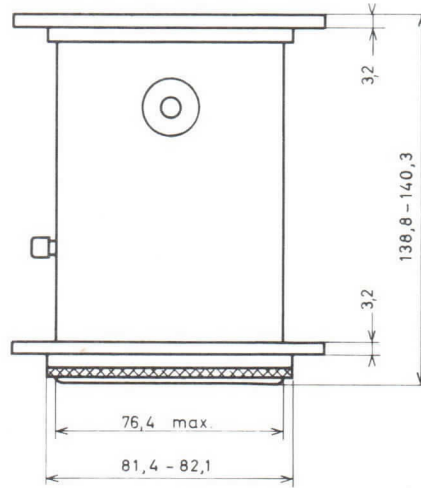
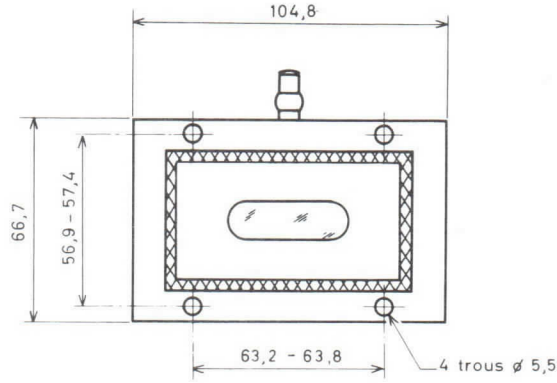
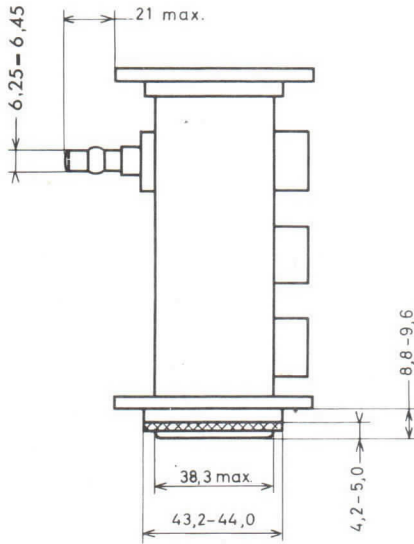
Support du T.R.  
Matière: Laiton

Cotes en mm.

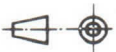




**COTES D'ENCOMBREMENT**



Cotes en mm.





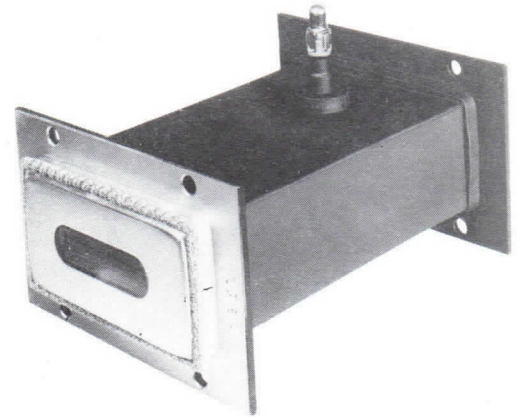


## T. R. TV 5927

Le tube TV 5927 est un commutateur à gaz à large bande du type TR non accordable, utilisable de 3 070 à 3 530 MHz (bande S) à un niveau de puissance maximum de 750 kW.

Il est mécaniquement intercalé dans la portion de guide constituant la dérivation vers le récepteur et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.

Cette décharge, facilitée par une électrode d'amorçage (igniteur), constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne. Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur. Ce tube pré-réglé est à faible coefficient de surtension.



### CARACTERISTIQUES GENERALES<sup>(1)</sup>

#### Electriques

Fréquence nominale.....	3 300	MHz
Gamme de fréquence .....	3 070 à 3 530	MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale.....	indifférente
Position de montage.....	igniteur côté bas niveau
Températures limites de stockage.....	- 40°C + 100 °C
Poids approximatif .....	1 000 g
Encombrement .....	voir dessin
Support .....	voir page 3

### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur, minimal.....	100 µA
Courant de l'igniteur, maximal .....	200 µA
Tension continue de l'igniteur par rapport au corps du tube :	
minimale.....	- 500 V
maximale .....	- 700 V
Puissance crête appliquée minimale.....	100 kW
Puissance crête appliquée maximale .....	750 kW

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécification pour caractéristiques de type.



## CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Energie de fuite dans le palier, maximale .....	0,5 erg
Energie de fuite dans la crête, maximale .....	0,3 erg
Pertes totales par insertion, maximales .....	1,0 dB
Temps de désionisation pour un affaiblissement de 3 dB :	
maximal .....	15 $\mu$ s
Chute de tension de l'igniteur minimale .....	250 V
Chute de tension de l'igniteur maximale .....	400 V
Taux d'ondes stationnaires dans la bande, maximal .....	1,6
Taux d'ondes stationnaires en bout de bande (3070 3530 MHz), maximal .....	1,9

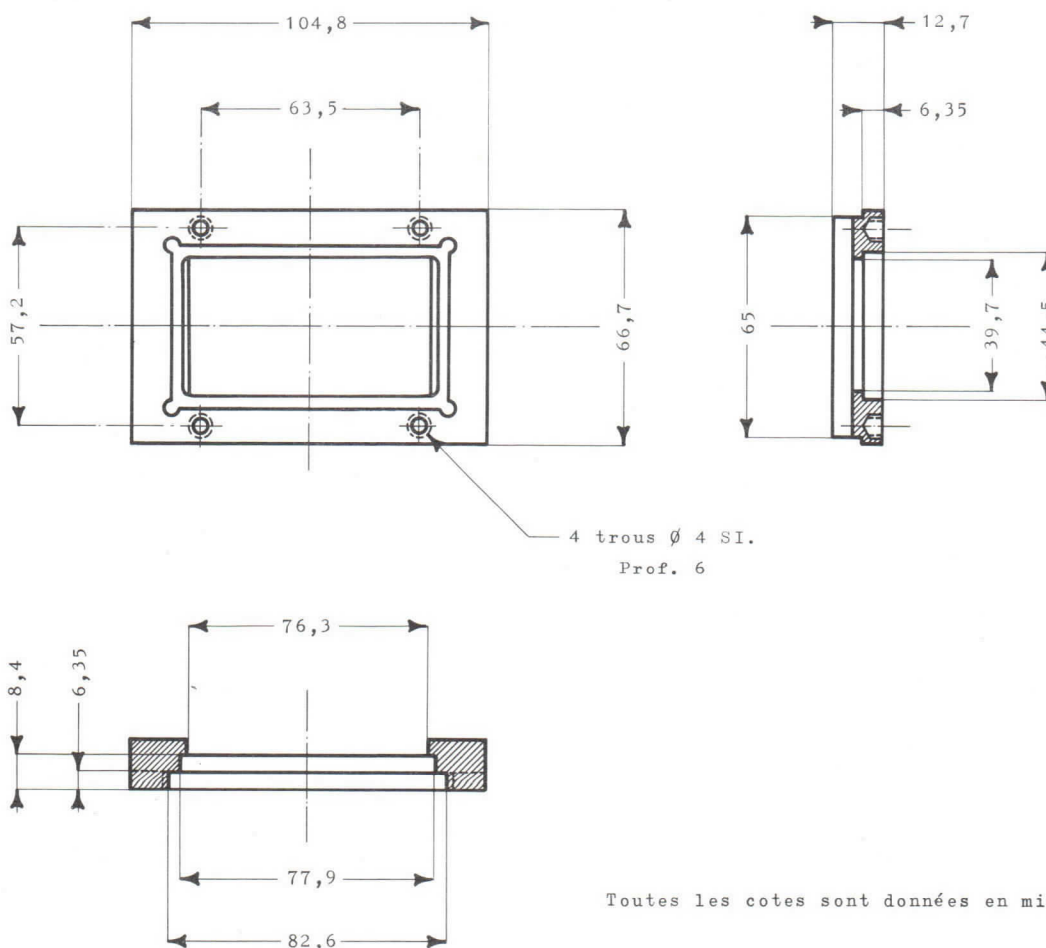
## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

**IMPORTANT** : Serrer les quatre vis de blocage progressivement afin d'éviter toute déformation du flasque et du support fenêtre du TR.

Le contact électrique doit être assuré par le joint métallique, le flasque et le support du tube ne doivent pas venir en contact à la fin du serrage.

### SUPPORT DU T. R

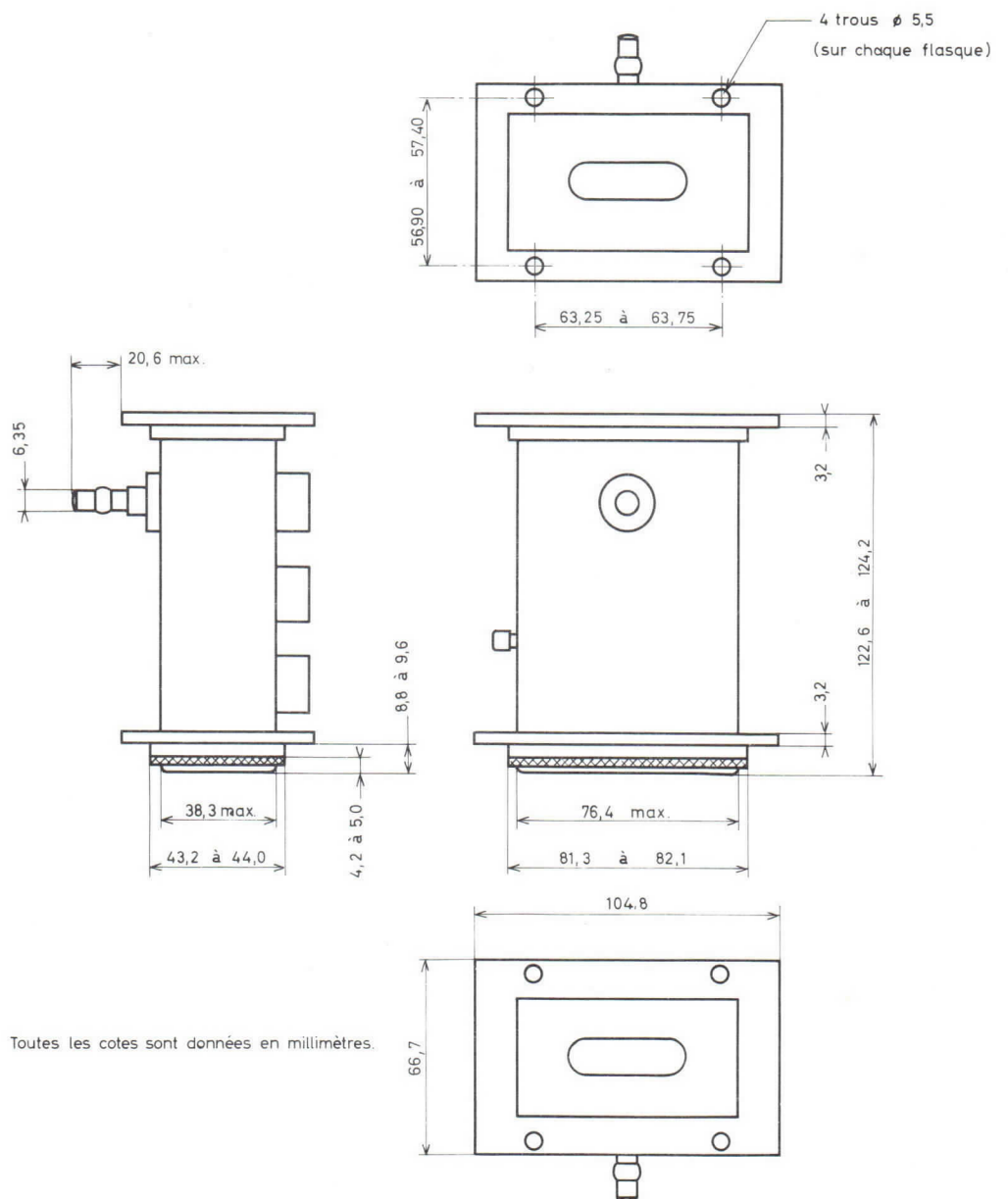
matière: laiton



Toutes les cotes sont données en millimètres



**COTES D'ENCOMBREMENT**





**THOMSON-CSF**

GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**TUBE TR 6322**

Le tube 6322 est un commutateur à gaz, accordable, à bande étroite et à cavité extérieure. Il peut être utilisé en TR, pré TR ou ATR. Par exemple en TR, associé à sa cavité, il est placé en travers du guide qui constitue la dérivation vers le récepteur. Il protège ce dernier lors de l'émission (haut niveau d'énergie) grâce à une décharge gazeuse qui se produit à l'intérieur du tube; cette décharge forme un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur, et en série sur la ligne de transmission allant vers l'antenne.



A la réception (bas niveau d'énergie), la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une atténuation faible sur l'écho se dirigeant vers l'antenne.

Associé à une cavité décrite page 3, il permet de couvrir la bande 1 215 à 1 355 MHz.

**CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES (1)**

**Electriques**

Fréquence nominale . . . . .	1 285	MHz
Gamme de fréquence . . . . .	1 215 à 1 355	MHz
Q en charge mesuré à 1 285 MHz . . . . .	175 à 250	

**Mécaniques**

Position de montage par rapport à la verticale . . . . .	indifférente
Température limite de stockage . . . . .	-40 +100 °C
Nombre de tours de vis minimum (1 215-1 355 MHz) . . . . .	7
Poids approximatif . . . . .	40 g
Encombrement . . . . .	voir dessin annexé

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement pour une cavité donnée, voir spécifications pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur minimum . . . . .	100	$\mu$ A
Courant de l'igniteur maximum . . . . .	200	$\mu$ A
Tension d'alimentation de l'igniteur en circuit ouvert . . . . .	max. - 750	V
	min. - 1000	V
Puissance crête appliquée minimum . . . . .	5	kW
Puissance crête appliquée maximum . . . . .	450	kW

### CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Puissance de fuite . . . . .	90	mW
Temps de désionisation pour une puissance de 450 kW . . . . .	25	$\mu$ s
Perte par insertion maximum . . . . .	0,8	dB
Interaction de l'igniteur (100 $\mu$ A) . . . . .	0,1	dB
Chute de tension de l'igniteur (100 $\mu$ A) . . . . .	-300 à -525	V

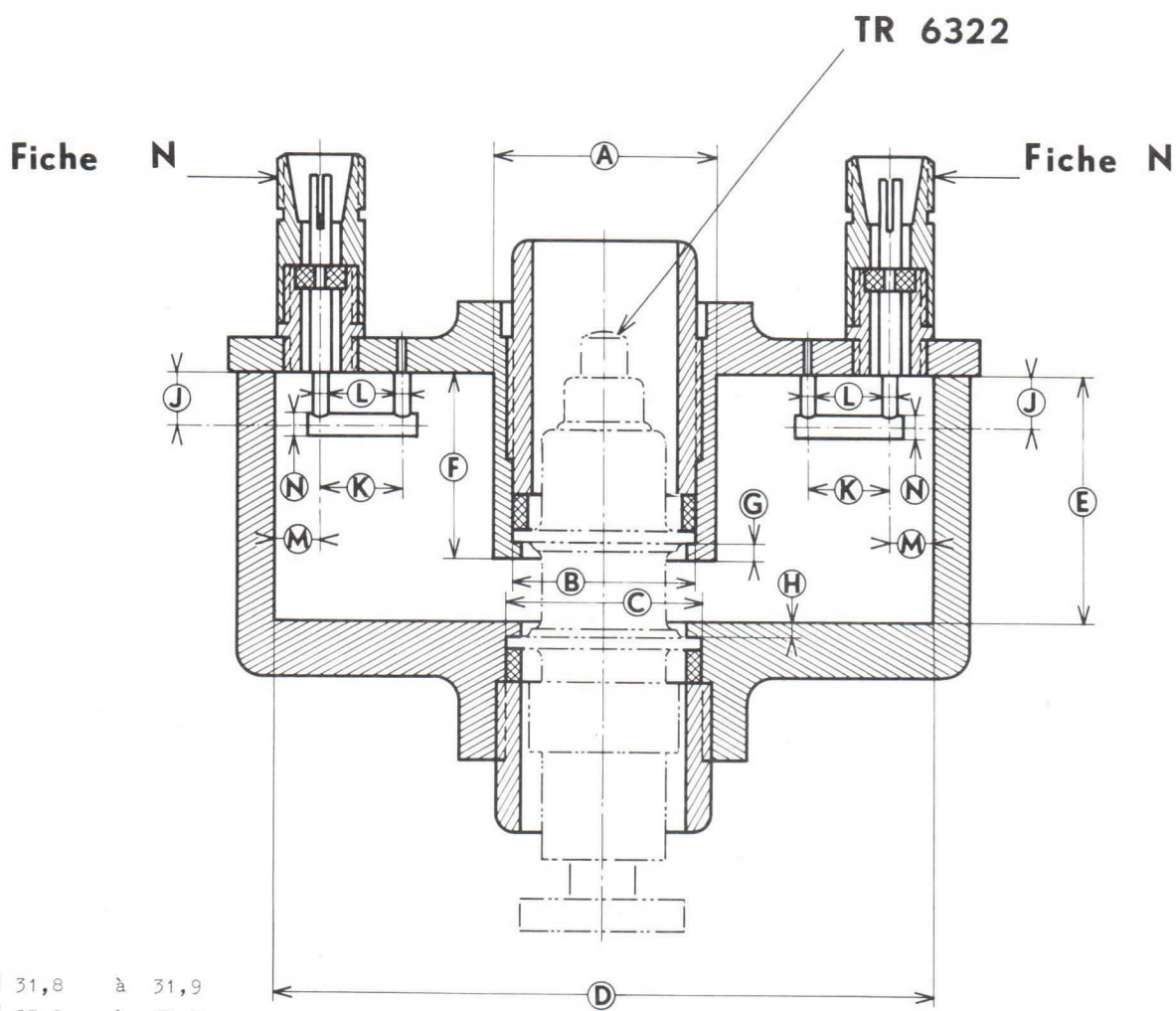
### CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

Il est recommandé de souder le plus près possible de la coiffe de l'igniteur une résistance de 0,5 M $\Omega$ , cette résistance faisant partie du circuit d'alimentation. Cette précaution évite les oscillations.



TYPE DE CAVITE UTILISEE

(1 215 - 1 355 MHz)

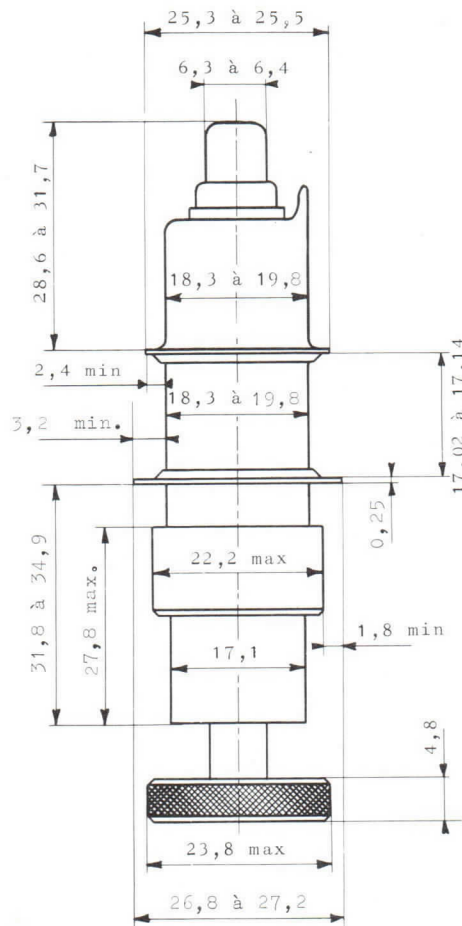


<b>A</b>	∅ 31,8	à	31,9
<b>B</b>	∅ 25,8	à	25,9
<b>C</b>	∅ 27,5	à	27,6
<b>D</b>	∅ 98,4		
<b>E</b>	36,80	à	36,86
<b>F</b>	23,47	à	23,52
<b>G</b>	1,63	à	1,68
<b>H</b>	1,96	à	2,01
<b>J</b>	6,0		
<b>K</b>	12,65	à	12,75
<b>L</b>	∅ 2,34	à	2,39
<b>M</b>	7,2		
<b>N</b>	∅ 3,2		

Toutes les cotes sont données en millimètres



COTES D'ENCOMBREMENT



Toutes les cotes sont données en millimètres  
Les cotes sans tolérances ne sont données qu'à titre de référence



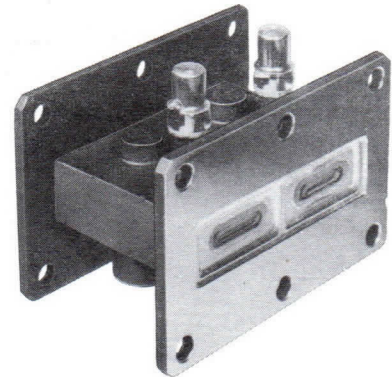


## TUBE TR DOUBLE 6334

Le tube 6334 est un TR double préréglé à large bande (8490 à 9578 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximum de puissance de 200 kW crête.

Pendant l'émission, le gaz contenu dans le tube s'ionise et court-circuite le récepteur : l'énergie est réfléchie vers l'antenne. Cette ionisation est facilitée par des électrodes d'amorçage (igniteurs). Comme les court-circuits ne sont pas parfaits une faible partie de l'énergie traverse le tube, mais est dérivée par le couplage de sortie vers une charge adaptée ; le cristal détecteur est donc protégé efficacement.

Pendant la réception, l'ensemble tube-couplages hybrides relie pratiquement l'antenne au récepteur et découple l'émetteur de l'antenne. Il rend inutile l'emploi des tubes ATR et évite ainsi les pertes introduites par ces tubes.



### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES (1)

#### Electriques

Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau maximum .....	1,2
Pertes totales par insertion à bas niveau maximum.....	1,2 dB
Découplage émetteur-antenne, minimum.....	10 dB
Temps d'amorçage de l'électrode, maximum .....	5 s
Tension entre igniteur et corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A	-200 à -375 V
Energie de fuite dans le palier par impulsion de 1 $\mu$ s, maximum ...	0,15 erg
Energie de fuite dans la pointe maximum .....	0,15 erg
Temps de désionisation maximum .....	7 $\mu$ s

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale .....	indifférente
Position de montage .....	igniteurs côté bas niveau
Masse .....	200 g
Dimensions .....	voir page 2

(1) Les caractéristiques, données à titre indicatif, sont celles du duplexeur complet, soit un tube 6334 et deux couplages 3 dB. Voir spécifications particulières pour caractéristiques de type.

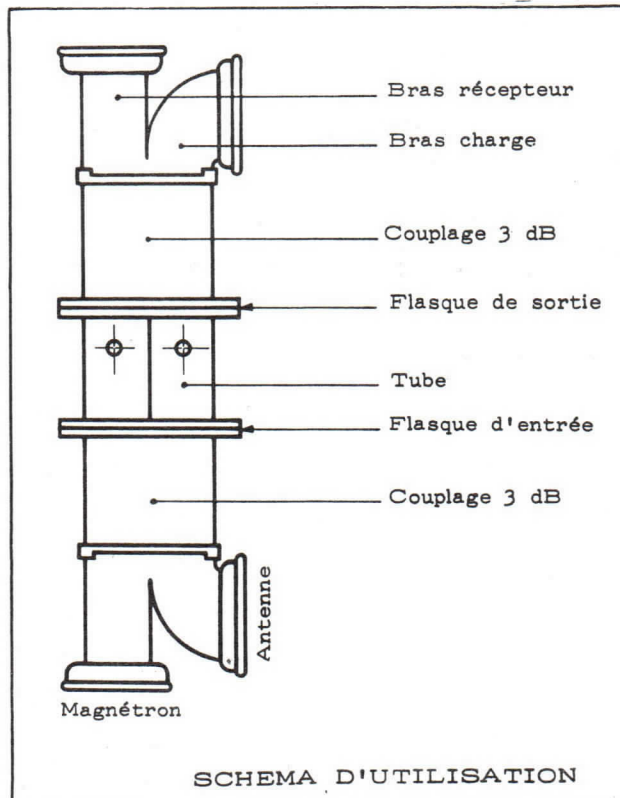
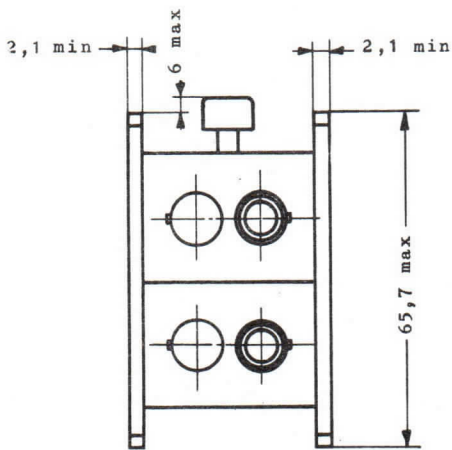
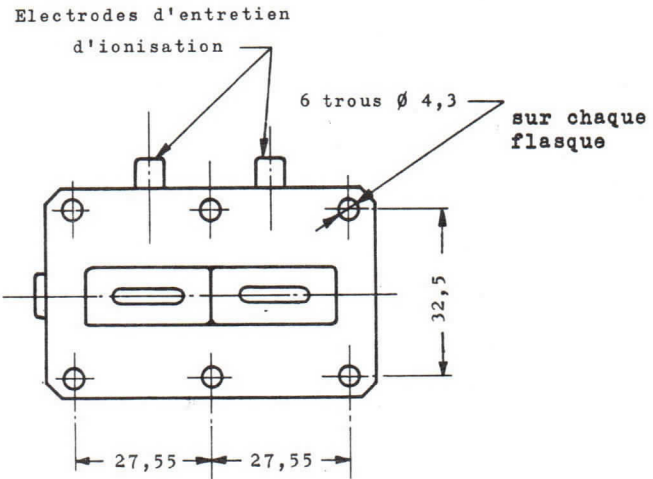
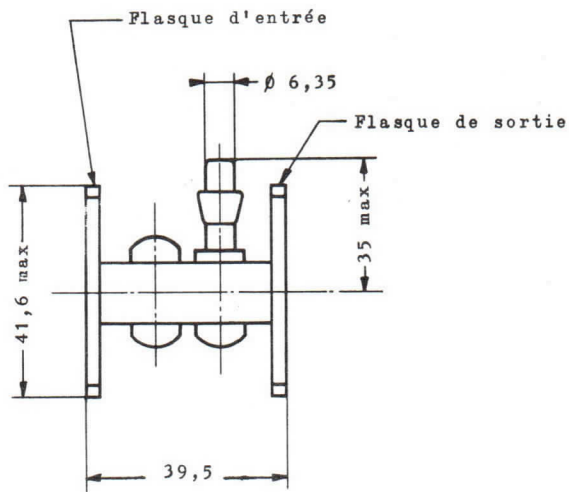
### CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Tension d'alimentation minimale des électrodes en circuit ouvert (valeur absolue) .....	700	V	(2)
Courant continu de chaque igniteur .....	100 à 200	$\mu$ A	
Puissance crête appliquée .....	4	à 200	kW

(2) L'électrode d'entretien doit être à un potentiel négatif par rapport au corps du tube. Son alimentation doit être faite à courant constant à l'aide de source à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation. Une valeur de 150  $\mu$ Adc est recommandée. Une résistance d'au moins 0,5 M $\Omega$  en série avec l'électrode doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.



**COTES D'ENCOMBREMENT**



**SCHEMA D'UTILISATION**

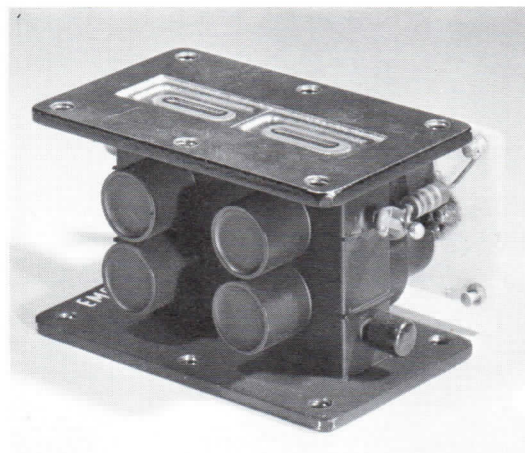
Cotes en mm.





## TUBE TR 6596

Le tube 6596 est un TR double préréglé à large bande (8490 à 9578 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximum de puissance de 250 kW crête. Le TR 6596 comporte des obturateurs. Ces obturateurs sont commandés par un électro-aimant. Pendant les périodes de non fonctionnement du radar, les bobinages des obturateurs ne sont pas alimentés, et le récepteur est protégé contre les émissions parasites. En fonctionnement les obturateurs sont levés et le tube fonctionne comme le TR 6334.



Pendant l'émission, le gaz contenu dans le tube s'ionise et court-circuite le récepteur: l'énergie est réfléchiée vers l'antenne. Cette ionisation est facilitée par des électrodes d'amorçage (igniteurs). Comme les court-circuits ne sont pas parfaits, une faible partie de l'énergie traverse le tube, mais est dérivée par le couplage de sortie vers une charge adaptée ; le cristal détecteur est donc protégé efficacement.

Pendant la réception, l'ensemble tube-couplages hybrides relie pratiquement l'antenne au récepteur et découple l'émetteur de l'antenne. Il rend inutile l'emploi des tubes ATR et évite ainsi les pertes introduites par ces tubes.

### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES (1)

#### Electriques

Gamme de fréquence .....	8 490 à 9 578	MHz
Protection fournie par les obturateurs minimum.....	60	dB
Tension continue des bobinages des obturateurs.....	28	V
Courant des bobinages des obturateurs.....	250 à 310	mA

#### Mécaniques

Position par rapport à un axe vertical .....	indifférente	
Position de montage .....	igniteurs côté bas niveau	
Poids approximatif.....	300	g
Dimensions.....	voir dessin page 3	

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécifications pour caractéristique de type.

### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant continu de chaque igniteur .....	} max 200 min 100	μA
Tension d'alimentation des électrodes.....		min 1000
Puissance crête appliquée.....	} max 250 min 1	kW
		kW



## CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT (2)

Energie de fuite, par impulsion de 1 $\mu$ s .....	max	0,3	erg
Pertes totales par insertion à bas niveau .....	max	1,2	dB
Temps de désionisation à 200 kW crête .....	max	7	$\mu$ s
Découplage émetteur-antenne .....	min	10	dB
Tension entre igniteur et corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A ...	-	200 à -375	V
Tension continue appliquée aux bobinages .....		28	V
Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau .....	max	1,2	

(2) Les caractéristiques données sont celles du duplexeur complet, soit un tube 6596 et deux couplages hybrides.

## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

I Montage : Avant le montage du tube, s'assurer du bon état des joints.

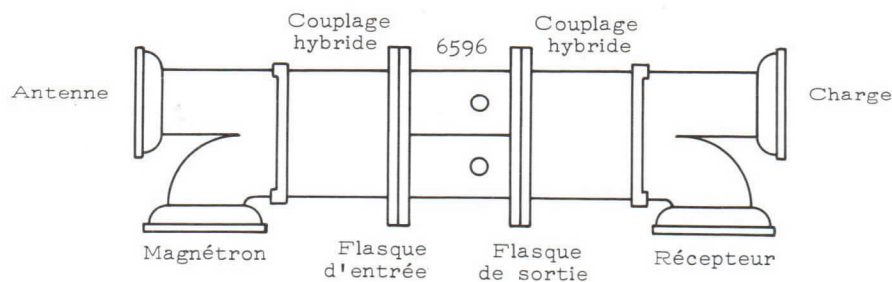
Pour fixer le tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques.

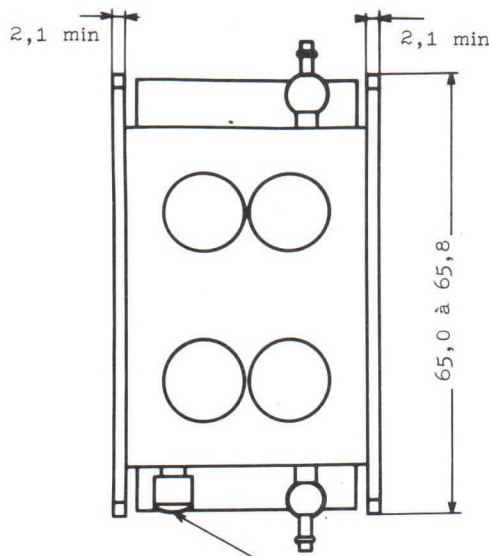
Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées.

II Fonctionnement :

Les obturateurs du 6596 ne sont pas prévus pour la commutation de puissances supérieures à 1 kW crête, et doivent rester ouverts pendant le fonctionnement de l'émetteur.

## SCHEMA D'UTILISATION

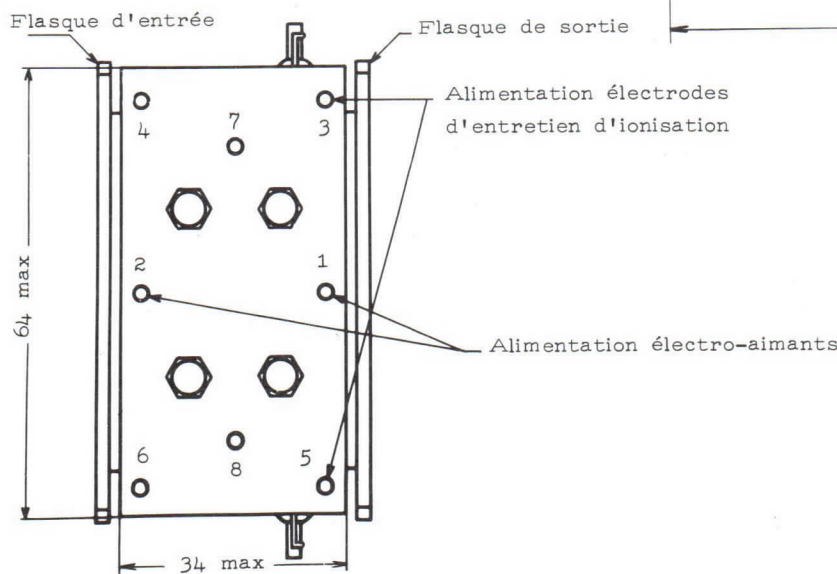
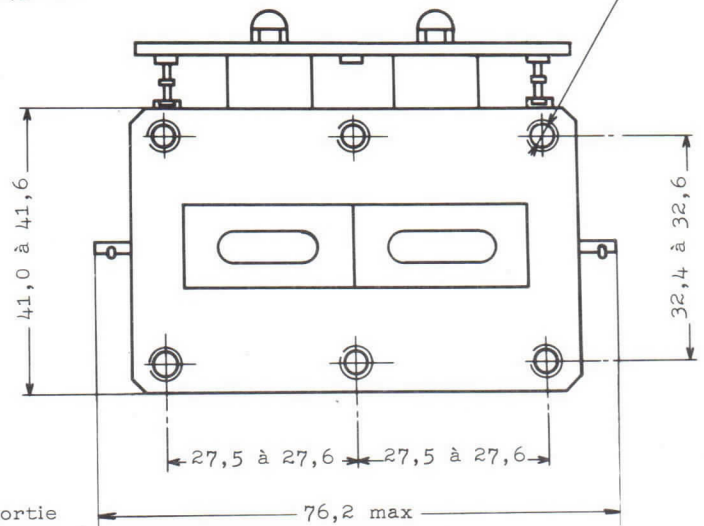
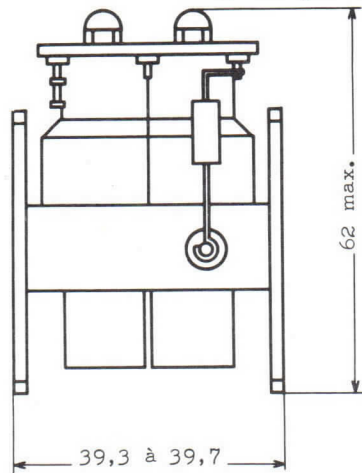




COTES D'ENCOMBREMENT

Le queusot ne doit pas dépasser le flasque de plus de 6,3 mm

Chaque flasque comporte 6 trous N° 8 32 filets au pouce.



Cotes en mm





**THOMSON-CSF**

GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



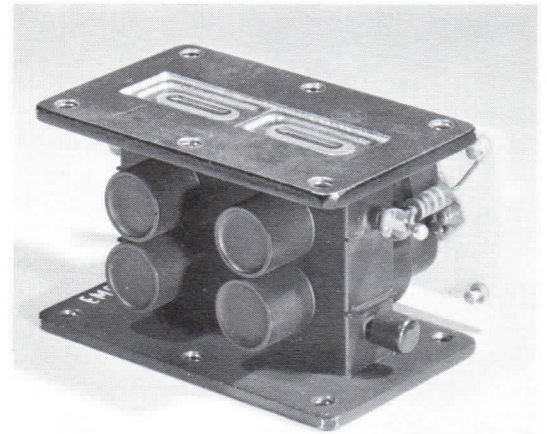
## 6596 TR TUBE

The 6596 is a broad-band, fixed-tuned double TR with shutter, operating in X-band from 8490 to 9578 MHz, with a maximum power level of 250 kW peak.

The 6596 is fitted with a shutter system controlled by electromagnet.

When the radar equipment is not transmitting, the electromagnet coils are not supplied and the receiver is protected against spurious emission. During transmission, the shutter is in open position and the 6596 operates as an ordinary TR tube (6334 type).

When the equipment is transmitting, the gas included in the tube is ionized and acts as a short-circuit for the receiver. The energy is reflected towards the antenna. The ionization is induced by the ignitors. The low leakage energy passing through the tube is shunted by the output coupling to a matched load. Thus, the crystal receiver is efficiently protected. When receiving, the tube and hybrid junctions assembly joins the antenna to the receiver and shunts the antenna from the transmitter. In this case, the use of ATR tubes is not necessary and the losses produced by these tubes are avoided.



### GENERAL CHARACTERISTICS (1)

#### Electrical

Frequency .....	8490 to 9578	MHz
Electromagnet dc voltage supply .....	28	V
Electromagnet coils current .....	250 to 310	mA
Shutter attenuation .....	min. 60	dB

#### Mechanical

Operating position .....	any	
Mounting position .....	ignitors low level side	
Weight approximate .....	300	g
Dimensions .....	see drawing	

(1) characteristics given for information only. See Specification sheet for performance characteristics.



**ABSOLUTE RATINGS**  
(non simultaneous)

	min.	max.	
Ignitors current, each	100	200	$\mu$ A
Ignitor voltage	1000	-	V
Applied power, peak	1	250	kW

**TYPICAL OPERATION (1)**

Spike leakage energy (1 $\mu$ s pulse)	-	0.3	erg
Insertion loss at low level	-	1.2	dB
Recovery time for 200 kW peak power	-	7	$\mu$ s
Antenna - Transmitter attenuation	10	-	dB
Voltage drop between ignitor and tube body for 100 $\mu$ A ignitor current	-200	-375	V
VSWR at low level	-	1.2:1	

(1) Characteristics given for a duplexer assembly, i.e. a 6596 TR tube and two hybrid junctions.

**OPERATING INSTRUCTIONS**

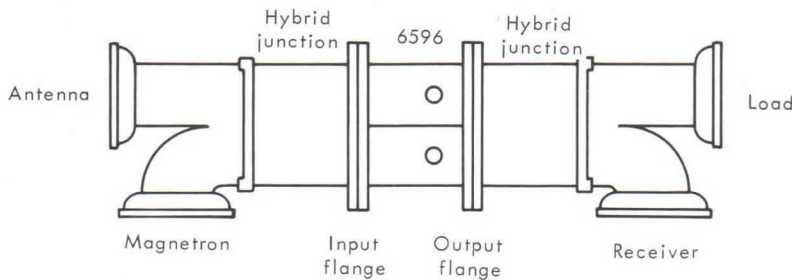
**Mounting**

The gaskets should be checked before mounting.  
Do not use threaded rods across the two flanges for fixing.  
The mounting screws of each flange should be fastened progressively and by opposite pairs to avoid deformation.

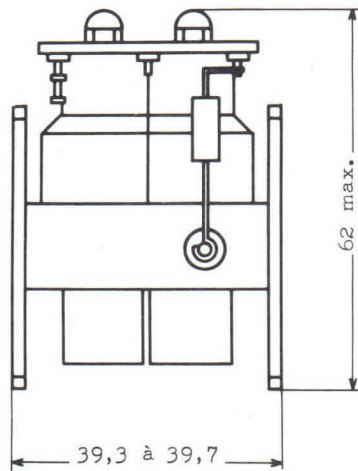
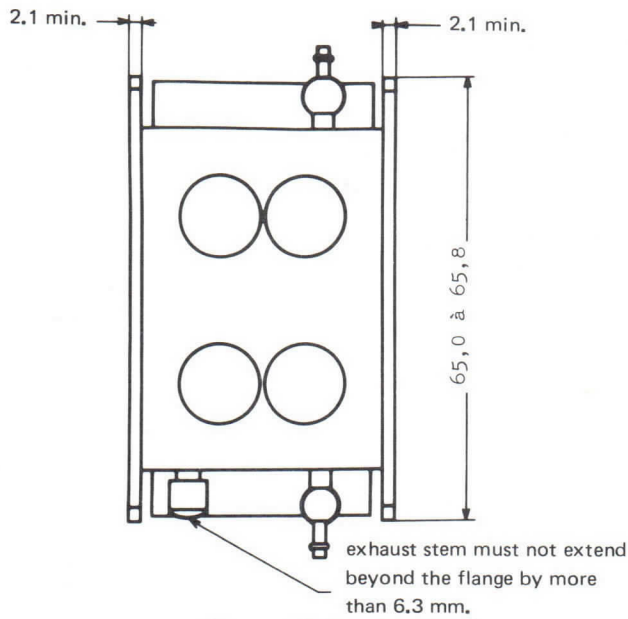
**Operating precautions**

The shutter system of the 6596 TR tube is not designed for switching power above 1 kW peak, it should be in open position during transmission.

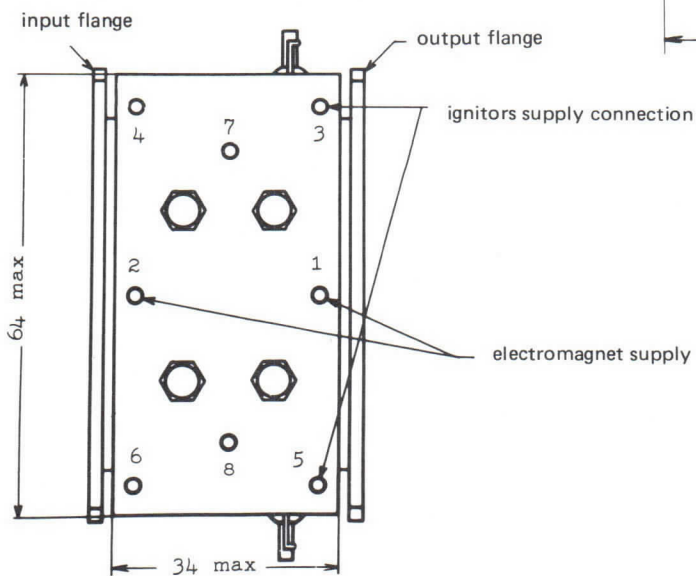
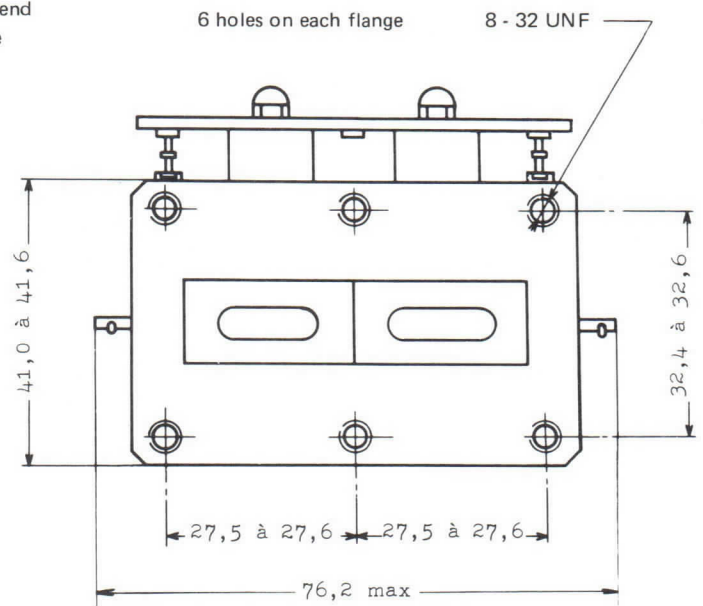
**OPERATING DIAGRAM**







**OUTLINE DRAWING**



Dimensions in mm.



6596



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**THOMSON-CSF**



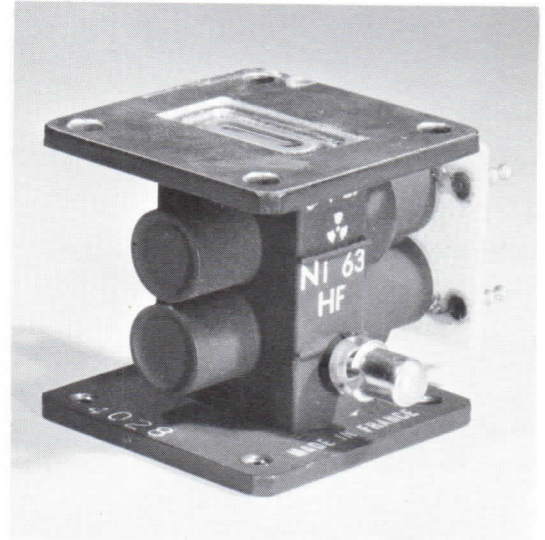
## 6615

Le tube 6615 est un TR prérégulé à large bande, (8 490 à 9 578 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximum de puissance de 250 kW crête. Le 6615 comporte des obturateurs. Ces obturateurs sont commandés par un électro-aimant. Pendant les périodes de non fonctionnement du radar, les bobinages des obturateurs ne sont pas alimentés, et le récepteur est protégé contre les émissions parasites.

En fonctionnement les obturateurs sont levés et le tube fonctionne comme le TR 1B63 A.

Le 6615 est intercalé dans la partie du guide constituant la dérivation vers le récepteur, et protège ainsi ce dernier au moment de l'émission du magnétron (haut niveau d'énergie) grâce à la décharge gazeuse produite à l'intérieur du tube.

Cette décharge, facilitée par une électrode d'amorçage (igniteur), constitue un court-circuit en parallèle sur la ligne de transmission allant au récepteur et en série sur la ligne de transmission allant de l'émetteur à l'antenne. Entre deux impulsions (bas niveau d'énergie) la décharge ne se produit pas et le tube ne provoque qu'une faible atténuation de l'écho se dirigeant vers le récepteur.



### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES (1)

#### Electriques

Gamme de fréquence .....	8 490 à 9 578 MHz
Protection fournie par les obturateurs minimum .....	40 dB
Tension continue des bobinages des obturateurs .....	28 V
Courant des bobinages des obturateurs .....	125 à 155 mA

#### Mécaniques

Position par rapport à un axe vertical .....	indifférente
Position de montage .....	igniteur côté bas niveau
Masse approximative .....	150 g
Dimensions .....	voir dessin annexé

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement ; voir spécifications particulières pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur .....	}	max.	200	$\mu$ A
		min.	100	$\mu$ A
Tension d'alimentation de l'électrode en circuit ouvert (valeur absolue)		min.	1000	V (1)
Puissance crête appliquée .....	}	max.	250	kW
		min.	1	kW

- (1) L'électrode d'entretien doit être à un potentiel négatif par rapport au corps du tube. Son alimentation doit être faite à courant constant à l'aide de source à grande résistance interne de telle façon que l'intensité reste dans les limites d'utilisation, une valeur de 150  $\mu$ A.dc est recommandée. Une résistance d'au moins 0,5 M $\Omega$  en série avec l'électrode doit être placée aussi près que possible de la coiffe pour éviter les oscillations.

### CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Energie de fuite, par impulsion de 1 $\mu$ s .....	max.	0,6	erg
Pertes par insertion à bas niveau, sans courant d'électrode.....	max.	0,7	dB
Intéraction de l'igniteur, pour un courant de 100 $\mu$ A .....	max.	0,2	dB
Temps de désionisation à 200 kW crête.....		10	$\mu$ s
Tension entre igniteur et corps du tube, pour un courant de 100 $\mu$ A		-200 à -375	V
Tension continue appliquée aux bobinages.....		28	V
Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau.....	max.	1,4	
Taux d'ondes stationnaires aux extrémités de la bande .....	max.	1,9	

### CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

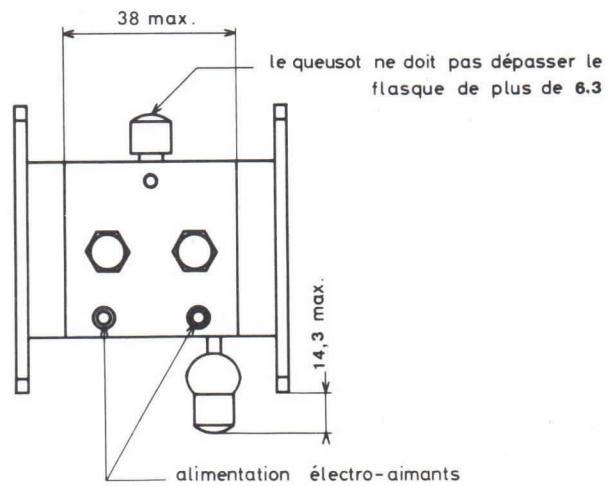
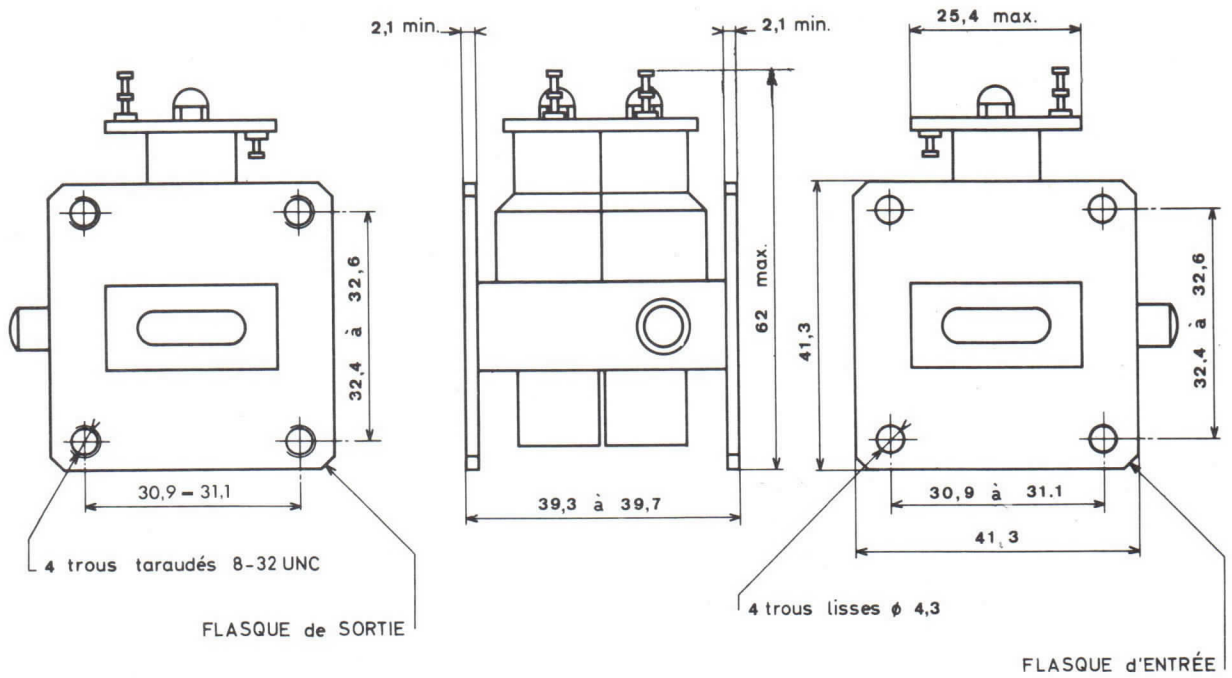
**I Montage :** Pour la fixation du tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques. Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées.

#### II Fonctionnement

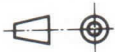
Les obturateurs du 6615 ne sont pas prévus pour la commutation de puissances supérieures à 1 kW crête, et doivent rester ouverts pendant le fonctionnement de l'émetteur.



**COTES D'ENCOMBREMENT**



Cotes en mm.





**THOMSON-CSF**

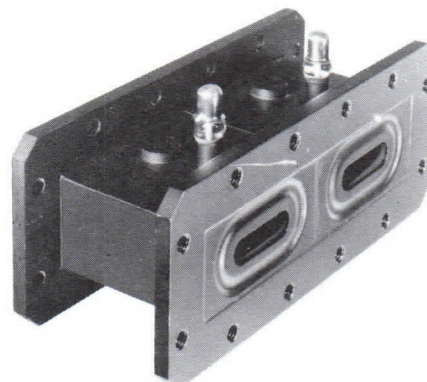
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



## TUBE T.R DOUBLE 6640

Le tube 6640 est un commutateur à gaz, du type TR double préréglé et à large bande, utilisable de 5 400 à 5 900 MHz (bande C) à un niveau maximum de puissance de 700 kW crête. Ce tube est utilisé avec deux couplages hybrides pour former un duplexeur symétrique en guide RG 49/U.

Pendant l'émission, les fenêtres d'entrée des deux sections s'ionisent et court-circuitent le récepteur : l'énergie est réfléchie vers l'antenne. Comme les courts-circuits ne sont pas parfaits une faible partie de l'énergie traverse le tube, mais est dérivée par le couplage de sortie vers une charge adaptée; le cristal récepteur est donc protégé efficacement.



Pendant la réception l'émetteur se trouve déconnecté de l'antenne; le déphasage de 90° C que produit chaque couplage hybride relie pratiquement l'antenne au récepteur. Le fort découplage entre émetteur et antenne rend inutile l'emploi d'un ou plusieurs tubes ATR et supprime ainsi les pertes introduites par ces tubes.

### CARACTERISTIQUES GENERALES<sup>(1)</sup>

#### Electriques

Fréquence nominale.....	5 650	MHz
Gamme de fréquence .....	5 400 à 5 900	MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à la verticale.....	indifférente
Position de montage.....	igniteurs côté bas niveau
Température limite de stockage.....	-40 + 100° C
Poids.....	600 g
Encombrement .....	voir dessin page 4

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécifications pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant de l'igniteur (2) minimal .....	100	$\mu\text{A}$
Courant de l'igniteur (2) maximal .....	200	$\mu\text{A}$
Tension continue de l'alimentation de l'igniteur maximal (par rapport au corps du tube) .....	-700	V
Puissance crête appliquée minimale .....	5	kW
Puissance crête appliquée maximale .....	700	kW

### GARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT (3)

Energie de fuite dans la pointe par impulsion de 1 us.....	0,1	erg
Puissance de fuite dans le palier .....	10	mW
Pertes par insertion maximale.....	1	dB
Interaction de l'igniteur .....	0,2	dB
Temps de désionisation (max) .....	12	$\mu\text{s}$
Chute de tension de l'igniteur min (2).....	200	V
Chute de tension de l'igniteur max (2) .....	400	V
Taux d'ondes stationnaires maximal en bout de bande.....	1,3	
Taux d'ondes stationnaires maximal dans la bande .....	1,2	

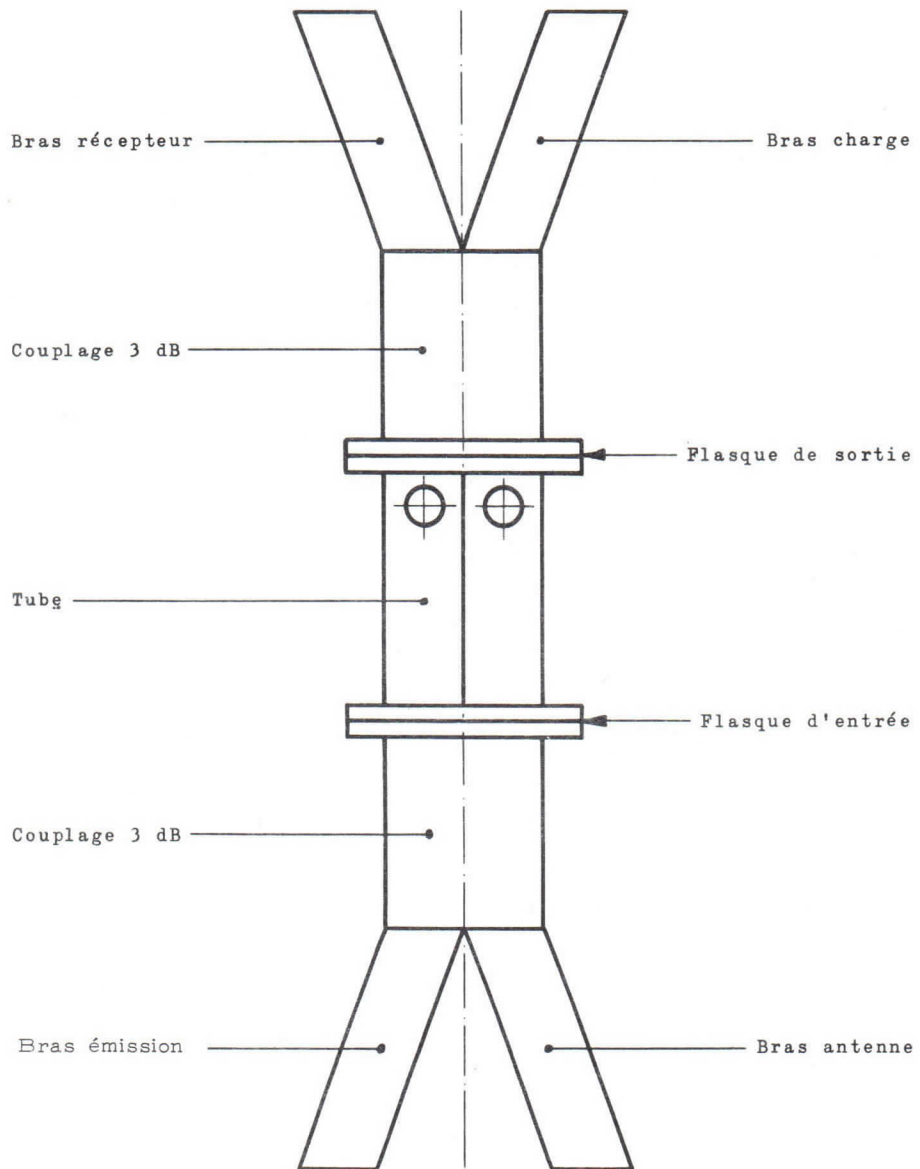
(2) pour chaque igniteur

(3) Ces caractéristiques données sont celles du duplexeur complet, soit un tube TR 6640 et deux couplages hybrides à fente étroite.



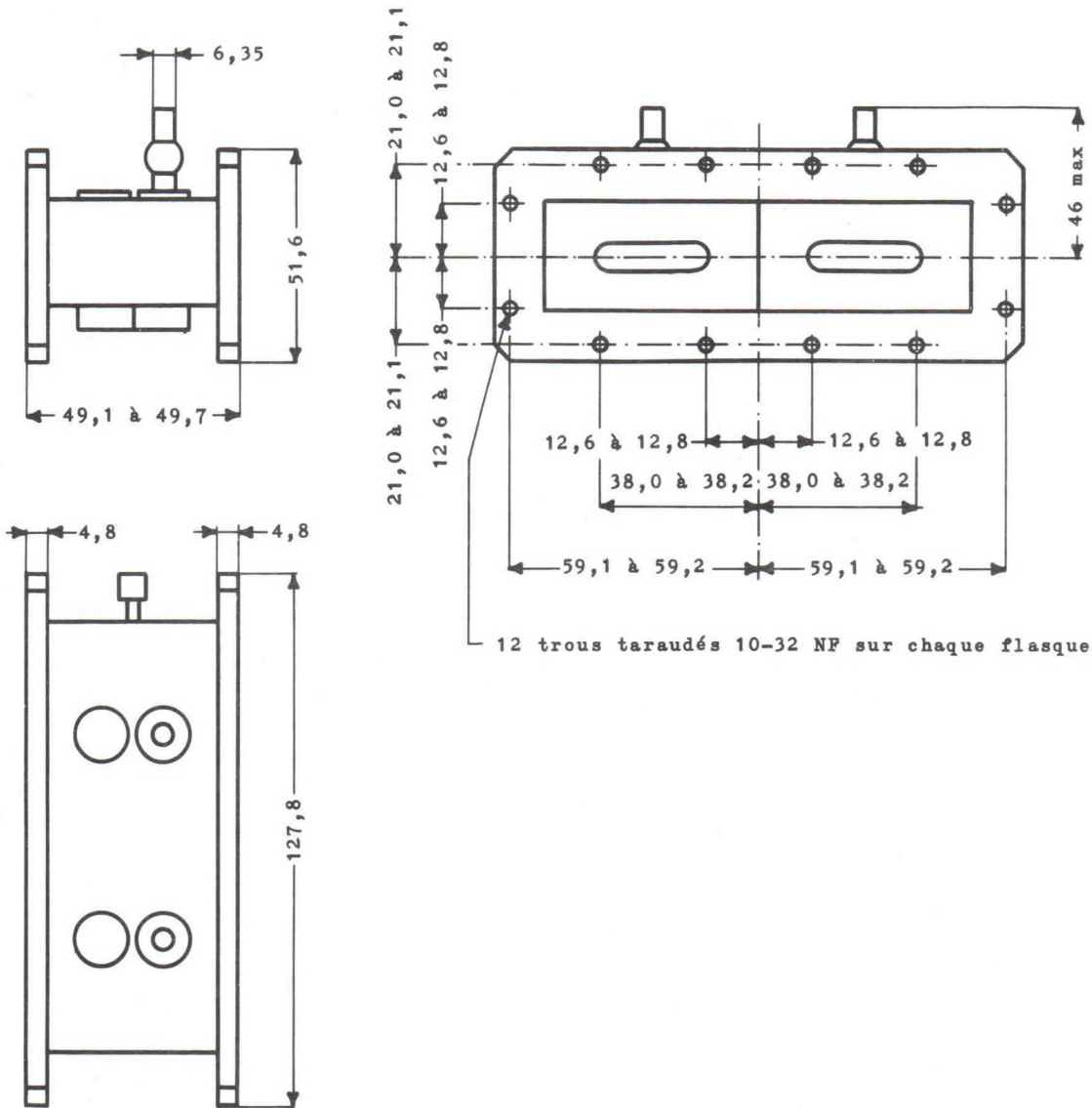


**SCHEMA D'UTILISATION**





**COTES D'ENCOMBREMENT**



Toutes les cotes sont données en millimètres

Les cotes sans tolérances ne sont données qu'à titre de référence

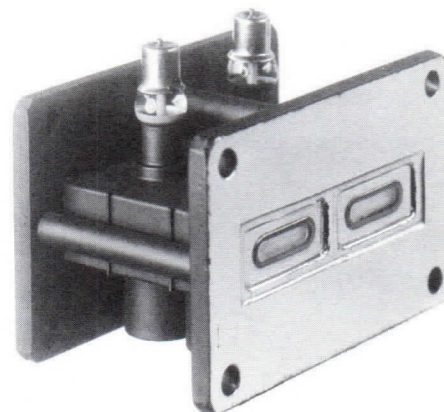


## TUBE TR 7381

Le tube 7381 est un TR double préréglé à large bande (8500 à 9600 MHz, bande X). Il est utilisable à un niveau maximum de puissance de 200 kW crête.

Pendant l'émission, le gaz contenu dans le tube s'ionise et court-circuite le récepteur : l'énergie est réfléchiée vers l'antenne. Cette ionisation est facilitée par des électrodes d'amorçage (igniteurs). Comme les court-circuits ne sont pas parfaits, une faible partie de l'énergie traverse le tube, mais est dérivée par le couplage de sortie vers une charge adaptée ; le cristal détecteur est donc protégé efficacement.

Pendant la réception, l'ensemble tube-couplages hybrides relie pratiquement l'antenne au récepteur et découple l'émetteur de l'antenne. Il rend inutile l'emploi des tubes ATR et évite ainsi les pertes introduites par ces tubes.



### CARACTERISTIQUES GENERALES<sup>(1)</sup>

#### Electriques

Fréquence nominale..... 9000 MHz  
Gamme de fréquence..... 8490 à 9610 MHz

#### Mécaniques

Position par rapport à un axe vertical..... indifférente  
Position de montage..... igniteurs côté bas niveau  
Fixation..... brides RG 52/U  
Températures limites de fonctionnement..... - 55° C à + 125° C  
Poids approximatif..... 250 g  
Dimensions..... voir dessin annexé

(1) Ces caractéristiques sont données à titre indicatif seulement, voir spécifications pour caractéristiques de type.



### VALEURS LIMITES D'UTILISATION

Courant continu de chaque igniteur.....	{ max. 200 $\mu$ A min. 100 $\mu$ A
Tension d'alimentation des électrodes.....	min. -800 V
Puissance crête appliquée.....	{ max. 200 kW min. 1 kW

### CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT (2)

Energie de fuite de la pointe à 25°C.....	max 0,1 erg
à 125°C.....	max 0,15 erg
Pertes totales par insertion à bas niveau.....	max 1,2 dB
Temps de désionisation à -3 dB à 25°C.....	max 3 $\mu$ s
à 125°C.....	max 3 $\mu$ s
Découplage émetteur-antenne.....	min 15 dB
Tension entre igniteur et corps du tube pour un courant de 100 $\mu$ A.....	- 200 à -450 V
Taux d'ondes stationnaires en tension à bas niveau.....	max 1,2

(2) Les caractéristiques données sont celles du duplexeur complet, soit un tube 7381 et deux couplages hybrides.



## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

**I MONTAGE :** Pour la fixation du tube, ne pas utiliser de tiges filetées traversant les deux flasques.

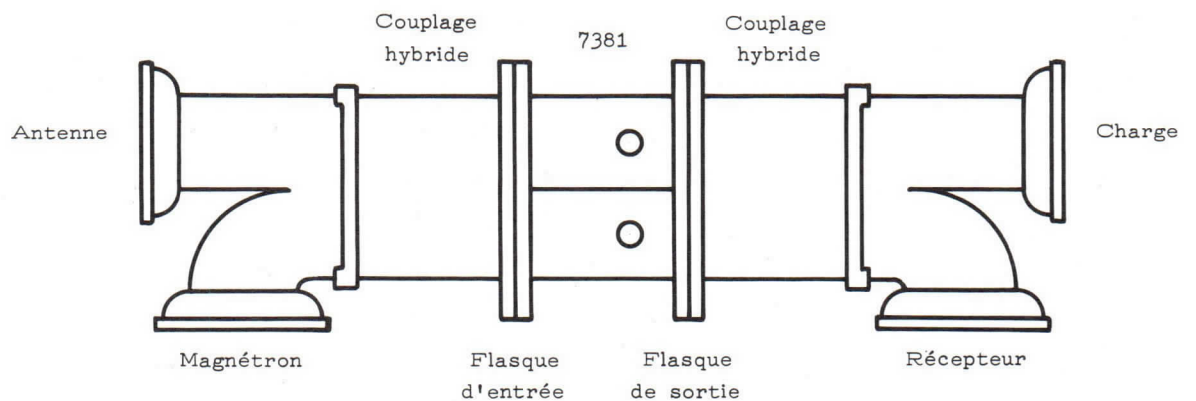
Les vis de chaque flasque doivent être serrées progressivement et par paires de vis opposées, afin d'éviter toute déformation des flasques.

Mettre toujours les igniteurs côté récepteur.

**II CONNEXIONS :**

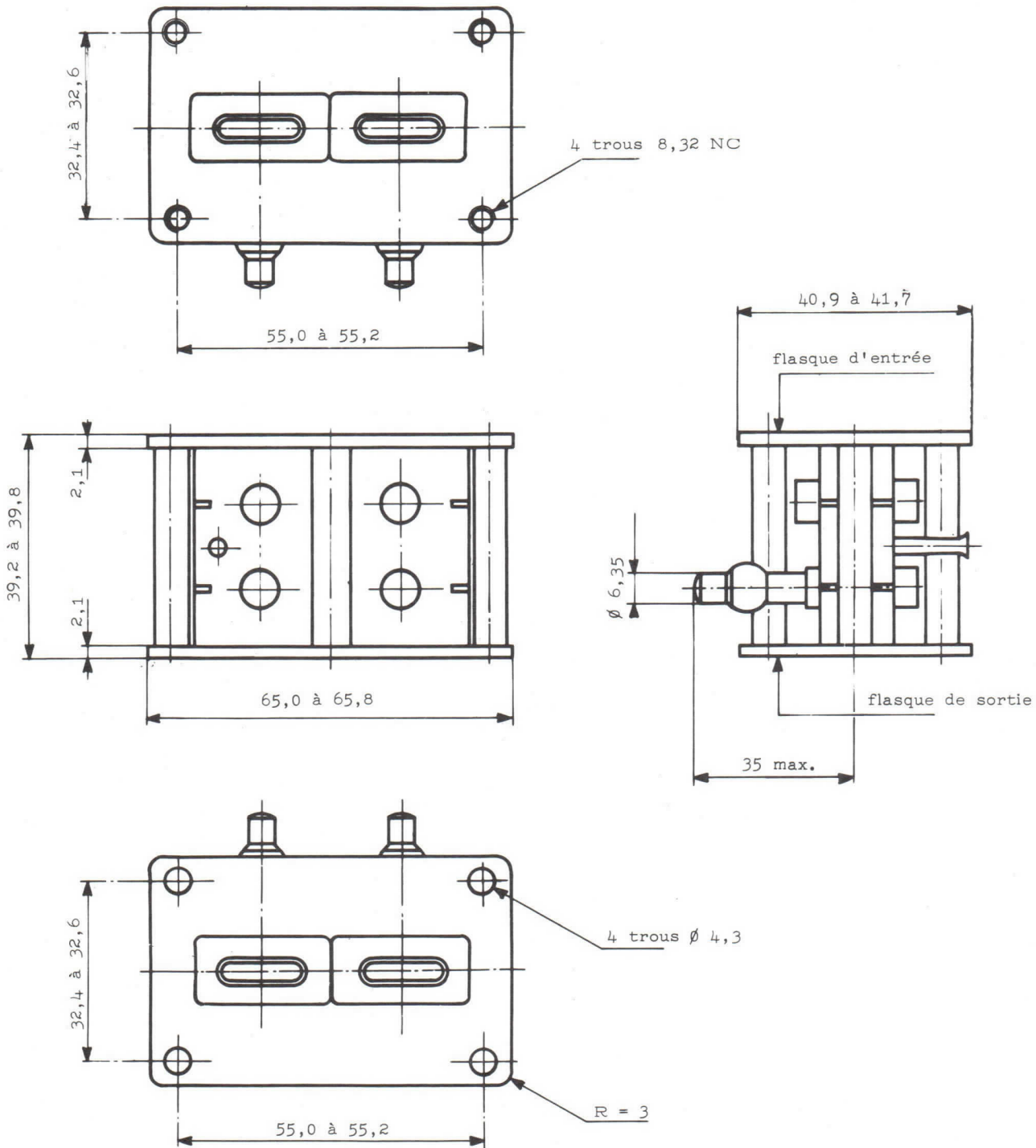
L'alimentation des igniteurs doit être faite à courant constant à l'aide d'une source à grande résistance interne, de telle façon que le courant reste dans les limites d'utilisation.

### SCHEMA D'UTILISATION





COTES D'ENCOMBREMENT



Toutes les cotes sont en mm.



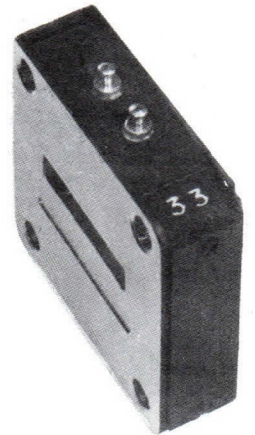
## SHUTTER MECANIQUE TV 19 111

Le shutter TV 19 111 est un élément hyperfréquence, utilisable de 8500 à 9600 MHz, sur guide RG 52 U. Il est normalement placé entre un tube TR et le récepteur.

Il est constitué essentiellement d'un circuit résonnant comprenant deux volets et deux cônes. Un plongeur métallique, commandé par un électro-aimant court-circuité ou non les deux cônes du circuit résonnant.

En position fermée, électro-aimant non alimenté, l'atténuation produite par le shutter, est au moins 35 dB. En position ouverte, électro-aimant alimenté, sa perte par insertion est inférieure à 0,15 dB.

Il est destiné à protéger le récepteur quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire quand l'électrode du tube TR n'est pas alimentée. Dans ce cas, des énergies importantes peuvent atteindre et détériorer le récepteur si un tel dispositif n'est pas utilisé.



## CARACTERISTIQUES GENERALES

### Electriques

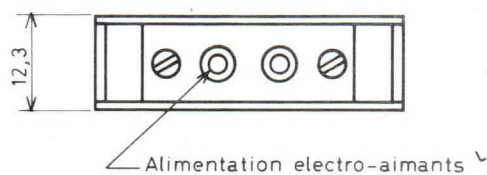
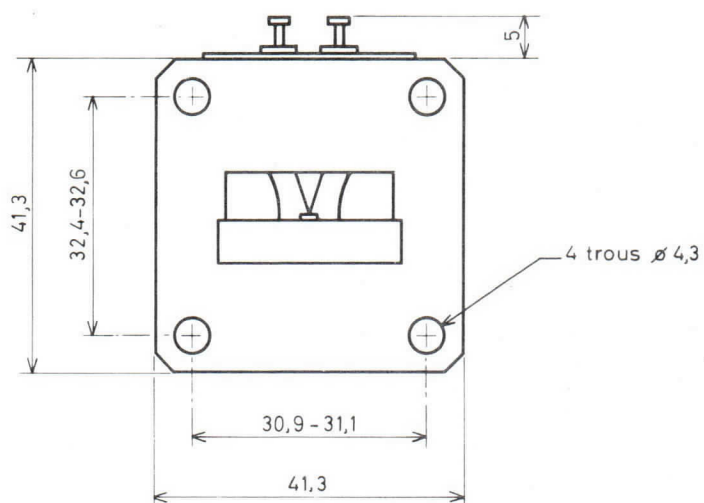
Fréquence .....	8500 à 9600 MHz
Taux d'ondes stationnaires, plongeur levé .....	max. 1,1
Pertes par insertion, plongeur levé .....	max. 0,15 dB
Atténuation, plongeur baissé .....	min. 35 dP
Tension de fonctionnement .....	24 à 30 V continu
Résistance de la bobine à 25°C .....	130 ohms env.

### Mécaniques

Poids approximatif .....	70 g
Dimensions .....	voir dessin page



### COTES D'ENCOMBREMENT







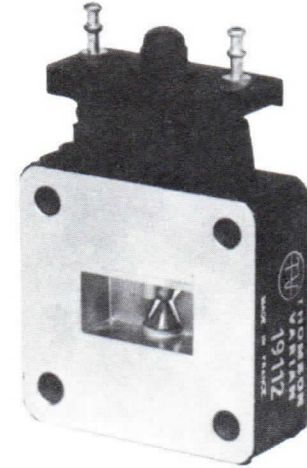
## SHUTTER MECANIQUE TV 19112C

Le shutter TV 19112C est un élément hyperfréquence, utilisable dans la bande 16 - 17 GHz, sur guide RG-91/U. Il est normalement placé entre un tube TR et le récepteur.

Il est constitué essentiellement d'un circuit résonnant comprenant deux volets et deux cônes. Un plongeur métallique, commandé par un électro-aimant court-circuité ou non les deux cônes du circuit résonnant.

En position fermée, électro-aimant non alimenté, l'atténuation produite par le shutter est au moins 30 dB. En position ouverte, électro-aimant alimenté, sa perte par insertion est inférieure à 0,20 dB.

Il est destiné à protéger le récepteur quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire quand l'électrode du tube TR n'est pas alimentée. Dans ce cas, des énergies importantes peuvent atteindre et détériorer le récepteur si un tel dispositif n'est pas utilisé.



### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Electriques

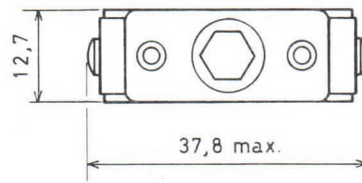
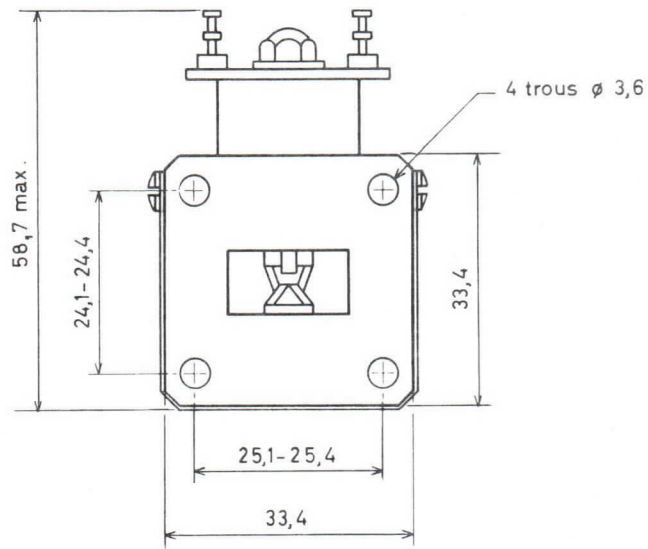
Fréquence .....	16 à 17 GHz
Taux d'ondes stationnaires, plongeur levé .....	max. 1,1
Pertes par insertion, plongeur levé .....	max. 0,20 dB
Atténuation, plongeur baissé .....	min. 30 dB
Tension de fonctionnement .....	24 à 30 V continu
Résistance de la bobine à 25°C .....	200 ohms env.

#### Mécaniques

Poids approximatif .....	70 g
Dimensions .....	voir dessin page 2



### COTES D'ENCOMBREMENT



Cotes en mm



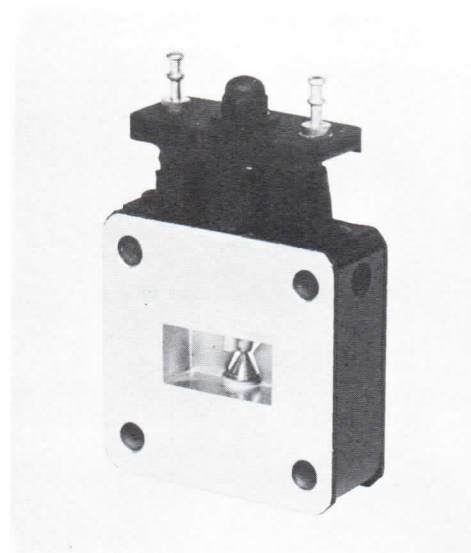


## TV 19112C SHUTTER

The TV 19112 C shutter is a microwave component operating in the frequency range 16 - 17 GHz, on RG 91/U waveguide. Its place is inserted between a TR tube and the receiver.

It essentially consists of a resonant circuit composed of two flaps and two cones. A metallic plunger, controlled by electromagnet, is a movable short-circuit for the two cones.

In closed position, the electromagnet is not supplied, the attenuation realized by the shutter is at least 30 dB. In open position, the electromagnet being supplied, insertion loss is less than 0.2 dB.



It is designed for protection of the receiver when the equipment is not operating, that is to say when the TR ignitor is not supplied ;in that case, high level energies may reach and damage the receiver if a shutter is not provided ignitor

### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical

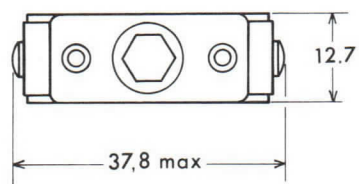
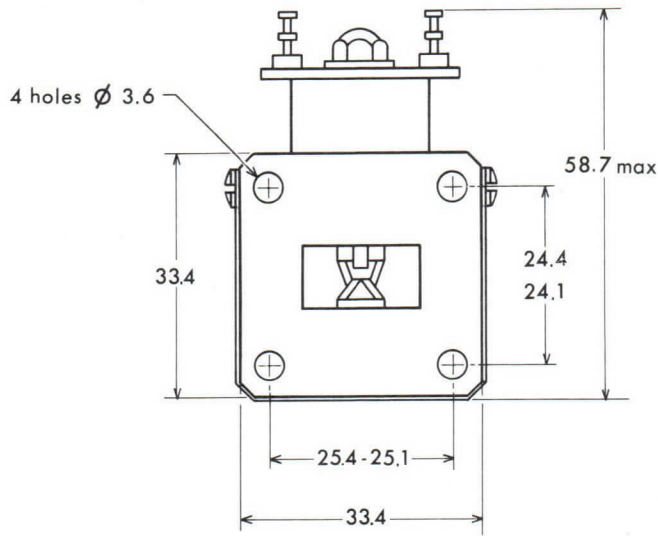
Frequency .....	16 to 17	GHz
VSWR, open position ..... max.	1.1 : 1	
Insertion loss, open position ..... max.	0.2	dB
Attenuation, closed position ..... min.	30	dB
Operation voltage .....	24 to 30	V dc

#### Mechanical

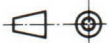
Approximate weight .....	70 g
Dimensions .....	see drawing



OUTLINE DRAWING



Dimensions in mm.





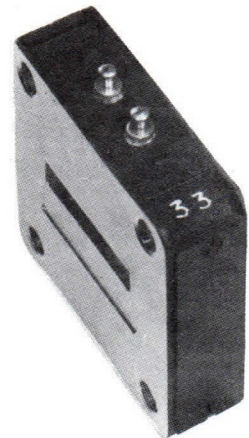
## SHUTTER MECANIQUE TV 19 114

Le shutter TV 19 114 est un élément hyperfréquence, utilisable de 9500 à 10500 MHz, sur guide RG 52 U. Il est normalement placé entre un tube TR et le récepteur.

Il est constitué essentiellement d'un circuit résonnant comprenant deux volets et deux cônes. Un plongeur métallique, commandé par un électro-aimant court-circuite ou non les deux cônes du circuit résonnant.

En position fermée, électro-aimant non alimenté, l'atténuation produite par le shutter est au moins 35 dB. En position ouverte, électro-aimant alimenté, sa perte par insertion est inférieure à 0,15 dB.

Il est destiné à protéger le récepteur quand l'équipement n'est pas en fonctionnement, c'est-à-dire quand l'électrode du tube TR n'est pas alimentée. Dans ce cas, des énergies importantes peuvent atteindre et détériorer le récepteur si un tel dispositif n'est pas utilisé.



## CARACTERISTIQUES GENERALES

### Electriques

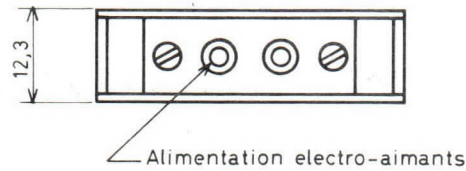
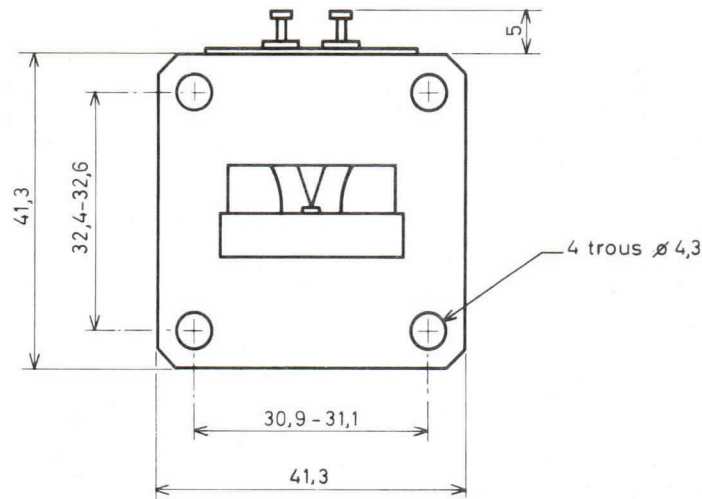
Fréquence .....	9,5 à 10,5 GHz
Taux d'ondes stationnaires, plongeur levé .....	max. 1,1
Pertes par insertion, plongeur levé .....	max. 0,15 dB
Atténuation, plongeur baissé .....	min. 35 dB
Tension de fonctionnement .....	24 à 30 V continu
Résistance de la bobine à 25°C .....	130 ohms env.

### Mécaniques

Poids approximatif .....	70 g
Dimensions .....	voir dessin page 2



**COTES D'ENCOMBREMENT**



H 3



**THOMSON-CSF**

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

NOTICE TEH 4468

**TH 5110**

Avril 1976 - Page 1/2

## TH 5110 SOURCE A L'ETAT SOLIDE

La source à l'état solide à diode à avalanche TH 5110 fournit un signal stable d'une puissance minimale de 200 mW pour une fréquence pré réglée dans la bande 26,5 à 40 GHz.

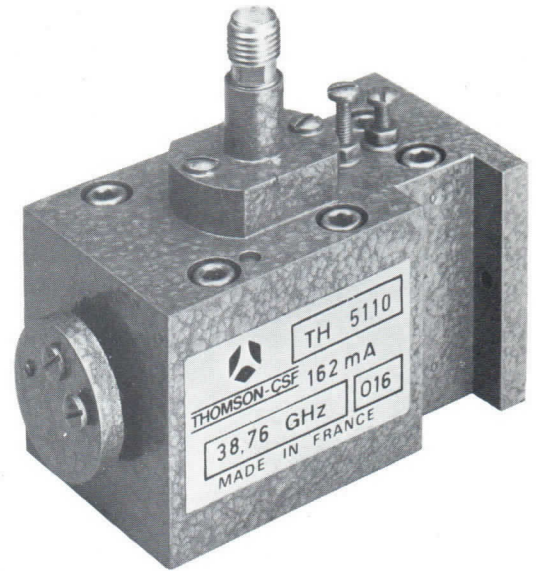
Un dispositif d'accord mécanique de la fréquence permet d'obtenir des variations de plus ou moins 250 MHz de part et d'autre de la fréquence de fonctionnement réglée en usine.

Cette source présente un rendement électrique supérieur à 4 % et une dérive de fréquence en fonction de la température inférieure à 1 MHz par degré centigrade.

La diode à avalanche étant le seul composant actif, cette source se caractérise par une longue durée de vie et une grande fiabilité.

La source TH 5110 est destinée aux applications les plus diverses : amplificateurs paramétriques, émetteurs pour les télécommunications millimétriques par guide circulaire ou faisceaux hertziens, oscillateurs locaux pour radars ou oscillateurs de bancs de mesures.

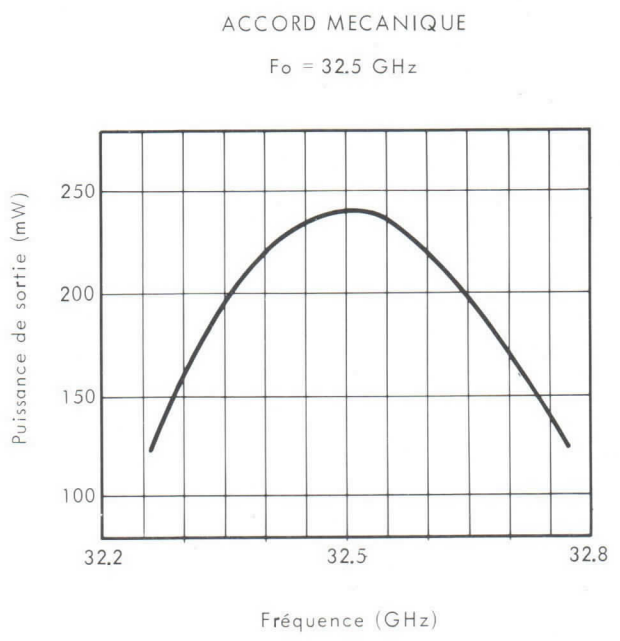
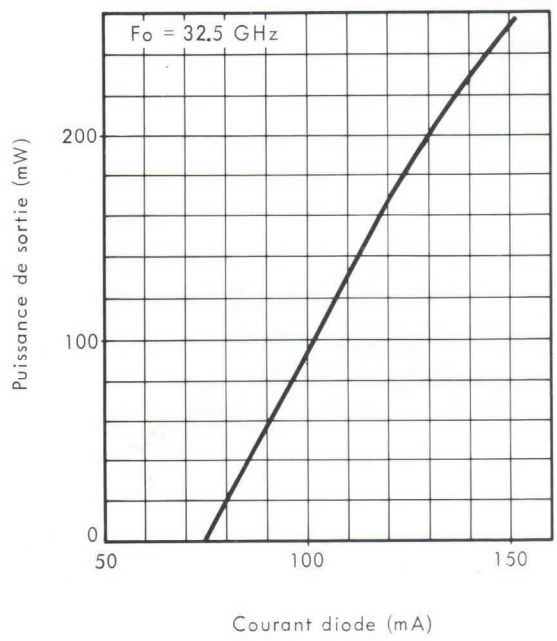
Cette source à l'état solide n'est qu'un exemple pris dans la gamme complète développée par la Division Tubes Electroniques, qui va de 5,5 à 40 GHz avec des puissances de sortie de 10 mW à 200 mW. Elles sont réalisées à partir de diodes Gunn jusqu'à 16 GHz ou de diodes à avalanche jusqu'à 40 GHz. Certains modèles sont accordables électroniquement. Il est possible de développer à la demande tout dispositif de caractéristiques particulières.



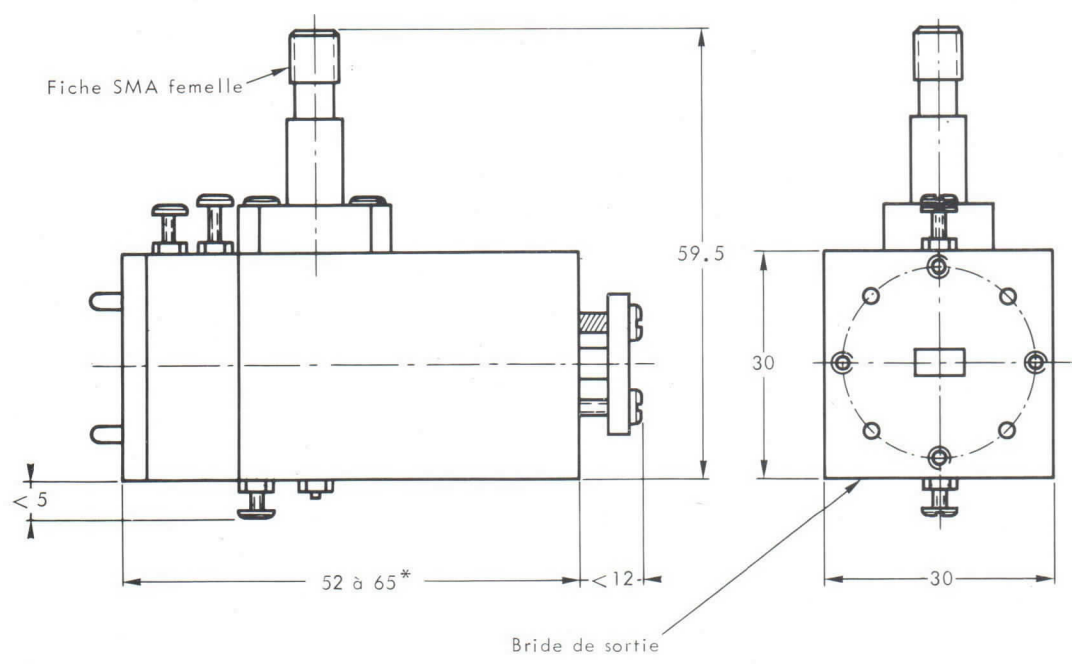
### CARACTERISTIQUES GENERALES

Bande de fréquence .....	26,5 à 40	GHz
Bande d'accord mécanique (de part et d'autre de la fréquence réglée en usine) .....	± 250	MHz
Puissance de sortie, min. ....	200	mW
Tension continue d'alimentation .....	30 - 45	V
Courant continu d'alimentation, max. ....	200	mA
ROS de la charge, max. ....	1,3	
Température de fonctionnement .....	- 20 à + 50	°C
Dérive de fréquence, en fonction de la température. ....	1	MHz/°C
Niveau des signaux parasites (à ± 10 % de la fréquence centrale Fo)	> 40 dB au dessous de Fo	
Sortie RF .....	RG 97/U	
	Bride UG-381/U (de 26,5 à 35 GHz)	
	ou Bride UG-383/U (de 35 à 40 GHz)	
Connexions d'alimentation .....	Fiche OSM femelle	






**DESSIN D'ENCOMBREMENT**



\* Dimensions pour fonctionnement entre 40 et 26.5 GHz

Cotes en mm.



H 3



## LARGE BANDWIDTH DISPERSIVE DELAY LINES

These delay lines are based on the propagation of surface waves in layered media.

By using thin film, very large bandwidths can be achieved with high compression ratios ( 1 000 under development ).

Frequency operation ranges from a few MHz to hundreds of MHz with relative bandwidths as large as 90 %.

### General characteristics

Center frequency	.....	10 MHz - 500 MHz
Bandwidth	.....	10 MHz - 300 MHz
Delay time variation	.....	1 $\mu$ s - 20 $\mu$ s
Compression ratio	.....	up to 1 000
Linearity error ( S curve )	...	1 % max
Insertion loss	.....	20 dB - 60 dB
Insertion loss variation ( Bell-shaped curve )	.....	6 dB max
Terminal impedance	.....	50 $\Omega$ $\pm$ 10 %

### Examples of performances

To illustrate these general characteristics, two examples of operation are given thereafter.

Characteristics	Type Number	
	DC 240	DD 100
Center frequency	32.5 MHz	200 MHz
Bandwidth	30 MHz	100 MHz
Delay time variation	8 $\mu$ s	1 $\mu$ s
Compression ratio	240	100
Linearity error	$\pm$ 80 ns	$\pm$ 10 ns
Insertion loss	< 50 dB	< 50 dB
Terminal impedance	50 $\Omega$ $\pm$ 10 %	50 $\Omega$ $\pm$ 10 %



**THOMSON - CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES





**THOMSON-CSF**

GRUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES

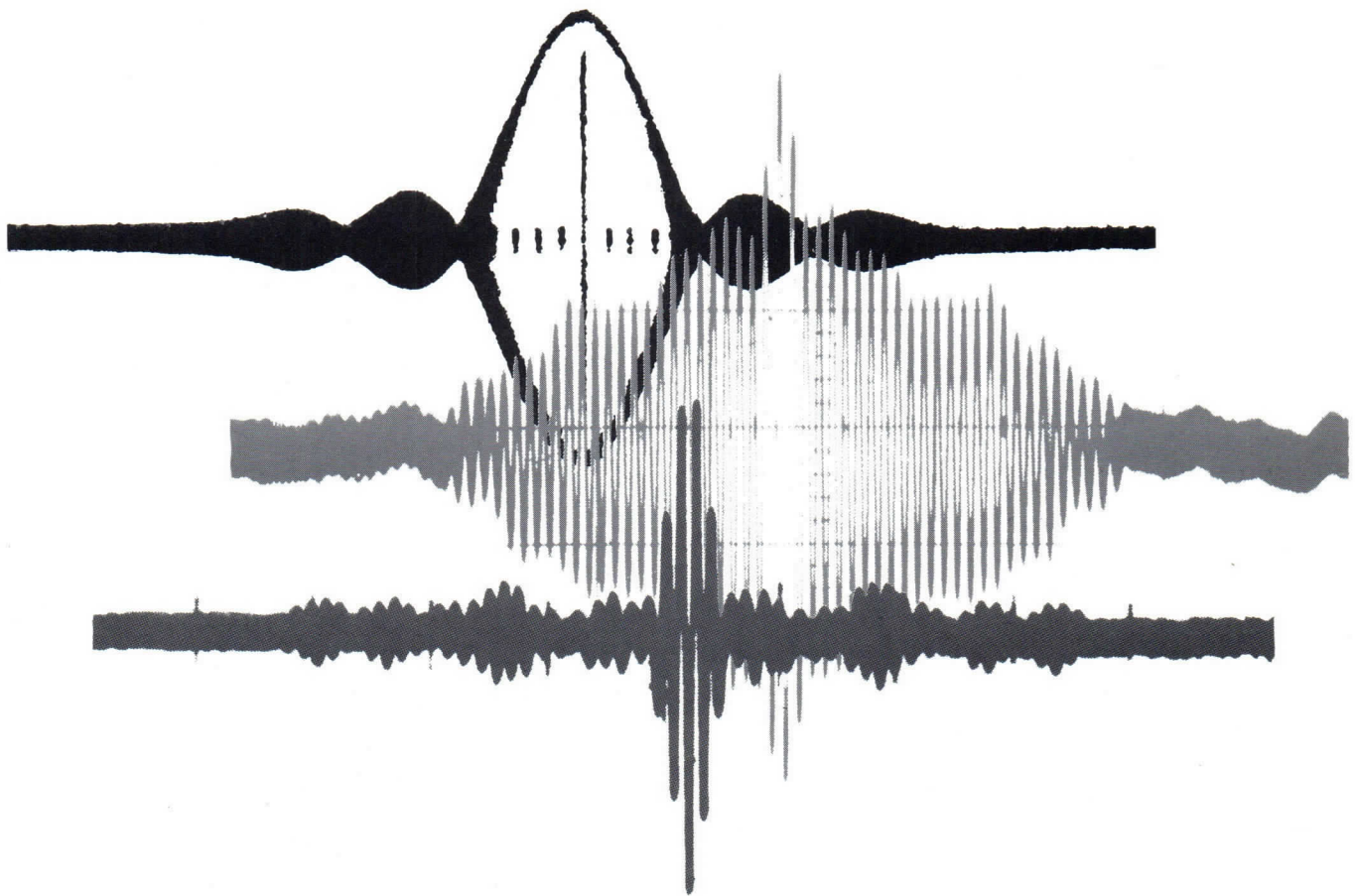
NOTICE TEH 4387

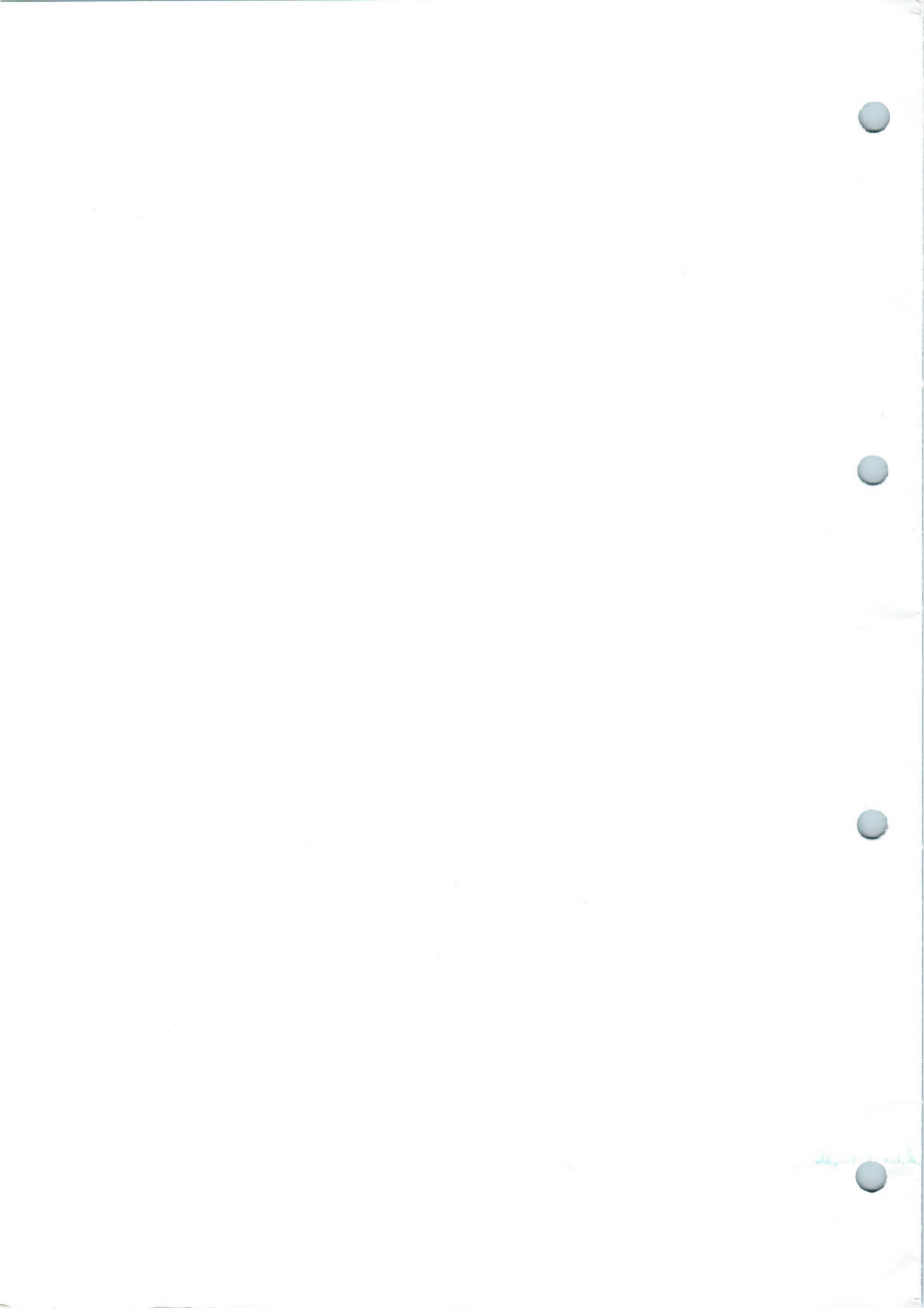
**Composants Acoustiques**

Janvier 1974

## LES COMPOSANTS ACOUSTIQUES MICRO-ONDES

Principes-Performances-Application au traitement de signal





Les études entreprises par THOMSON-CSF depuis 10 ans sur la propagation des ondes acoustiques ont conduit dès 1970 à l'industrialisation et à la production d'une première génération de composants qui ont largement contribué au succès de certains systèmes professionnels : Radars à compression d'impulsion et contremesures par exemple.

Grâce à un potentiel technologique important, le Groupement Tubes Electroniques de THOMSON-CSF industrialise de façon progressive et continue les techniques développées par deux laboratoires de recherche qui se consacrent uniquement à ce domaine.

C'est ainsi que THOMSON-CSF est devenu le seul fabricant européen à pouvoir proposer sur le marché une gamme aussi vaste de composants acoustiques dont les applications s'étendent progressivement à tous les domaines de l'électronique professionnelle où il est nécessaire de traiter des signaux à large bande.

## SOMMAIRE

<b>I - LES TECHNOLOGIES</b>	<i>page</i> <b>3</b>
1 - <i>Introduction</i>	3
2 - <i>Les ondes de volume</i>	3
3 - <i>Les ondes de surface</i>	5
<b>II - LES COMPOSANTS</b>	<b>7</b>
1 - <i>Introduction</i>	7
2 - <i>Lignes à retard</i>	7
2.1 - <i>Lignes à retard simple</i>	7
2.2 - <i>Lignes à retards multiples</i>	12
2.3 - <i>Lignes à retard variable</i>	14
2.4 - <i>Applications</i>	16
3 - <i>Filtres adaptés</i>	18
3.1 - <i>Généralités</i>	18
3.2 - <i>Filtres dispersifs adaptés - Application à la                 compression d'impulsion et à l'analyse spectrale</i>	19
3.3 - <i>Filtres de phase - Application au codage/décodage et au                 calcul matriciel</i>	26
4 - <i>Filtres de bande</i>	29
4.1 - <i>Généralités</i>	29
4.2 - <i>Filtres à bande moyenne</i>	29
4.3 - <i>Filtres à bande étroite</i>	30
4.4 - <i>Discriminateurs</i>	32
5 - <i>Dispositif acoustique à mémoire</i>	32
6 - <i>Modulateurs et Déflecteurs de lumière</i>	33
<b>III - CONCLUSION</b>	<b>33</b>



## I - LES TECHNOLOGIES

### 1 - INTRODUCTION

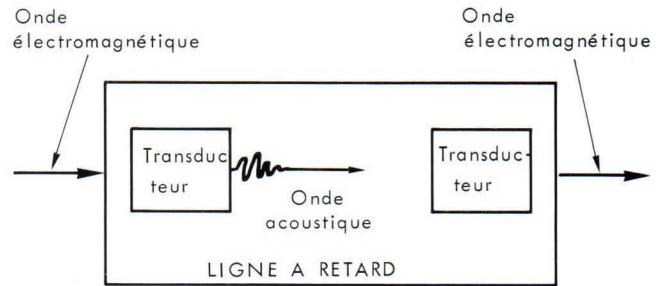
La nécessité de retarder des signaux haute fréquence dans les Radars et les Sonars a fortement motivé les études de propagation des ondes acoustiques dans les solides. Les premières expériences avaient pour objectif la réalisation d'une "fonction retard" pouvant se schématiser comme suit :

La vitesse des ondes acoustiques à l'intérieur d'un solide étant environ 30.000 fois plus faible que celle des ondes électromagnétiques, l'intérêt de cette double conversion énergétique, malgré ses pertes, est évidemment la miniaturisation de la fonction : pour traiter un signal acoustique en  $1 \mu\text{s}$ , il suffit d'un matériau d'environ 1 cm, alors qu'une onde électromagnétique parcourt 300 m pendant le même temps.

Les premiers dispositifs qui sont apparus sur le marché étaient donc des lignes à retard utilisant la propagation "d'ondes de volume" i.e. des ondes se propageant à l'intérieur du matériau.

Parallèlement à ces études sur les ondes de volume, des recherches étaient entreprises sur les ondes acoustiques pouvant se propager à la surface des matériaux. Ces études ont abouti à plusieurs types de composants faisant appel à des technologies différentes, mais dont les avantages par rapport aux ondes de volume sont considérables :

- possibilité de prélever une partie du signal tout le long du "chemin acoustique",
- technologie planar compatible avec celle des semiconducteurs et de l'optique intégrée.



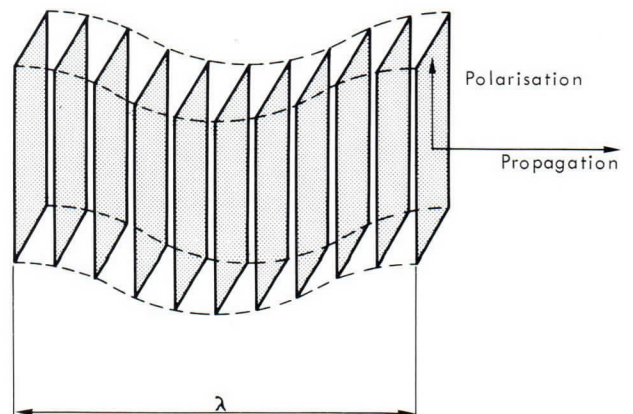
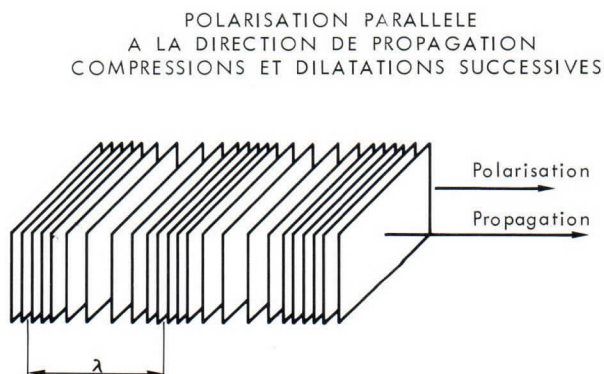
### 2 - LES ONDES DE VOLUME

#### 2.1 - Généralités

Toute onde "acoustique" résulte de contraintes mécaniques se caractérisant par un déplacement de particules dans des milieux liquides ou solides, autour de leur position d'équilibre. Seuls les milieux solides conduisent à des applications pratiques intéressantes.

Les ondes de volume se propagent à l'intérieur de matériaux monocristallins tels le corindon ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ou le YAG. Elles sont de deux types :

- Les ondes longitudinales** sont des ondes de compression caractérisées par un déplacement de particules parallèle à la direction de propagation.
- Les ondes transversales ou de "cisaillement"** sont caractérisées par un déplacement des particules perpendiculaire à la direction de propagation.



Comme pour toutes les ondes d'autre nature, les ondes acoustiques sont évanescentes et leur affaiblissement dépend de la distance parcourue. Un paramètre important de caractérisation des matériaux est donc celui exprimant les pertes de propagation :

Matériaux	Exemples de pertes de propagation dB/ $\mu$ s	
	à 1 GHz	à 10 GHz
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Mode longitudinal . . . . .	0,3	25
YAG Mode transversal . . . . .	0,17	8

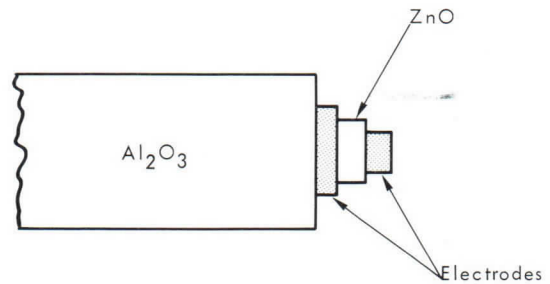
Cette caractéristique montre bien qu'elle est à la base des choix technologiques qui doivent être faits en fonction des buts à atteindre.

C'est ainsi que deux technologies de base ont été développées à THOMSON-CSF : les transducteurs déposés et les transducteurs soudés.

**2.2 - Les transducteurs déposés** (Mode longitudinal uniquement)

Avec ce type de transducteurs, l'excitation des ondes acoustiques est réalisée au moyen d'une couche d'oxyde de zinc piézoélectrique résonnant entre deux électrodes.

Le ZnO, de structure polycristalline doit être convenablement orienté (croissance parallèle à la direction de propagation). La représentation d'un tel transducteur est en fait très simplifiée puisque chaque transducteur est constitué au total de 5 couches successives dont les épaisseurs varient de 1 nm à 2  $\mu$ m.



Les paramètres essentiels caractérisant un transducteur sont sa bande et ses pertes de conversion (rapport de l'énergie électrique appliquée au transducteur à l'énergie acoustique). A titre d'exemple, ces pertes sont de 10 dB en Bande L et de 15 dB en Bande C.

**2.3 - Les transducteurs soudés** (Modes longitudinal et transversal)

Ces transducteurs sont constitués d'un monocristal de Niobate de Lithium (Li Nb O<sub>3</sub>) soudé sur le matériau de propagation par diffusion Indium/Indium sous vide à haute pression, puis aminci par usinage mécanique et ionique. L'épaisseur d'un tel transducteur varie de 10  $\mu$ m (360 MHz), à 0,4  $\mu$ m (9 GHz).

Les pertes de conversion des transducteurs soudés sont nettement moins élevées que celles des transducteurs déposés : 5 dB en Bande L, 8 dB en Bande C et 10 dB en Bande X.

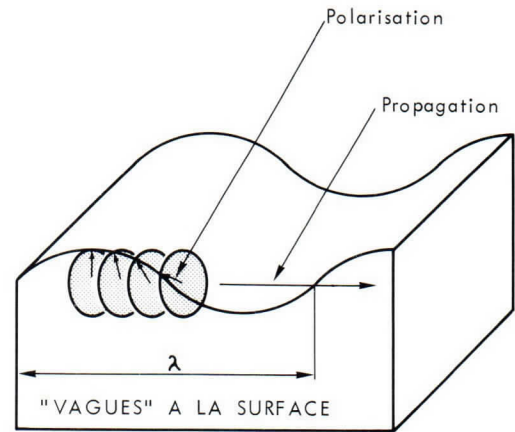
### 3 - LES ONDES DE SURFACE

#### 3.1 - Généralités

Certaines ondes se propagent à la surface des matériaux. Deux modes principaux de propagation ont à ce jour conduit à des applications pratiques :

##### a) Les ondes de Rayleigh

Ces ondes sont caractérisées par une polarisation elliptique rétrograde : le déplacement des particules résulte de deux mouvements déphasés de  $\frac{\pi}{2}$ , dont l'un est parallèle à la surface et à la direction de propagation, l'autre étant perpendiculaire à la surface. La profondeur de pénétration de la vibration est de l'ordre de la longueur d'onde.



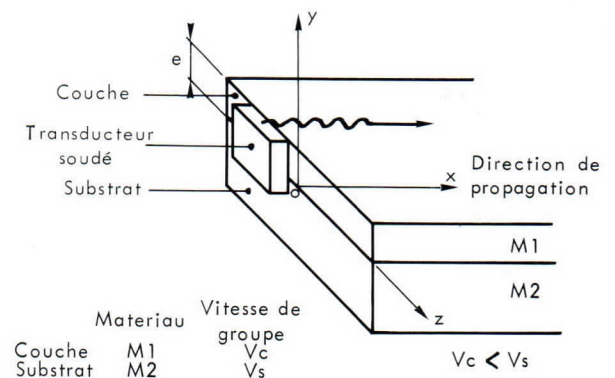
##### b) Les ondes de Love

Les ondes de Love sont des ondes transversales mettant en jeu des contraintes de cisaillement en milieu stratifié (couche + substrat).

Les couples couche/substrat pouvant être utilisés sont par exemple :

Couche	Cu	W	Si O <sub>2</sub>
Substrat	Be	Be	Si

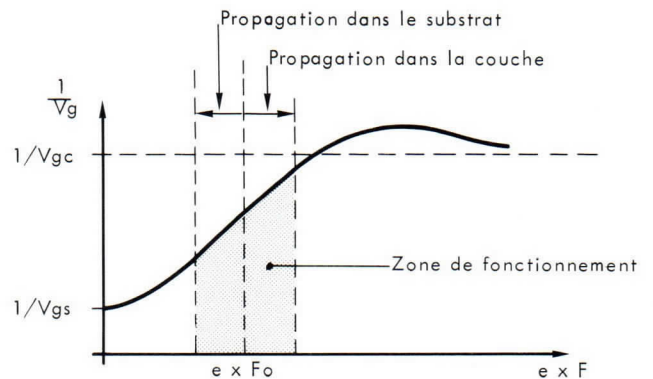
STRUCTURE D'UN MILIEU STRATIFIE M1/M2



La courbe ci-contre illustre la propagation des ondes de Love dans un milieu stratifié.

- $V_g$  = vitesse de groupe
- $V_{gc}$  = vitesse de groupe dans la couche
- $V_{gs}$  = vitesse de groupe dans le substrat
- $e$  = épaisseur de la couche
- $F$  = fréquence

Il apparaît donc que ces ondes, contrairement à toutes celles décrites précédemment sont par nature dispersives, puisque la vitesse de groupe est fonction de la fréquence de fonctionnement.

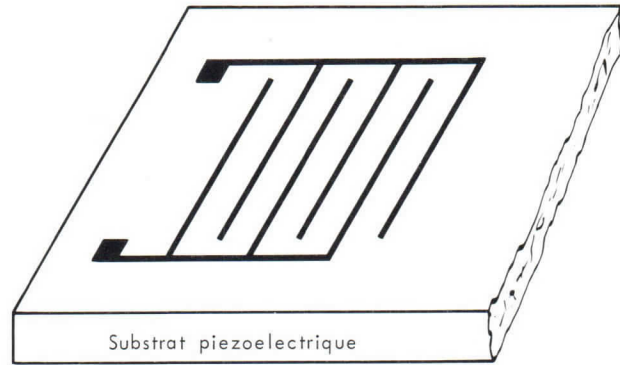


### 3. 2 - Les transducteurs à peignes interdigités sur substrats piézoélectriques : génération d'ondes de Rayleigh

Une tension appliquée à un peigne interdigité disposé à la surface d'un matériau piézoélectrique crée entre les dents du peigne un champ électrique excitant à la surface du matériau des ondes acoustiques de Rayleigh. Réciproquement, une onde arrivant sur un tel peigne engendrera à ses bornes une tension.

Les déformations créées par chaque paire de dents sont en phase si l'écartement entre deux dents est égal au quart de la longueur d'onde, soit par exemple environ  $26 \mu$  à une fréquence de 30 MHz.

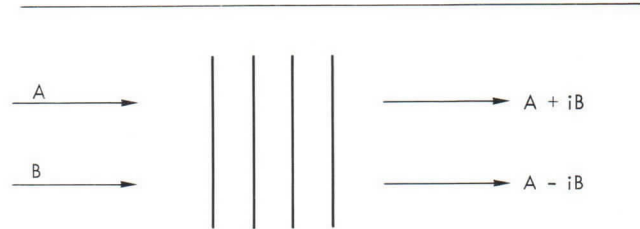
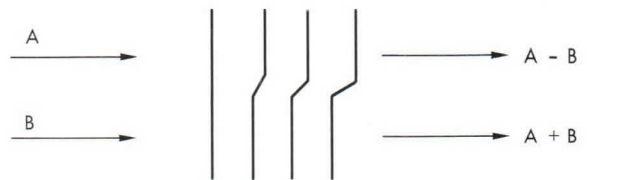
La largeur de bande passante relative d'un tel peigne est inversement proportionnelle au nombre de dents le constituant.



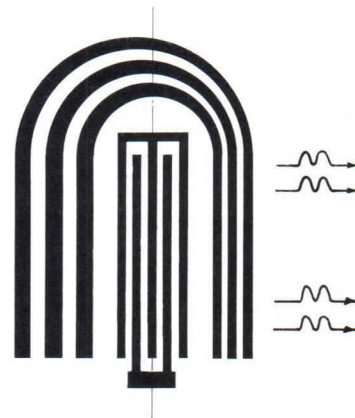
Les matériaux utilisés pour la réalisation de dispositifs à ondes de Rayleigh sont généralement le quartz et le Niobate de Lithium ( $\text{Li Nb O}_3$ ).

Les transducteurs sont réalisés par photogravure d'une couche d'Aluminium préalablement déposée sur le substrat. La précision de photogravure limite les productions actuelles à une fréquence de 300 MHz. Les techniques de masquage électronique en cours de développement permettent de monter à plusieurs GHz.

Outre la réalisation de peignes émetteurs ou récepteurs, cette technologie permet la réalisation de bandes aboutissant à une fonction "coupleur".



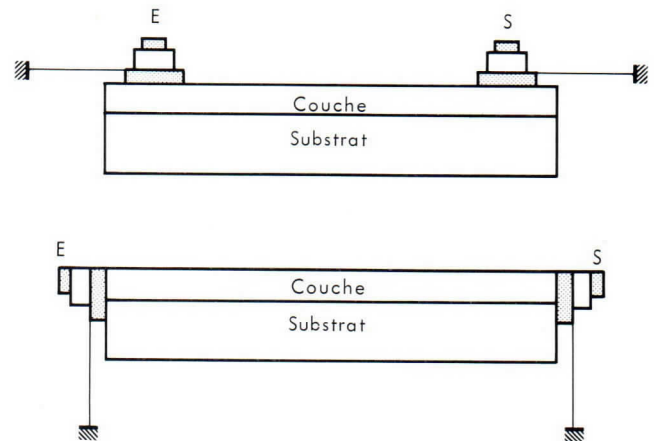
Cette technique dite "multistrip" a en outre permis la réalisation de transducteurs unidirectionnels qui conduisent à un gain de rayonnement de 3 dB/transducteur, donc 6 dB pour une ligne à retard simple par rapport à une ligne à transducteurs classiques.



### 3.3 - Transducteurs soudés sur substrats non piézoélectriques - Génération d'ondes de Love en milieu stratifié.

La technologie est similaire à celle décrite pour les ondes de volume (transducteur de  $\text{Li Nb O}_3$  ou de céramique piézoélectrique soudé par diffusion Indium/Indium).

Il existe deux types possibles d'excitation d'ondes de Love.



## II – LES COMPOSANTS

### 1 - INTRODUCTION

L'ensemble des technologies décrites ci-dessus a abouti à une première famille de composants qui seront, dans les paragraphes suivants, classés par type de "fonction" : plusieurs technologies peuvent en effet permettre la réalisation d'une fonction identique. Par exemple, des lignes à retard simple peuvent être réalisées au moyen d'ondes de volume (transducteurs déposés ou soudés) ou d'ondes de surface (transducteurs interdigités).

L'état d'avancement de chaque technologie (production, industrialisation, développement) est indiqué de façon à faciliter le choix éventuel du composant en fonction des échéances imposées aux concepteurs de systèmes (court, moyen ou long terme).

### 2 - LIGNES A RETARD

#### 2.1 - Lignes à retard simple

Quelle que soit la technologie utilisée, la fonction "retard simple" est réalisée au moyen de deux transducteurs espacés d'une distance  $D$ . Si  $V$  est la vitesse de propagation des ondes acoustiques, le retard apporté par le dispositif est  $\frac{D}{V}$ .

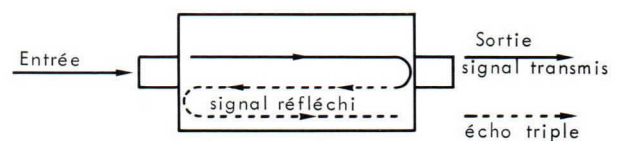
**Le retard maximum d'une ligne à retard est déterminé par les longueurs de substrat ainsi que par le niveau admissible des pertes d'insertion qu'il est possible d'obtenir.** Rappelons que ces pertes sont de deux natures :

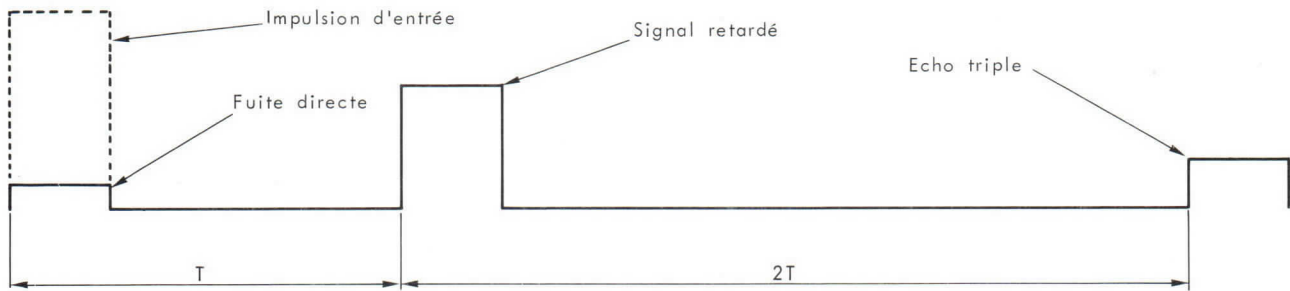
- pertes de conversion des transducteurs,
- pertes de propagation dans le matériau qui augmentent comme le carré de la fréquence environ.

**Ces dispositifs ont donc une limite en fréquence non seulement due aux pertes d'insertion, mais aussi à l'épaisseur des transducteurs qui est proportionnelle à la longueur d'onde.**

Enfin, un autre paramètre important pour bon nombre d'applications est le niveau de l'écho triple par rapport au signal retardé, qui peut être défini comme suit :

Une partie de l'onde acoustique peut être réfléchi sur le transducteur de sortie, puis réfléchi à nouveau sur le transducteur d'entrée. Il apparaît donc à la sortie de la ligne un "écho" parasite. Si l'on ne tient compte que du premier écho et de la fuite directe le signal de sortie a l'allure suivante :





Cette fonction "retard" peut être réalisée à partir des technologies suivantes :

- Ondes de volume - Transducteurs déposés,
- Ondes de volume - Transducteurs soudés,
- Onde de surface (Rayleigh) - Transducteurs interdigités.

Le tableau suivant donne les limites d'application de ces différentes technologies .

ETAT D'AVANCEMENT	PRODUCTION	INDUSTRIALISATION	PRODUCTION	DEVELOPPEMENT
Type Caractéristiques	Ondes de volume Transducteurs déposés	Ondes de volume Transducteurs soudés	Ondes de Rayleigh (Photogravure)	Ondes de Rayleigh (masquage électronique)
Fréquence centrale $F_0$ . . . . .	0,5 - 7 GHz (1)	0,5 - 7 GHz (1)	5 - 300 MHz	plusieurs GHz
Bande passante relative $\Delta F/F_0$ . .	40 % max.	50 % max.	40 % max.	40 % max.
Retard . . . . .	0,3 - 10 $\mu$ s	0,3 - 10 $\mu$ s	0,5 - 75 $\mu$ s	0,3 - 10 $\mu$ s
Pertes d'insertion, min. . . . .	20 dB	10 dB	15 dB	20 dB
Echo triple, min. . . . .	15 dB	15 dB	25 dB	25 dB

(1) Bande X en développement.

Parmi ces différents dispositifs, les caractéristiques détaillées des composants en production courante sont indiquées ci-après :

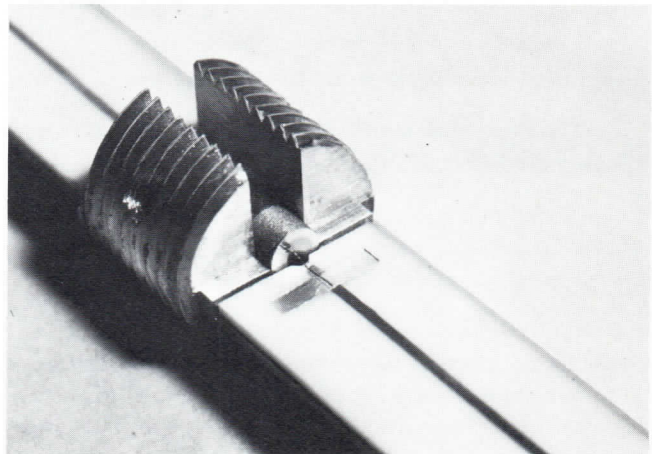
**2. 1. 1 - Lignes à ondes de volume à transducteurs déposés**

Ces lignes utilisent des transducteurs d'oxyde de zinc (ZnO) déposés sur un monocristal de corindon ( $Al_2O_3$ ).

Le transducteur est relié à un circuit microstrip classique par une connexion soudée par thermocompression. La bande passante relative peut atteindre 40 % grâce à un léger décalage de la fréquence centrale des deux transducteurs et un nivellement de la courbe de réponse par réglage du circuit microstrip d'adaptation.

Cette structure présente deux avantages :

- possibilité d'ajuster les pertes à l'intérieur d'une tolérance de quelques dB. Cette propriété est particulièrement intéressante en regard des problèmes d'interchangeabilité et de réglage des amplificateurs de compensation des pertes.
- possibilité d'intégration dans les circuits microélectronique hyperfréquence en vue de réaliser des fonctions complexes à l'intérieur d'une même "boîte noire" associant à la fonction retard les fonctions de commutation, mixage, amplification etc.



Le tableau ci-dessous indique le niveau des pertes d'insertion en fonction :

- **de la fréquence centrale** : dans chacune des bandes indiquées, le bas de la bande est représenté par la lettre L (par exemple 1 GHz en Bande L) et le haut de la bande par la lettre H (par exemple 2 GHz en Bande L).
- **de la bande passante relative à 3 dB.**
- **du retard.**

FREQUENCE (GHz)	Bande L - 1 - 2 GHz			Bande S - 2 - 4 GHz			Bande C - 4 - 7 GHz		
Bande passante relative	10 %	20 %	40 %	10 %	20 %	40 %	10 %	20 %	
Retard ( $\mu$ s) *									
0,5	L = H =	21 24	25 29	29 33,5	24 30,5	29 37,5	33,5 43,5	30,5 41,5	37,5 51,5
1	L = H =	21,5 25	25,5 30	29,5 34,5	25 33,5	30 40,5	34,5 46,5	33,5 49	40,5 59
2	L = H =	23 27	27 32	31 37	27 39,5	32 47	37 52,5	39,5 64	47 74
4	L = H =	25,5 32	29,5 37	33,5 41,5	32 52	37 59	41,5 65	52 94	
6	L = H =	28 36,5	32 41,5	36 46	36,5 64	41,5 71	46 77		
8	L = H =	30,5 41	34,5 46	38,5 50,5	41 76,5	46 83,5	50,5 89,5		
10	L = H =	33 45,5	37 50,5	41 56	45,5 89	50,5 96			

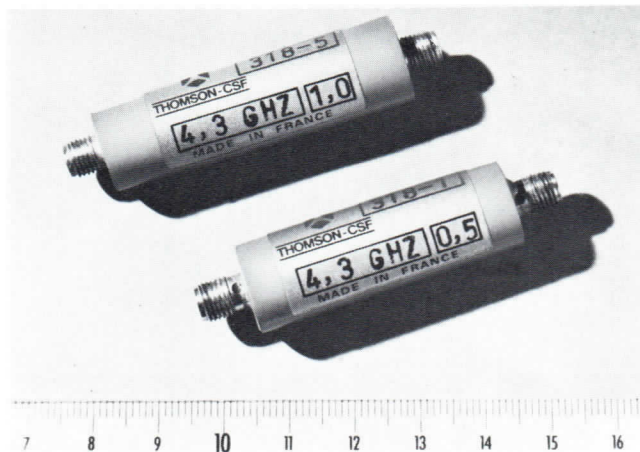
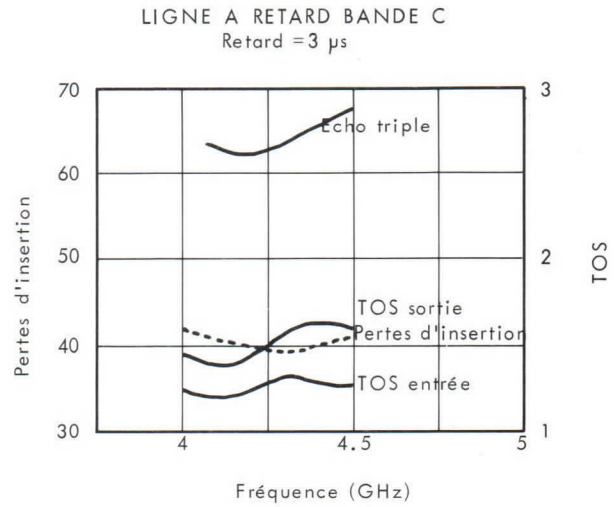
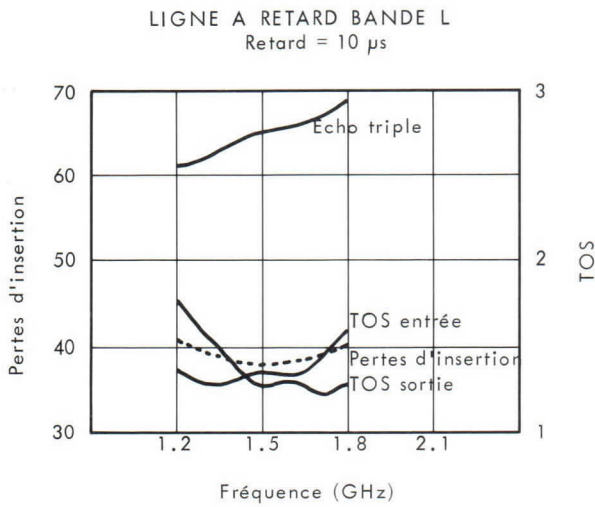
- \* L : atténuation d'insertion en bas de bande, valeur maximale à  $F_0$ .  
H : atténuation d'insertion en haut de bande, valeur maximale à  $F_0$ .

NB - Pour des valeurs de retard ou de fréquence comprises entre les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus, il est possible d'extrapoler linéairement pour obtenir les pertes d'insertion correspondantes.

Les autres caractéristiques sont indiquées ci-après :

FREQUENCE  Caractéristiques	Bande L (1 - 2 GHz)	Bande S (2 - 4 GHz)		Bande C (4 - 7 GHz)	
		10 %	> 10 % ≤ 40 %	≤ 20 %	> 20 % ≤ 40 %
Bande passante relative	≤ 40 %				
TOS entrée ou sortie	≤ 2	≤ 2	≤ 2,5	≤ 2	≤ 2,5
Niveau de l'écho triple par rapport au signal retardé	≤ -15 dB	≤ -15 dB		≤ -20 dB	
Découplage entrée - sortie par rapport au signal retardé	≤ -30 dB				
Puissance admissible à l'entrée	≤ 1 W crête - 0,1 W moyen				
Température de fonctionnement	- 40 + 100 °C				
Variation du retard en fonction de la température	$\frac{\Delta T}{T} < 3 \cdot 10^{-5} / ^\circ C$				

Deux courbes typiques de fonctionnement sont indiquées ci-après :



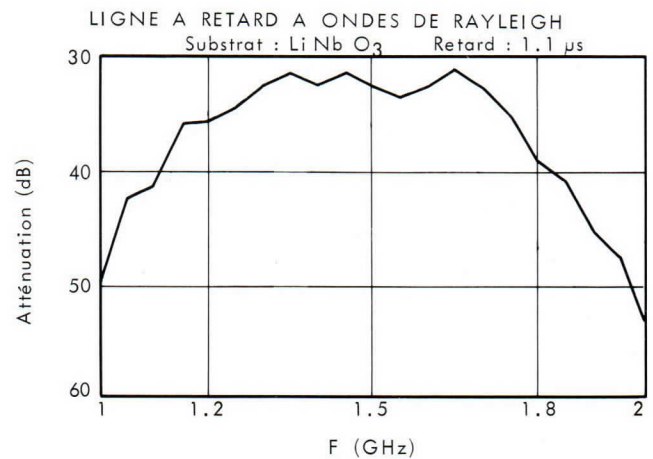


### 2. 1. 2 - Lignes à retard à ondes de surface (Rayleigh)

La fonction "retard" est la fonction la plus simple réalisable à partir des ondes de Rayleigh. Elle nécessite deux transducteurs. Les performances des dispositifs en production courante sont indiquées ci-après :

Fréquence - MHz	NIVEAU DES PERTES D'INSERTION (dB)						Substrat
	10 - 60		60 - 150		150 - 300		
Bande passante relative	10 %	40 %	10 %	40 %	10 %	40 %	
Retard 0,5 à 25 $\mu$ s	28	42	34	48	40	54	Quartz
	14	28	20	34	26	40	Li Nb O <sub>3</sub>
25 à 50 $\mu$ s	36	50	42	56	48	62	Quartz uniquement
50 à 75 $\mu$ s	44	58	50	64	56	70	Li Nb O <sub>3</sub> en développement

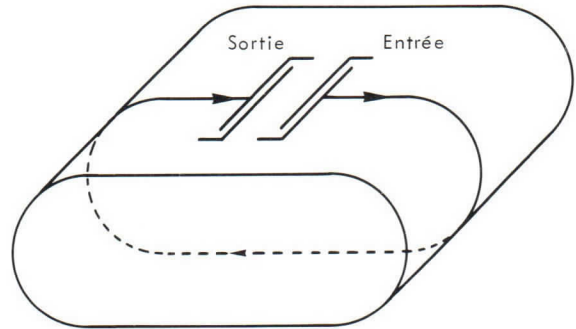
Les études en cours sur le masquage électronique permettent de réaliser des transducteurs fonctionnant en hyperfréquence. A titre d'exemple des possibilités futures de ces dispositifs, un résultat de laboratoire est donné par la courbe ci-contre.



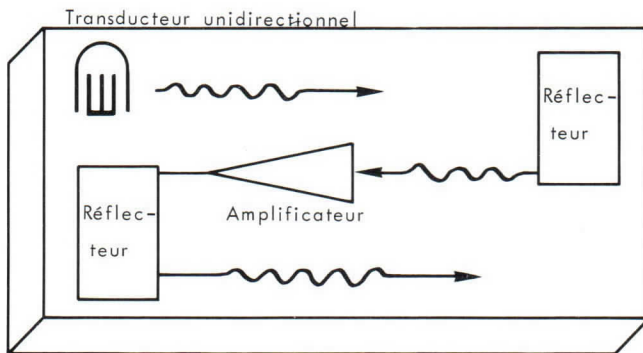
Les ondes de Rayleigh permettent d'obtenir des retards très longs en allongeant le chemin acoustique parcouru.

Dans un premier stade, il est possible de doubler le retard pour une même longueur de substrat en arrondissant les extrémités de façon à faire cheminer l'onde acoustique sur les deux faces du substrat. C'est ainsi qu'il est possible d'obtenir en production courante des retards allant jusqu'à 75  $\mu$ s, comme indiqué dans le tableau ci-dessus.

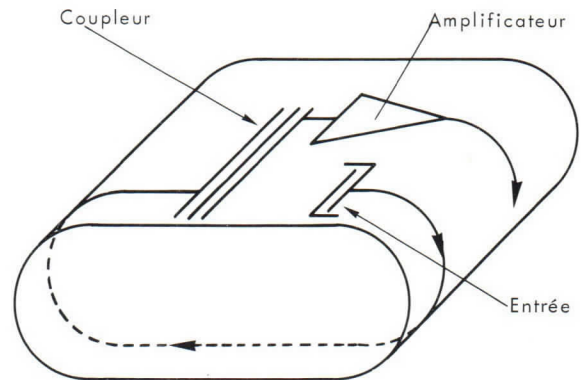
Pour des retards encore plus longs, il devient nécessaire de compenser les pertes de propagation. L'intégration sur le substrat d'un amplificateur acoustique est en cours d'étude, l'objectif étant de pouvoir atteindre des retards de plusieurs millisecondes.



LIGNE A CHEMIN DOUBLE



LIGNE PLANAR



LIGNE HELICOIDALE

## 2.2 - Lignes à retards multiples

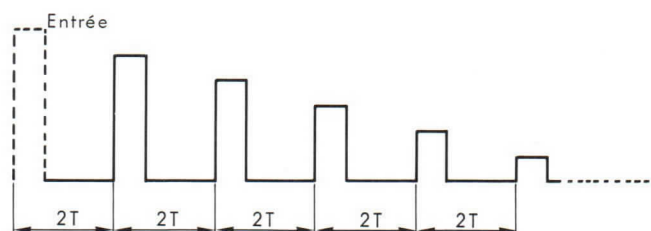
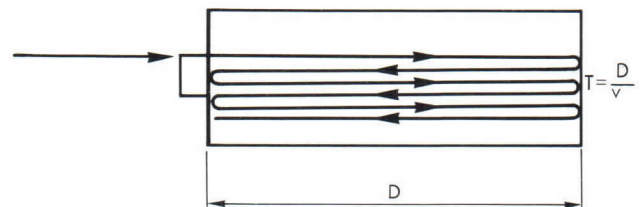
Pour certaines applications, il peut être intéressant d'obtenir un train d'impulsions retardées à partir d'une impulsion unique.

Deux types de lignes à retard peuvent satisfaire cette exigence :

### 2.2.1 - Lignes à ondes de volume fonctionnant en réflexion

Ce type de ligne permet de recueillir sur le transducteur d'entrée le train des impulsions réfléchies qui sont toutes distantes de  $2T = \frac{2D}{v}$

Les caractéristiques obtenues avec des lignes à transducteurs déposés sont directement dérivées des lignes fonctionnant en transmission .



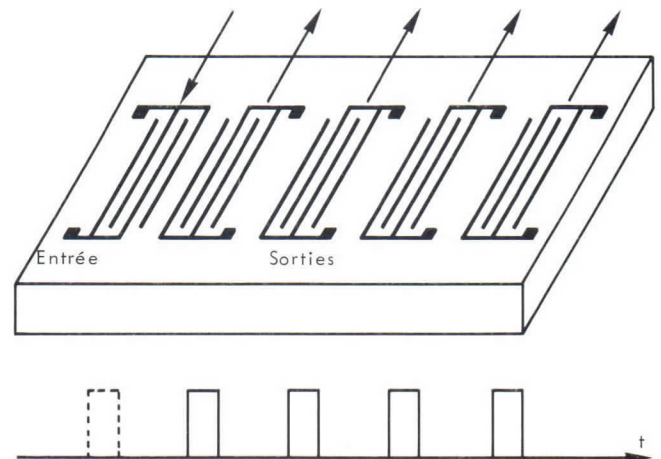
NIVEAU DES PERTES D'INSERTION (dB)

Fréquence		Bande L		Bande S		Bande C	
Bande passante relative		10 %	40 %	10 %	40 %	10 %	40 %
Pertes d'insertion pour la première impulsion réfléchie	2 T =						
	2 $\mu$ s	25	35	30	45	50	65
	10 $\mu$ s	40	50	75	—	—	—
	20 $\mu$ s	55	65	—	—	—	—
Niveau différentiel entre deux impulsions réfléchies successives	2 T =						
	2 $\mu$ s	3	5	8	10	20	25
	10 $\mu$ s	15	20	40	—	—	—
	20 $\mu$ s	30	40	—	—	—	—

### 2. 2. 2 - Lignes à ondes de Rayleigh à prises multiples

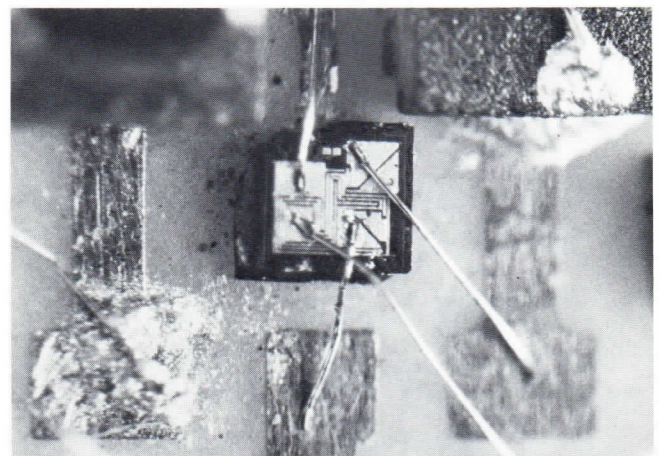
Il a déjà été mentionné que l'avantage exceptionnel des ondes de surface est la possibilité de prélever l'énergie du signal tout le long du chemin parcouru par l'onde acoustique.

En appliquant cette propriété à la fonction retard, la première application est la réalisation d'une ligne à retard à une entrée et plusieurs sorties.



L'adaptation d'impédance des transducteurs des lignes à retard à ondes de surface est réalisée par des transistors à effet de champ rapportés directement sur le substrat sous forme de "puce".

Le fil de connexion est soudé au transducteur par thermocompression.



### Caractéristiques

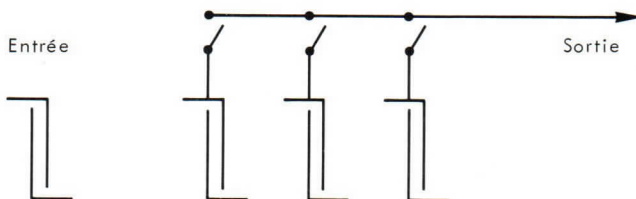
Le niveau des pertes d'insertion est identique à celui indiqué dans le tableau précédent pour les lignes à retard simple. Les autres paramètres définissant une ligne à prises sont les suivants :

- Retard entre prises 0, 1  $\mu$ s min.
- Retard entre l'entrée et la première prise 0, 5  $\mu$ s min.
- Niveau différentiel entre deux prises quelconques :  $\pm 1$  dB.

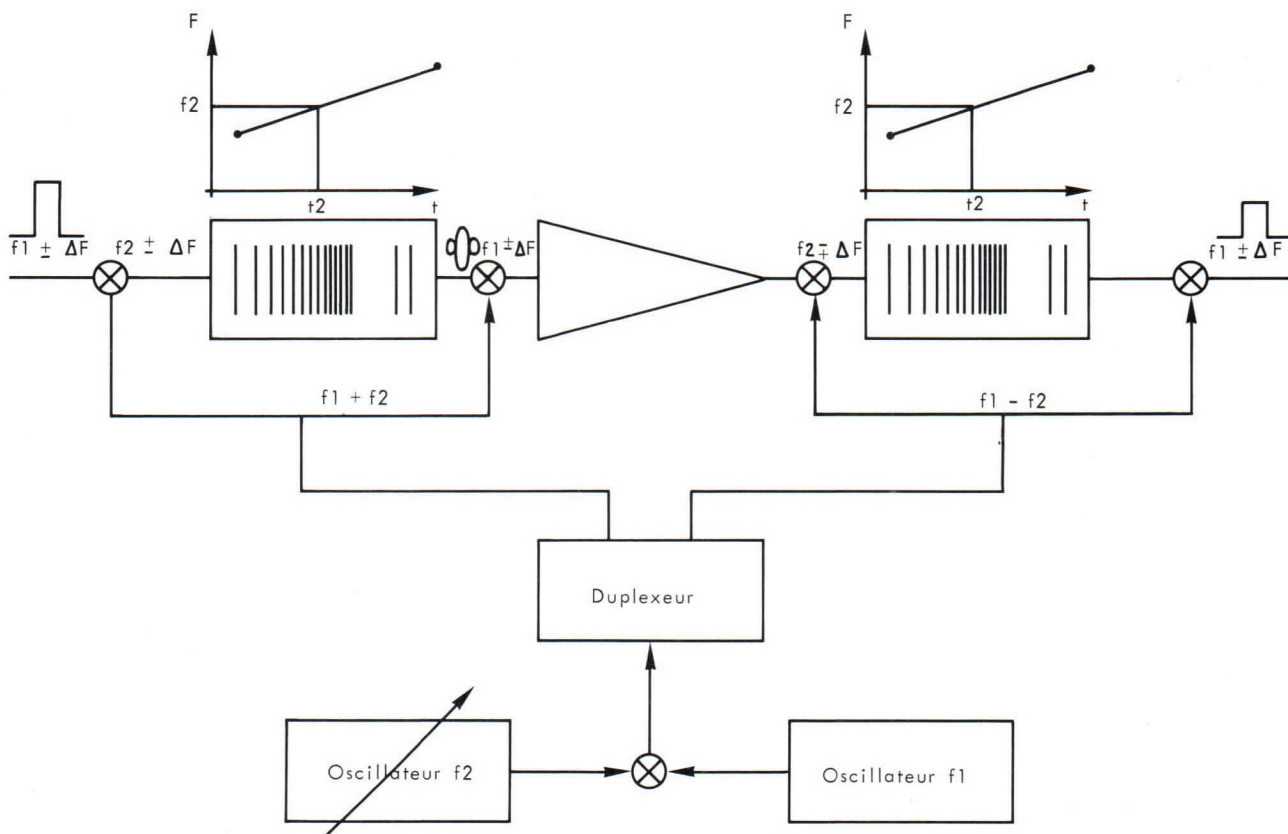
## 2. 3 - Lignes à retard variable

### 2. 3. 1 - Retard variable par plots

La possibilité de rapporter des "puces" directement sur le substrat d'une ligne à prises, permet de réaliser des fonctions hybrides compactes, par exemple la commutation des peignes, de façon à obtenir en sortie du dispositif un retard variable pas à pas. Les distances entre prises pouvant, avec un bon découplage descendre jusqu'à 100 ns, la résolution du système est suffisante pour bon nombre d'applications.



### 2. 3. 2 - Retard continûment variable utilisant deux lignes dispersives.



Le principe des lignes dispersives couramment utilisées pour la compression d'impulsion Radar et l'analyse spectrale, est explicité dans le paragraphe 3 ci-après (page 20)

Ces lignes ont une variation du retard variable avec la fréquence. Comme le montre le diagramme ci-dessus, cette caractéristique peut être utilisée pour réaliser un retard variable.

On verra, dans le paragraphe traitant de l'analyse spectrale, que la réponse d'une ligne dispersive à une impulsion de fréquence  $f_1$ , de spectre  $\pm \Delta F$  est, sous certaines conditions, l'image étalée dans le temps de son spectre.

La transformation inverse permet, après inversion de spectre, de remettre en forme l'impulsion.

Le système montre que les signaux vus par les lignes à retard sont à fréquence centrale  $f_2$ , indépendante de la fréquence à analyser  $f_1$ .

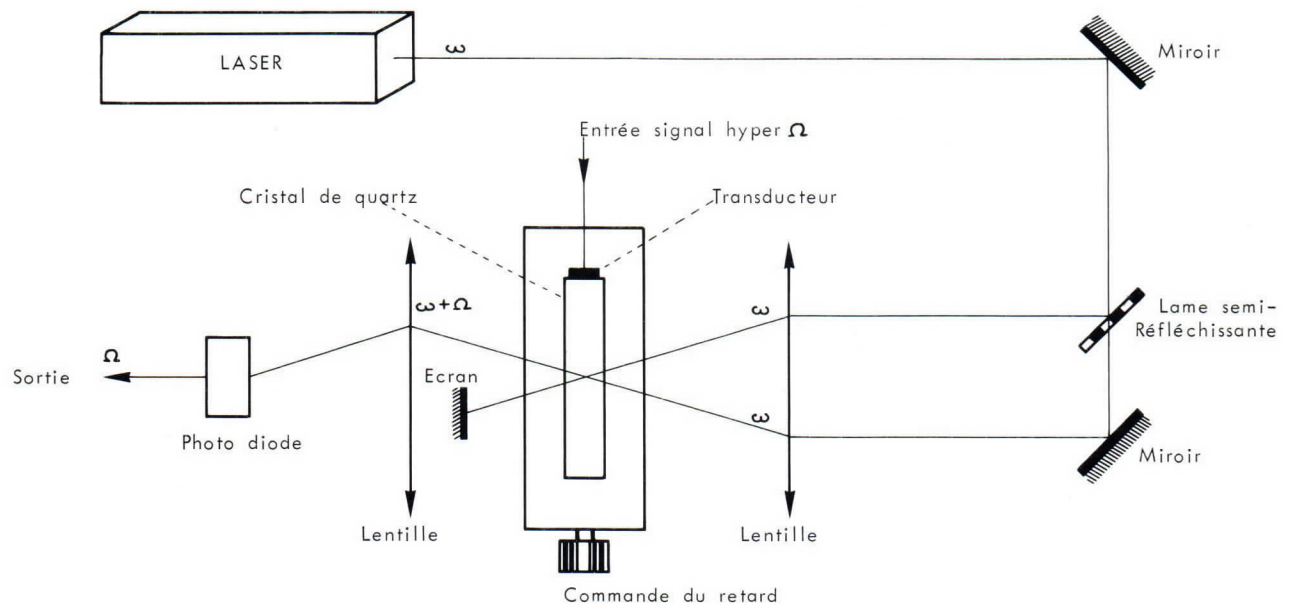
L'impulsion de sortie se retrouve à la fréquence  $f_1$ , avec un retard égal à  $2 t_2$ .

Le retard ainsi obtenu est donc uniquement fonction de la fréquence  $f_2$ . On peut donc, par variation de  $f_2$  faire varier le retard. L'oscillateur fonctionnant à la fréquence  $f_1$  doit évidemment être calé sur la fréquence centrale de l'impulsion à retarder.

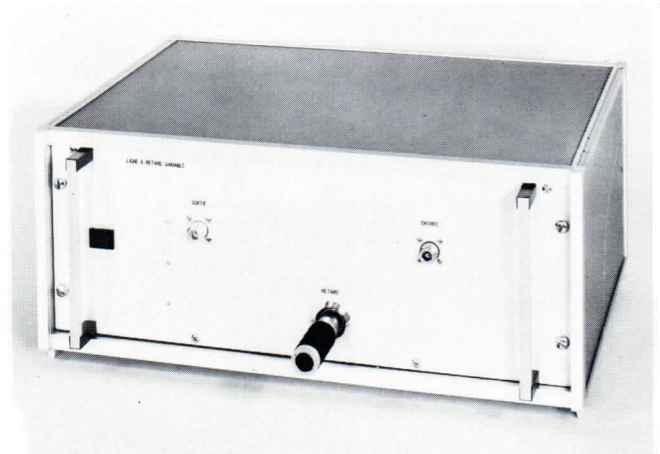
### 2.3.3 - Retard continûment variable utilisant l'interaction d'un faisceau laser avec des ondes acoustiques de volume

Les phénomènes d'interaction des ondes lumineuses avec les ondes acoustiques, qui ont permis de réaliser des modulateurs et des défecteurs de lumière, ont également été utilisés pour la réalisation d'une ligne à retard continûment variable, comme indiqué sur le schéma ci-dessous.

Une partie du faisceau laser est diffractée et modulée en fréquence par l'onde acoustique. En faisant battre ce faisceau avec une partie de faisceau non diffractée, une détection super-hétérodyne peut être réalisée.



Les dimensions de ce dispositif et ses pertes d'insertion assez élevées limitent encore son emploi au laboratoire. Une précision de 2 ns sur la valeur du retard et la possibilité d'obtenir une variation continue du retard entre 50 ns et plusieurs microsecondes fait néanmoins de ce dispositif un instrument unique pour les étalonnages en laboratoire.

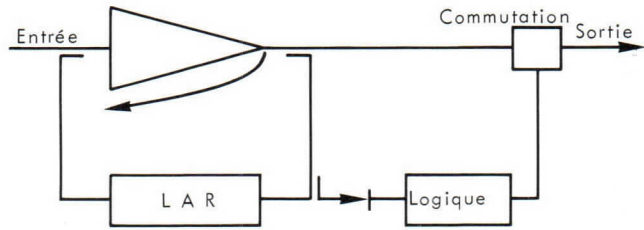


Fréquence centrale MHz	Bande passante %	Retard (1) $\mu s$	Pertes d'insertion à la fréquence centrale dB	Variation des pertes en fonction du retard dB	TOS
300 - 800	20	0,05 - 6	80 - 100	6 - 10	2,5

(1) Valeurs extrêmes entre lesquelles le retard peut être ajusté de façon continue.

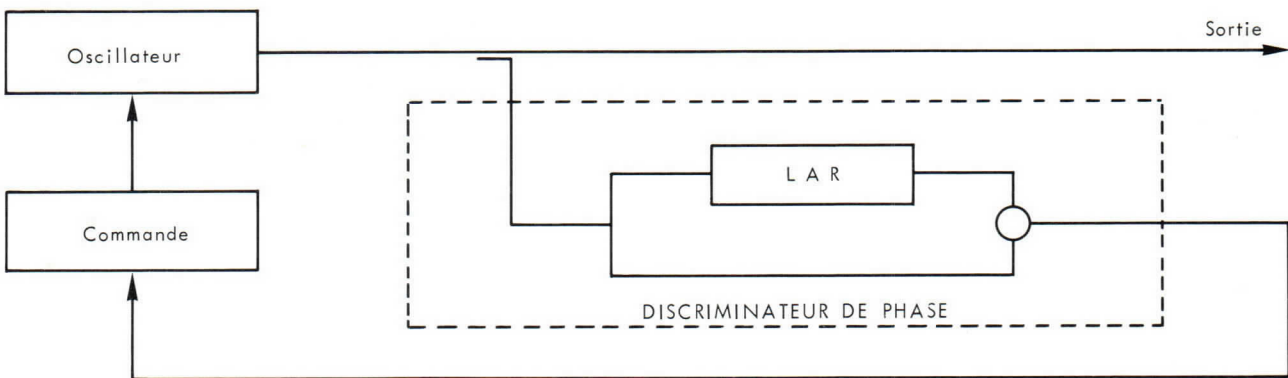
## 2.4 - Applications

La fonction "retard" est directement utilisable en tant que mémoire. Lorsqu'il s'agit de stocker des informations, le problème de la capacité de stockage est essentiel. On a donc souvent besoin dans ce cas, de retards très longs pouvant être obtenus au moyen des lignes à retard à pertes compensées par amplification intégrée, ou bien par une mémoire à recirculation composée d'une ligne à retard bouclée sur un amplificateur.

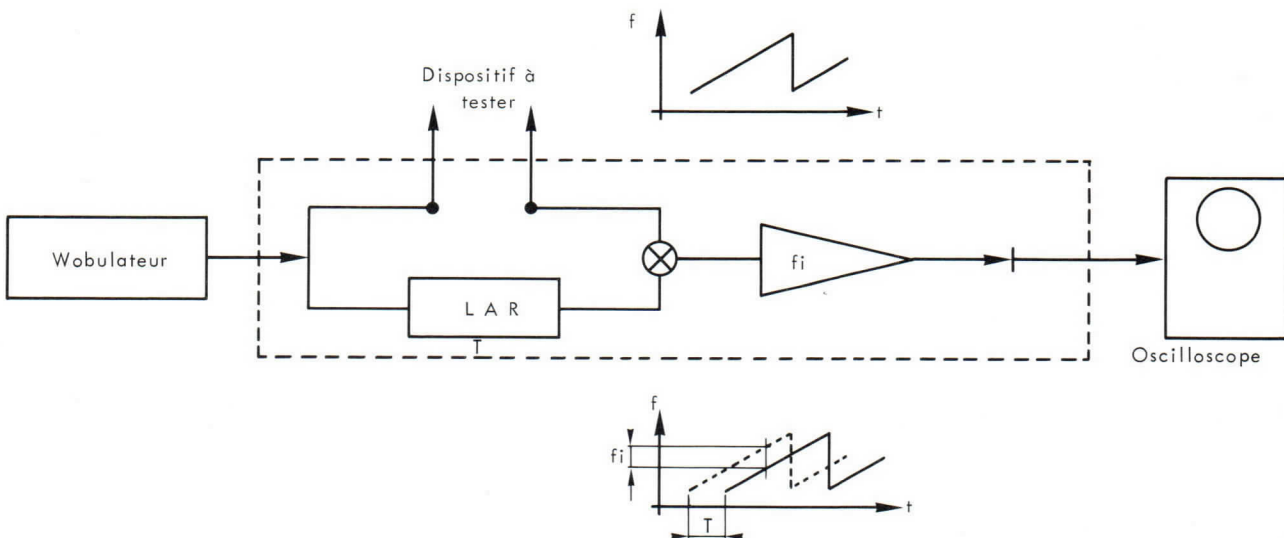


Par ailleurs, la fonction "retard" est dans tous systèmes de détection électromagnétique, directement associable à la distance de la cible =  $1 \mu s = 150 \text{ m}$  (aller et retour). De nombreuses fonctions : calibration, simulation, génération de faux échos etc. peuvent donc être réalisées avec des lignes acoustiques à retard fixe ou variable ou à retards multiples. Quelques unes sont décrites ci-après à titre d'exemple.

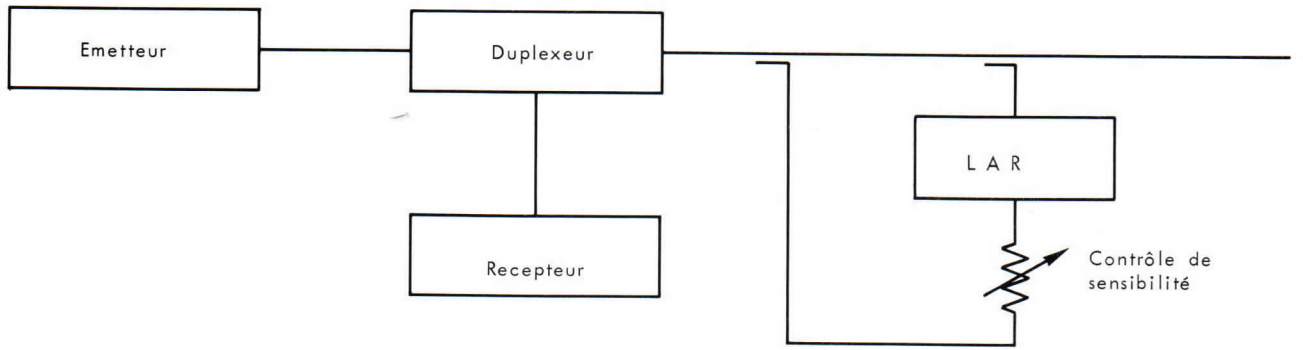
### ■ Verrouillage en fréquence des oscillateurs



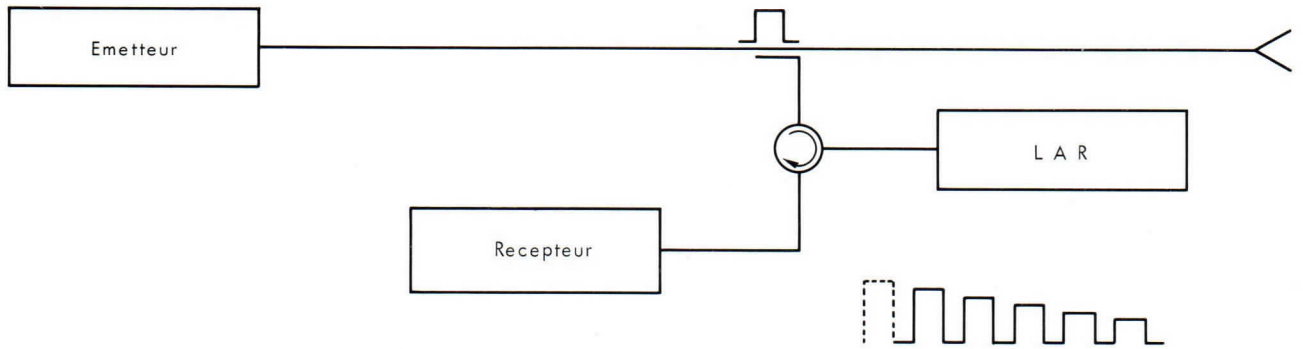
### ■ Oscillateur local retardé



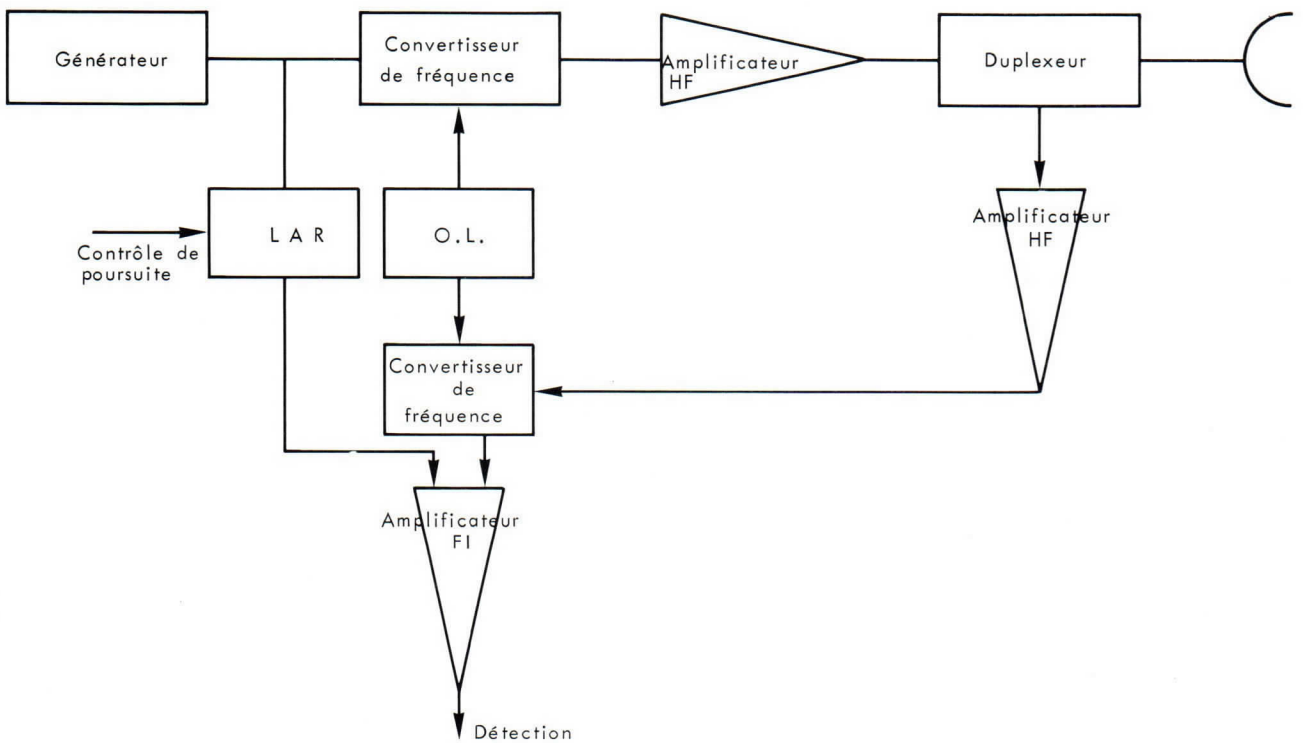
■ Test Radar



■ Calibration en distance



■ Corrélation Radar



### 3 - FILTRES ADAPTES

#### 3.1 - Généralités

Le filtrage adapté est une notion extrêmement importante pour les systèmes de détection. L'autocorrélation d'un signal détecté permet de l'extraire plus aisément du bruit.

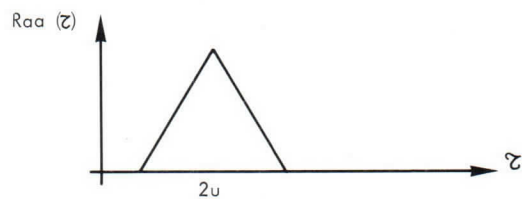
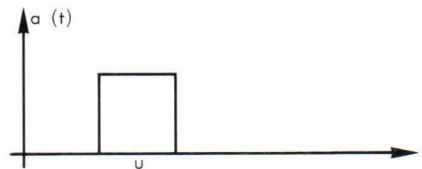
Le **facteur de corrélation R** est un coefficient définissant le degré de similitude entre deux fonctions. Dans le cas des signaux électriques, ce facteur est normalisé par rapport à l'énergie du signal et l'on a :

- R = 0 pour deux fonctions non identiques,
- R = + 1 pour deux fonctions identiques,
- R = - 1 pour deux fonctions symétriques.

La **fonction de corrélation R (τ)** exprime la variation de la surface commune à deux fonctions a (t) et b (t) en fonction de leur décalage (τ) dans le temps :

$$R_{ba}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T b(t) a(t - \tau) dt$$

Pour a (t) = b (t), Raa (τ) est la **fonction d'autocorrélation** du signal a (t).



Exemple : cas d'une impulsion rectangulaire a (t) de largeur u -

Un **filtre adapté** est par définition un filtre dont le signal de sortie est la fonction d'autocorrélation du signal d'entrée .

La condition nécessaire et suffisante pour que le filtre soit adapté est que sa fonction de transfert T (f) soit la conjuguée Φ\* (f) du spectre du signal d'entrée s (t)

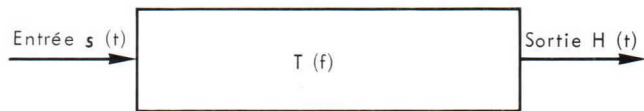
Le spectre du signal de sortie H(t) s'écrit alors : Φ(f) × T (f) = Φ(f) × Φ\*(f) et par conséquent équivalent à [Φ(f)]<sup>2</sup>. Dans ce cas, le signal de sortie H(t) est la fonction d'autocorrélation du signal d'entrée s(t).

Dans ce cas, le signal de sortie H (t) est la fonction d'autocorrélation du signal d'entrée s (t).

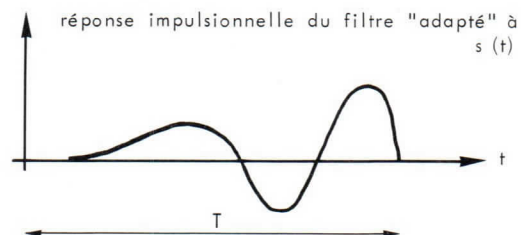
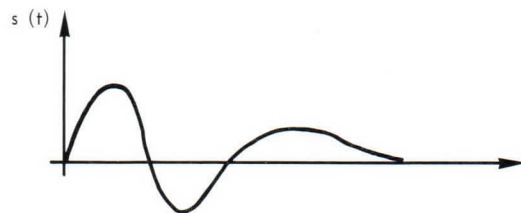
Il est utile de rappeler que le spectre d'un signal s (t) s'obtient en décomposant s (t) en série de Fourier. Le spectre d'une impulsion brève, dite de Dirac est infini. Dans ce qui suit, on appellera réponse impulsionnelle le signal obtenu à la sortie d'un filtre excité par une impulsion de Dirac, donc sa réponse à un spectre infini. Dans ce cas, le spectre du signal de sortie n'est autre que la fonction de transfert du filtre T (f).

Si l'on considère un signal réel s (t) la réponse impulsionnelle du filtre "adapté" à s (t) est s (- t). En pratique le filtre apporte un retard T et l'on obtient en sortie du filtre s (T - t).

Une chaîne de traitement de signal en milieu particulièrement perturbé comporte nécessairement la transformation d'un signal, suivie de sa transformation inverse. Dans les systèmes de détection, le filtrage adapté intervient au niveau de la détection.



Φ (f) = spectre de s (t)  
 T (f) = fonction de transfert du filtre



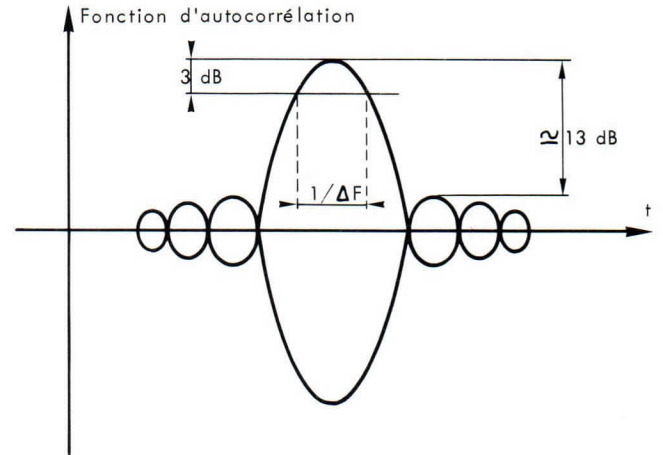
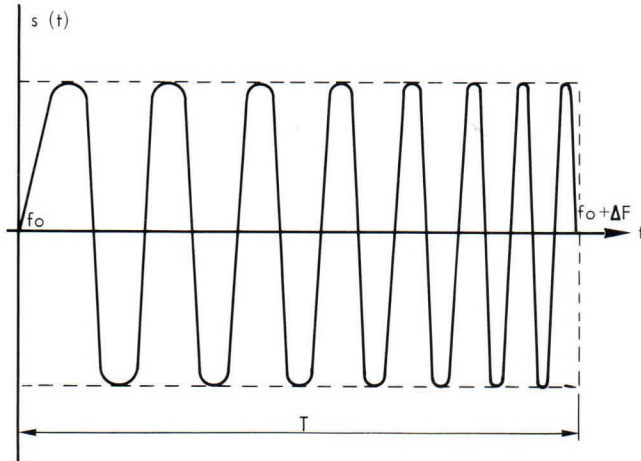


**3.2 - Filtres dispersifs adaptés - Applications à la compression d'impulsion et à l'analyse spectrale**

**3.2.1 - Généralités**

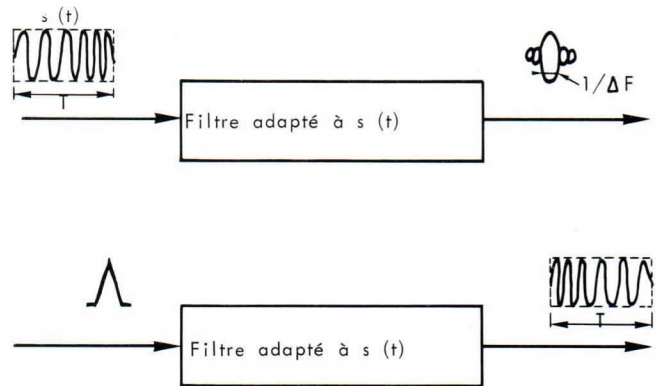
Un filtre dispersif adapté est un filtre "adapté" à un signal modulé en fréquence.

On peut montrer que la fonction d'autocorrélation d'une impulsion de durée  $T$  modulée en fréquence de  $f_0$  à  $f_0 + \Delta f$  est un signal de fréquence  $f_0 + \Delta f/2$ , dont l'amplitude en fonction du temps est une courbe  $\text{sinc}(t)$  dont la largeur à 3 dB est  $1/\Delta F$ . Le rapport entre la largeur  $T$  du signal  $s(t)$  et la largeur  $1/\Delta F$  de sa fonction d'autocorrélation est appelé **taux de compression**  $T \times \Delta F$ .

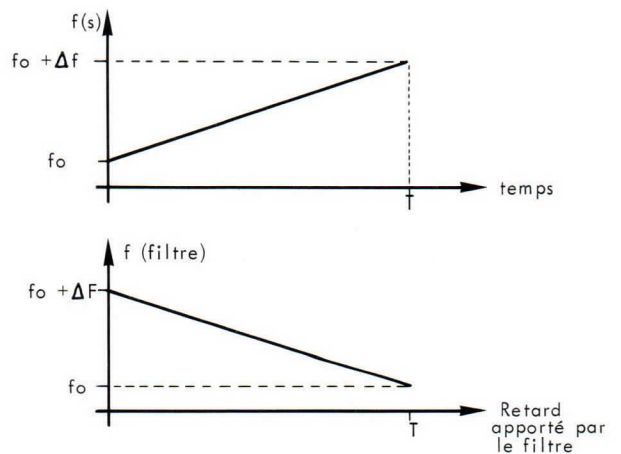


La réponse d'un filtre adapté au signal  $s(t)$ , à une impulsion modulée linéairement en fréquence sera un signal "comprimé".

La réponse impulsionnelle du même filtre sera une impulsion "expansée" modulée linéairement en fréquence suivant une pente inverse de celle de  $s(t)$  :



Pratiquement, le filtre doit apporter un retard variable en fonction de la fréquence, la dispersion du retard entre les fréquences  $f_0$  et  $f_0 + \Delta f$  étant égale à  $T$ , durée de l'impulsion  $s(t)$ .



La courbe fréquence/temps dont la pente est inverse de celle du signal  $s(t)$  caractérise donc le filtre "adapté" au signal  $s(t)$ .

Les ondes de surface ont permis de réaliser des filtres dispersifs très compacts qui ont pu remplacer les systèmes complexes à base de composants classiques qui décomposaient la bande du signal à corrélérer en sous-bandes élémentaires. Le filtre dispersif est incontestablement l'application la plus populaire et la plus largement utilisée aujourd'hui des composants acoustiques à ondes de surface.

De nombreuses études ont été réalisées dans les laboratoires du monde entier. A THOMSON-CSF, les études ont d'abord abouti à l'industrialisation des lignes dispersives à ondes de Rayleigh, en production courante depuis plusieurs années. Les lignes dispersives à ondes de Love seront industrialisées en 1974, pendant que se poursuivent les études sur les lignes à réseaux réfléchissants qui doivent aboutir à de très grands taux de compression.

**3.2.2 - Principes de fonctionnement des différentes lignes dispersives développées à THOMSON-CSF.**

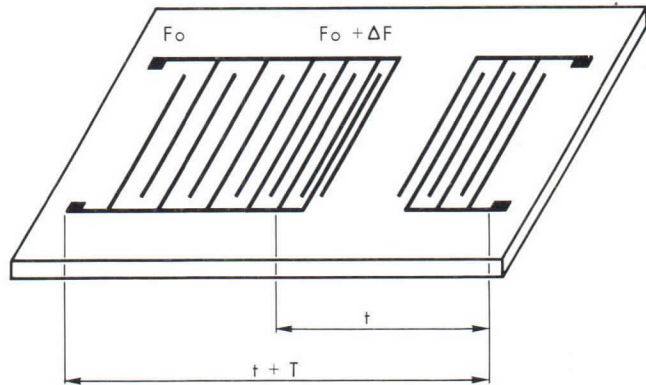
**a) Lignes dispersives à ondes de Rayleigh à peignes interdigités.**

La dispersion est réalisée au moyen d'un peigne constitué de doigts dont l'écartement varie en fonction de la distance.

Le peigne récepteur est à large bande ( $> \Delta F$ ).

La loi de variation du retard en fonction de la fréquence découle directement de la loi de modulation en fréquence du signal auquel le filtre doit être adapté.

Une propriété intéressante des peignes interdigités est qu'ils permettent, par une pondération appropriée, de réduire le niveau des lobes secondaires.



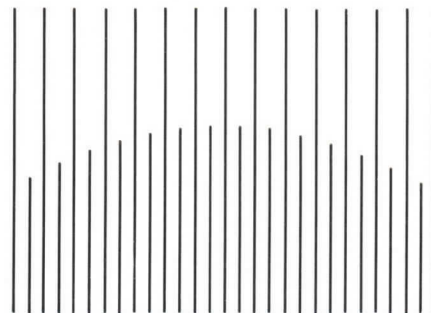
Un niveau de lobes secondaires de 13 dB n'est en effet généralement pas exploitable pour un radariste, et il faut trouver le moyen de s'en affranchir.

Deux types de pondération sont possibles au niveau du long peigne .

**Pondération en amplitude**

Le niveau d'excitation de chaque paire de dents est modulé en fonction de la distance, comme indiqué sur le schéma ci-contre.

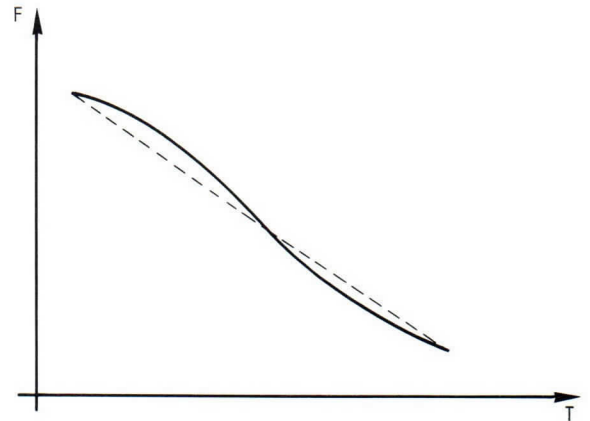
On conçoit alors que la puissance du signal de sortie est plus élevée au centre de la bande.



### Pondération en phase

La loi de dispersion n'est pas linéaire : on utilise une courbe en S.

Ce système de pondération, qui est le plus utilisé permet d'atteindre un niveau de lobes secondaires jusqu'à 30 dB en dessous du lobe principal.



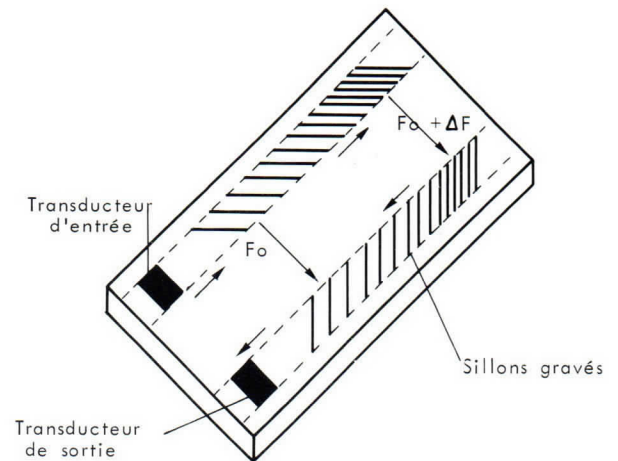
### b) Lignes dispersives à ondes de Love en milieu stratifié

Le principe de propagation des ondes de Love en milieu stratifié a été largement expliqué dans le Chapitre I (page 5)

### c) Lignes dispersives à réseaux réfléchissants

Ces dispositifs utilisent la propagation d'ondes de Rayleigh. Sur le substrat sont gravés des sillons réfléchissants obliques dont l'écartement varie en fonction de la distance. L'onde acoustique est réfléchiée à angle droit dans la région où le pas des sillons est égal à la longueur d'onde du signal. Une réflexion identique se fait sur un second réseau de sillons symétriques.

Le chemin parcouru par l'onde acoustique est donc fonction de la fréquence du signal.



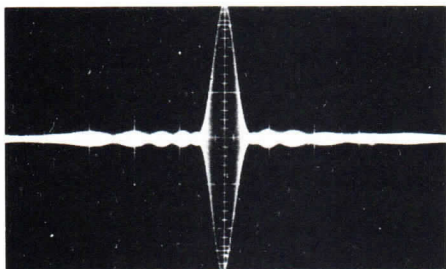
### 3. 2. 3 - Performances comparées des familles de produits

ETAT D'AVANCEMENT	PRODUCTION	INDUSTRIALISATION	DEVELOPPEMENT
Type	Lignes à peignes interdigués sur substrat piézoélectrique (Ondes de Rayleigh)	Lignes à milieu stratifié (Ondes de Love)	Lignes à réseaux réfléchissants (Ondes de Rayleigh)
Caractéristiques			
Fréquence centrale $F_0$ . . . . .	5 - 300 MHz	5 - 600 MHz	20 - 1000 MHz
Excursion de fréquence $\Delta F/F_0$ . . . . .	40 %	90 %	60 %
Impulsion longue T max. . . . .	40 $\mu$ s	10 $\mu$ s	100 $\mu$ s
Taux de compression T x $\Delta F$ max. . . . .	500	1000	3000
Pertes d'insertion min. . . . .	30 dB	20 dB	30 dB
Niveau des lobes secondaires . . . . .	13 - 30 dB	13 - 26 dB	13 - 26 dB

**3. 2. 4 - Applications**

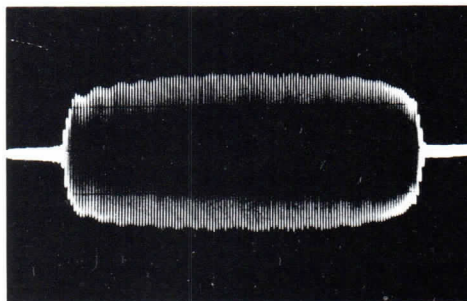
Les deux applications essentielles des filtres dispersifs sont la compression d'impulsion Radar et l'analyse spectrale :

**a) Compression d'impulsion**



IMPULSION COMPRISEE

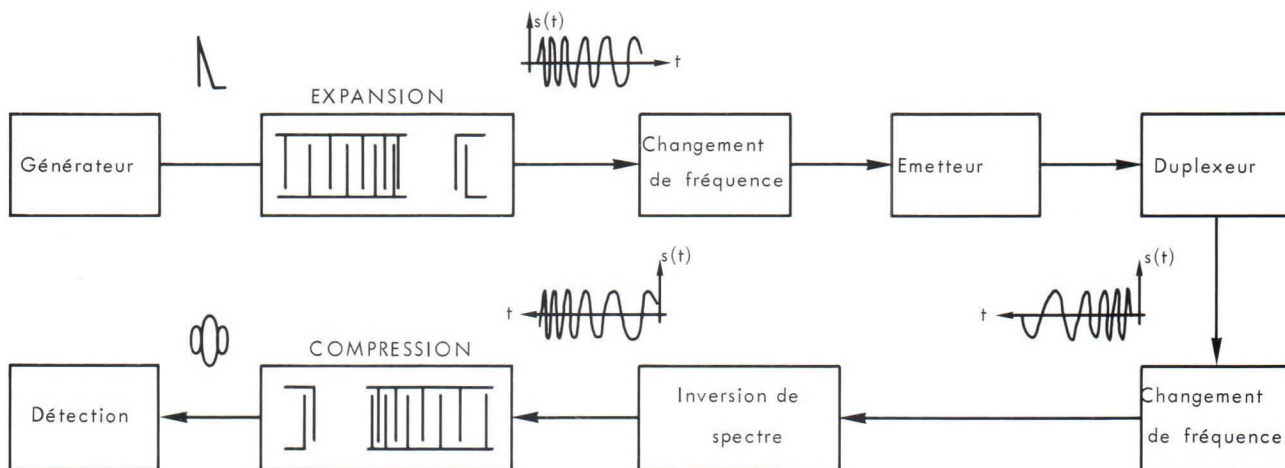
Horizontal = 0,5 μs/division  
 Vertical = 0,1 V/division



IMPULSION EXPANSEE

Horizontal = 0,5 μs/division

Le schéma ci-dessous donne les principes de fonctionnement d'un radar à compression d'impulsion utilisant deux lignes dispersives identiques à l'émission et à la réception, ce qui nécessite une inversion de spectre : la réponse impulsionnelle de la ligne est un signal modulé en fréquence  $s(t)$ . Elle est par conséquent, à la réception adaptée au signal  $s(-t)$ .

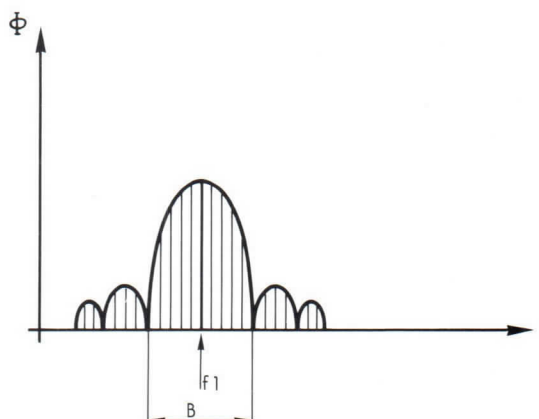


**b) Analyse spectrale**

**b<sub>1</sub> - Réponse d'un filtre dispersif à une impulsion Radar**

Une impulsion Radar de fréquence porteuse  $f_1$  et de durée  $t$  a un spectre  $\Phi$  de largeur théorique  $B = \frac{2}{t}$ .

Si cette impulsion est appliquée à une ligne dispersive, celle-ci est donc excitée par l'ensemble des raies du spectre  $\Phi$ . Compte tenu de la caractéristique de dispersion  $f(t)$  de la ligne, à chaque raie correspond un retard différent.



On retrouve donc en sortie de la ligne dispersive, l'image étalée dans le temps du spectre  $\Phi(f)$  de l'impulsion d'entrée.

Pour avoir une image du spectre non déformée, il faut que l'excursion de fréquence  $\Delta F$  de la ligne contienne largement le spectre à analyser.

Pratiquement, les limites sont les suivantes :

$$\frac{3}{2} \sqrt{T \Delta F} \leq \frac{T}{t} \leq \frac{T \Delta F}{4}$$

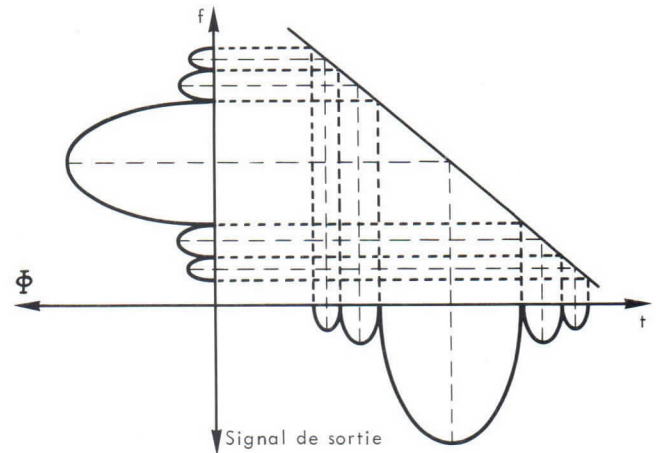
$$f_0 - \frac{\Delta F}{8} \leq f_1 \leq f_0 + \frac{\Delta F}{8}$$

- T = retard de la ligne  
t = largeur de l'impulsion à analyser  
 $\Delta F$  = dispersion de la ligne  
 $f_0$  = fréquence centrale de la ligne  
 $f_1$  = fréquence porteuse de l'impulsion à analyser

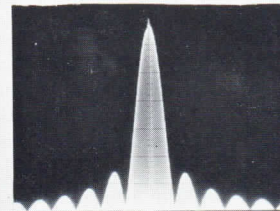
Les exemples ci-contre ont été réalisés avec une ligne ayant les caractéristiques suivantes :

- $f_0 = 125$  MHz  
 $\Delta F = 50$  MHz  
T = 10  $\mu$ s  
T x  $\Delta F = 500$

On peut analyser avec une telle ligne des impulsions de 80 à 300 ns.

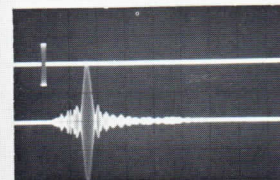


#### REPONSE A UNE IMPULSION DE 400ns DE LARGEUR, FREQUENCE PORTEUSE $F_0$

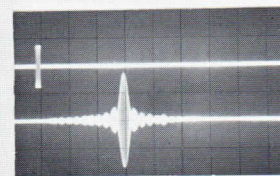


SPECTRE DE L'IMPULSION D'ENTREE

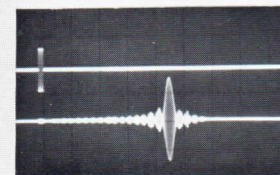
Ver.: linéaire  
Hor.: 3 MHz / div.



$F_0 = 140$  MHz



$F_0 = 125$  MHz



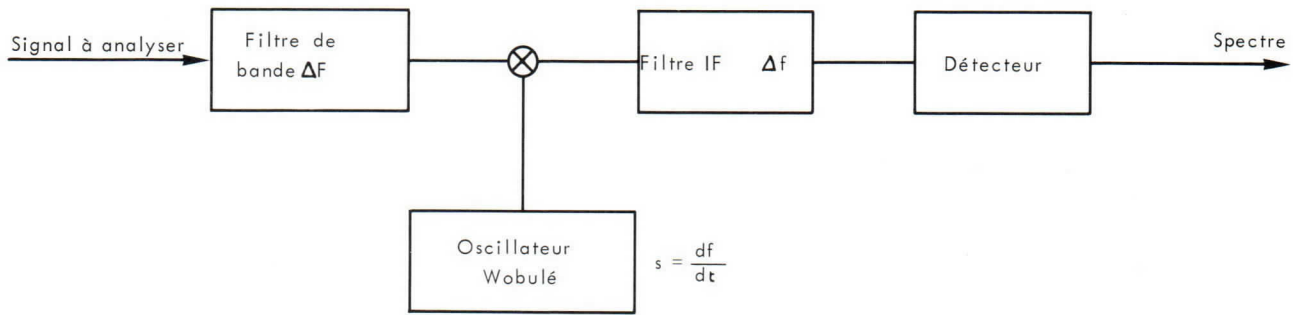
$F_0 = 110$  MHz

Hor.: 2  $\mu$ s / div.  
Fig.4

L'utilisation de lignes à retard dispersives pour reconnaissance rapide du spectre d'une impulsion Radar sur le site est donc une approche très intéressante parce que très simple (sans synchronisation) donc peu onéreuse. Il est bien évident qu'un tel système ne permet pas de faire une analyse fine, mais permet de se rendre compte immédiatement des déformations de spectre qui peuvent se produire sur un équipement en opération.

**b2 - Analyseur de spectre à balayage**

Le schéma d'un analyseur de spectre classique est indiqué ci-dessous :



Les signaux à analyser sont mélangés à un signal modulé en fréquence. La modulation est une dent de scie de pente :

$$s = \frac{df}{dt}$$

La largeur maximale du signal de sortie du filtre sera celle correspondant à l'analyse d'un signal continu, qui sera "vu" à l'entrée du filtre pendant un temps :

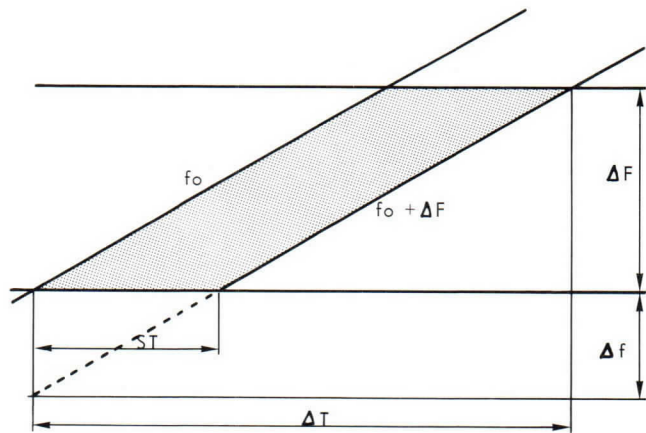
$$\delta T = \frac{\Delta f}{s}$$

Cette largeur limite la résolution du système et le nombre de cellules de résolution sera :

$$N = \frac{\Delta T}{\delta T} = \frac{\Delta F + \Delta f}{s} \cdot \frac{s}{\Delta f} = \frac{\Delta F + \Delta f}{\Delta f} = 1 + \frac{\Delta F}{\Delta f}$$

La probabilité de détection d'un signal quelconque dans la bande  $\Delta F$  pendant le temps d'analyse  $\Delta T$  est le rapport de la surface hachurée à la surface totale  $\Delta F \times \Delta T$ . Cette probabilité, ou sensibilité du système est donc :

$$S = \frac{\delta T \times \Delta F}{\Delta T \times \Delta f} = \frac{\delta T}{\Delta T} = \frac{1}{N}$$



**Un filtre de bande a donc une grande résolution lorsque sa sensibilité est faible et réciproquement. Il en résulte que pour avoir une grande résolution, il faudra que  $\Delta f$  soit faible devant  $\Delta F$ . En conséquence, on aura dans ce cas :**

$$N = \frac{1}{S} \approx \frac{\Delta F}{\Delta f}$$

Il est possible de s'affranchir de cette dépendance en utilisant un filtre dispersif de bande  $\Delta f$  dont la dispersion de retard dans la bande est  $\Delta \tau$ . Son taux de compression est  $k = \Delta \tau \cdot \Delta f$ . Un signal continu se présente après mélange à l'entrée du filtre comme un signal modulé linéairement en fréquence.

Si la loi de dispersion du filtre a la même pente que celle du signal de modulation soit  $\frac{\Delta f}{\Delta \tau} = s = \frac{\Delta F}{\Delta T}$  le signal de sortie sera une "impulsion comprimée" de largeur :

$$\delta T = \frac{1}{\Delta F}$$

La résolution du système devient alors :

$$N = \frac{\Delta T}{\delta T} = \Delta T \Delta f = \Delta \tau \frac{\Delta F}{\Delta f} \cdot \Delta f = \Delta \tau \Delta f \times \frac{\Delta F}{\Delta f} = k \frac{\Delta F}{\Delta f}$$

qui est à comparer à la formule du filtre classique à bande étroite :  $N = \frac{\Delta F}{\Delta f}$

La sensibilité du système reste comme dans le cas précédent :

$$S = \frac{\Delta f}{\Delta F + \Delta f}$$

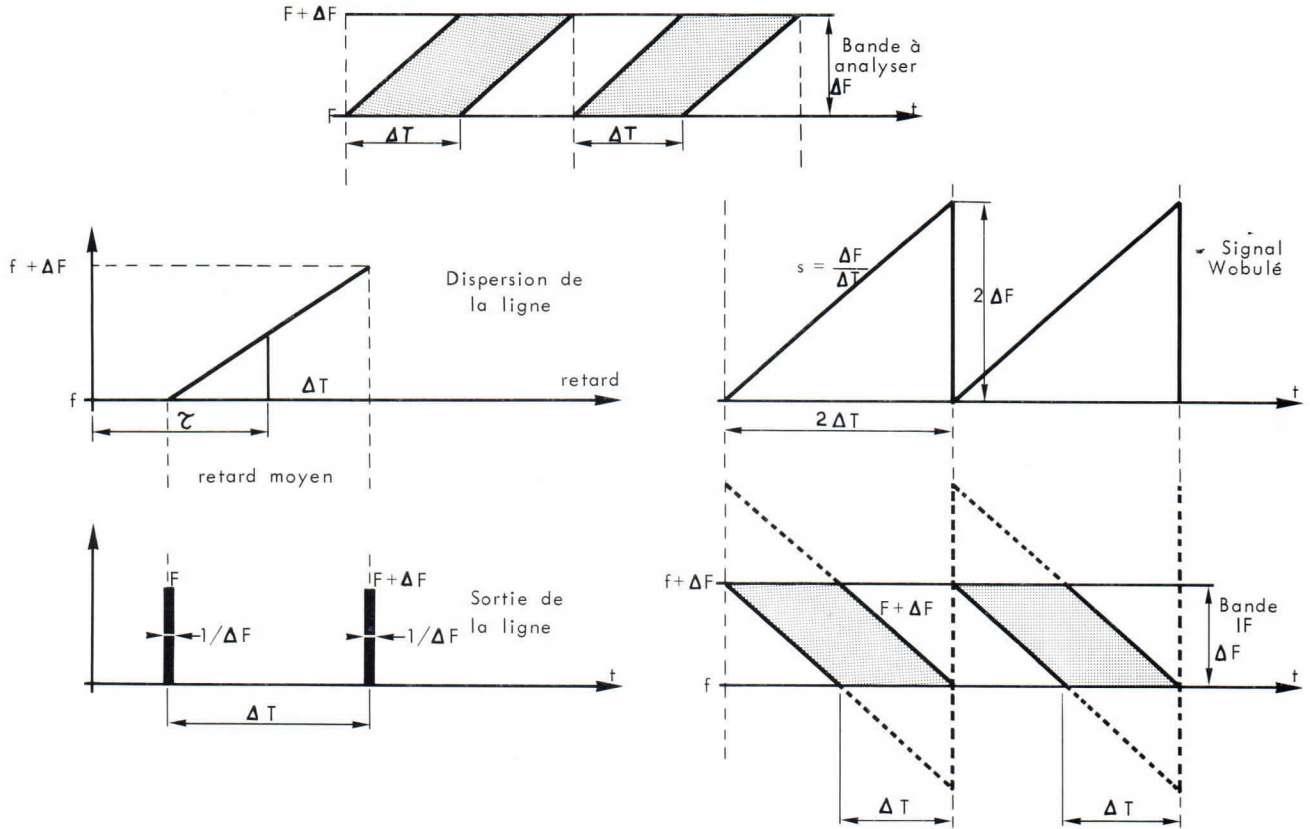
Ces formules montrent que la **sensibilité et la résolution croissent ensemble avec la bande du filtre dispersif.**

On utilisera donc pleinement les possibilités d'une ligne dispersive lorsque sa bande sera égale à la bande à analyser  $\Delta f = \Delta F$ .

On a donc dans ce cas :

$$N = k = \Delta T \cdot \Delta F$$

$$S = \frac{1}{2}$$



ANALYSEUR DE SPECTRE UTILISANT UN FILTRE  
DISPERSIF DE BANDE  $\Delta f = \Delta F$

On voit sur ce diagramme que deux signaux continus aux fréquences  $F$  et  $F + \Delta F$ , apparaissent en sortie du système sous forme de deux impulsions de largeur  $\frac{1}{\Delta F}$  et distantes de  $\Delta T$ .

Si l'on veut comparer un système à filtre classique de bande étroite  $\Delta f$  et un système à filtre dispersif, on a :

- dans le cas du filtre classique  $N = \frac{1}{S} \approx \frac{\Delta F}{\Delta f}$
- dans le cas du filtre dispersif  $N' = k = \Delta T \cdot \Delta F$   
 $S = \frac{1}{2}$

A résolution égale des deux systèmes on a :  $N = N'$ , soit  $\frac{\Delta F}{\Delta f} = \Delta T \cdot \Delta F$  d'où  $\Delta f = \frac{1}{\Delta T}$

Le gain en sensibilité d'un filtre dispersif par rapport au filtre à bande étroite est donc :  $\frac{S'}{S} = \frac{\Delta T \Delta F}{2} = \frac{k}{2}$

On voit donc qu'un multiplexage de deux analyseurs à filtres dispersifs de dispersion  $(\Delta T, \Delta F)$  permet d'explorer la bande  $\Delta F$  pendant toute la durée d'analyse, alors qu'il faudrait  $N = \Delta T \Delta F$  filtres à bande étroite  $\frac{1}{\Delta T}$  pour obtenir le même résultat.

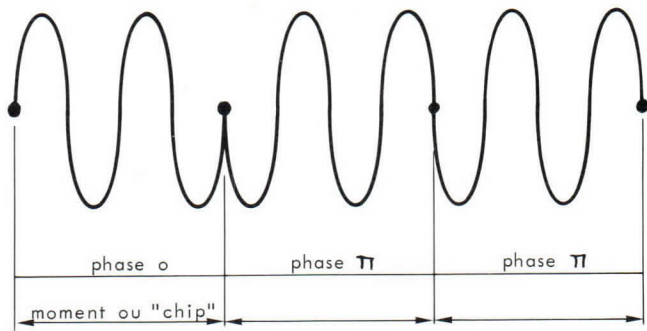
### 3.3 - Filtres de phase : Application au codage/décodage et au calcul matriciel

#### 3.3.1 - Généralités

##### a) Définitions :

- **Mot de code (Bit)** : suite de n moments.
- **Fréquence horloge** : fréquence de répétition des moments.
- **Fréquence centrale** : fréquence de la porteuse.

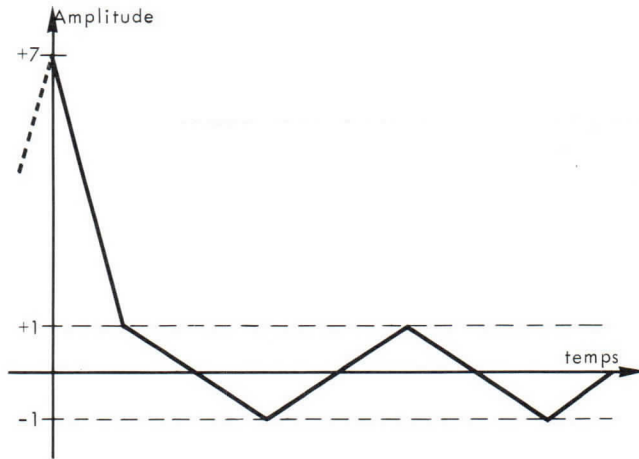
Le signal de sortie d'un filtre "adapté" à un signal codé en phase contient un pic de corrélation caractéristique du code utilisé.



##### b) Codes de Barker

Les codes de Barker sont caractérisés par des lobes secondaires dont l'amplitude est constante de part et d'autre du lobe principal. L'amplitude du lobe principal est proportionnelle au nombre de moments du code, (au maximum 13).

Exemple : Code de Barker à 7 moments.



##### c) Séquences binaires pseudo aléatoires

La fonction d'autocorrélation d'une séquence parfaitement aléatoire est un triangle. Certains arrangements, dits "pseudo-aléatoires" permettent d'obtenir un signal d'autocorrélation composé d'un pic central et de lobes secondaires. Le rapport de la largeur du pic de corrélation à la largeur totale du signal est le taux de compression. A énergie constante, le gain sur le rapport signal/bruit est égal au taux de compression.

##### d) Application :

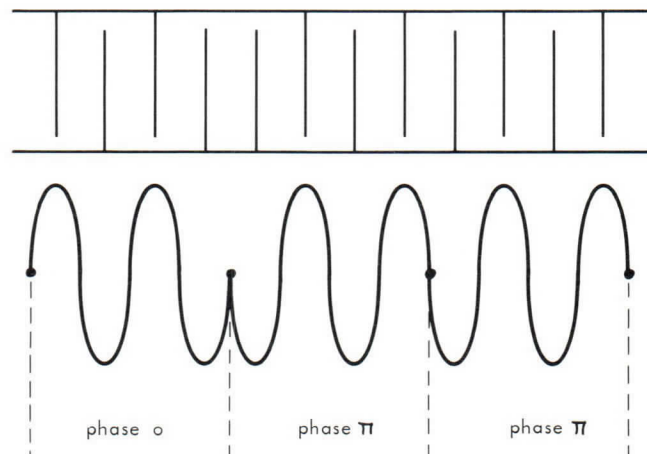
Il est possible d'envoyer une information binaire 0,1 si aux valeurs 0 et 1 correspondent respectivement deux mots de code de n moments ayant une intercorrélacion aussi faible que possible. Il est alors nécessaire d'effectuer à l'émission et à la réception une commutation synchrone des deux mots de code.

#### 3.3.2 - Les Composants

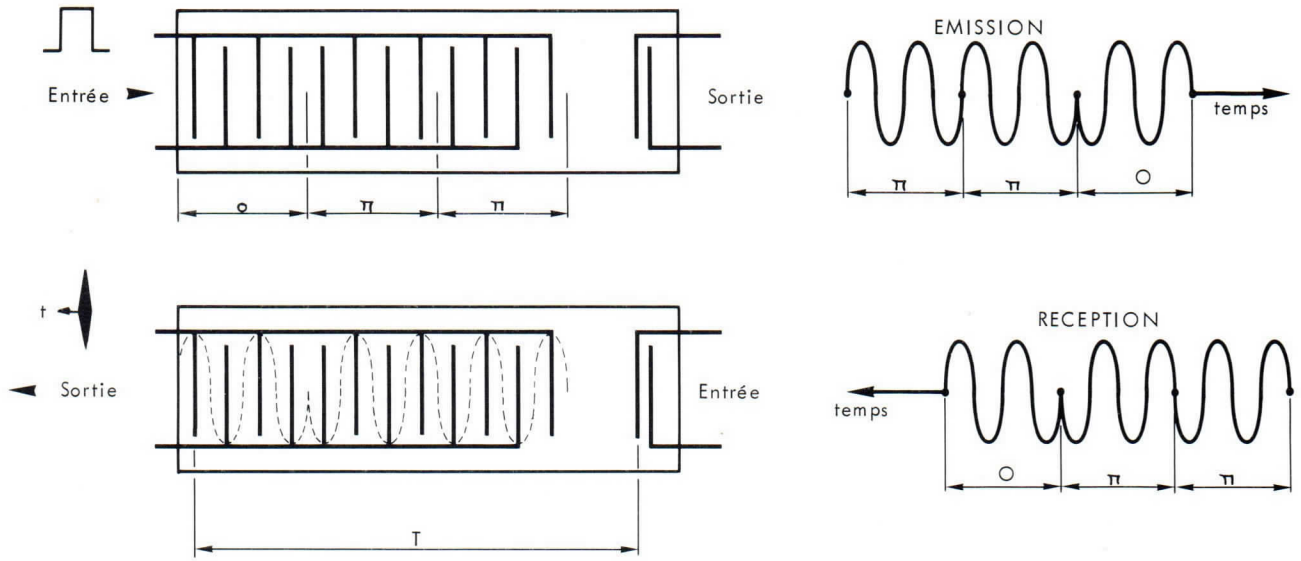
##### a) Codes fixes

Un transducteur interdigité peut, suivant l'arrangement des dents du peigne émettre un signal codé en phase, par exemple :

Donc, si on utilise pour émettre un signal codé un dispositif comme indiqué ci-dessous, on voit que si le même dispositif est utilisé de façon symétrique à la réception, après le retard T apporté par la ligne, le signal reçu se trouvera en phase avec la configuration des transducteurs et l'on obtiendra en sortie le pic d'autocorrélation du signal d'émission.

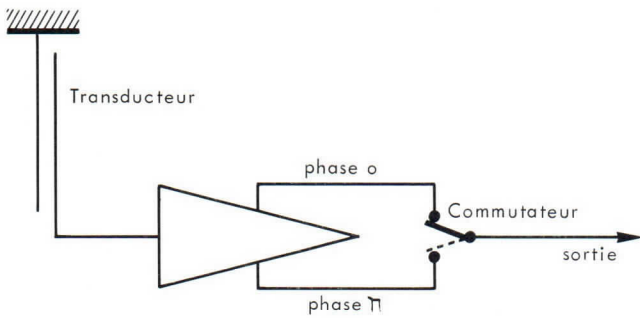




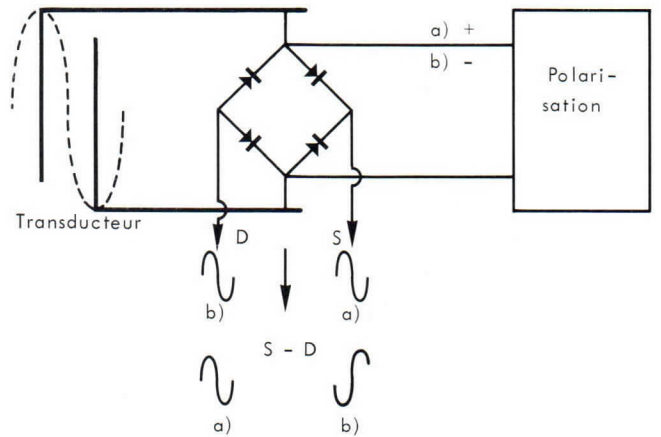


**b) Codes programmables**

Pour réaliser un code programmable, on peut utiliser une ligne à prises en commutant la phase au niveau de chaque prise, soit par diodes soit par transistors.



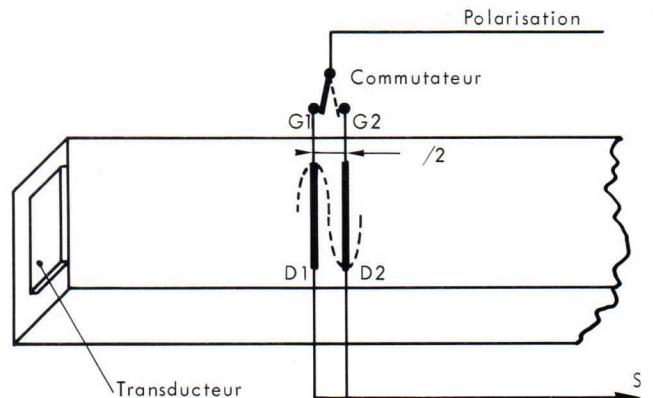
COMMUTATION PAR TRANSISTOR



COMMUTATION PAR DIODES

On peut également faire la détection d'une onde de surface en utilisant l'effet piézorésistif d'un MOS (PIEZOMOS). L'avantage de ce système est que le signal détecté en sortie du MOS sur son drain D dépend de la polarisation appliquée sur sa grille G. On peut donc contrôler avec rigueur l'amplitude du signal détecté sur chaque prise.

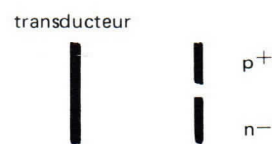
L'onde de surface qui se propage sur un substrat de Silicium est excitée par un transducteur soudé en bout du substrat.



Au lieu de commuter deux MOS identiques distants de  $\lambda/2$  il est possible de commuter deux MOS complémentaires (p+ et n-) équidistants du transducteur d'entrée :

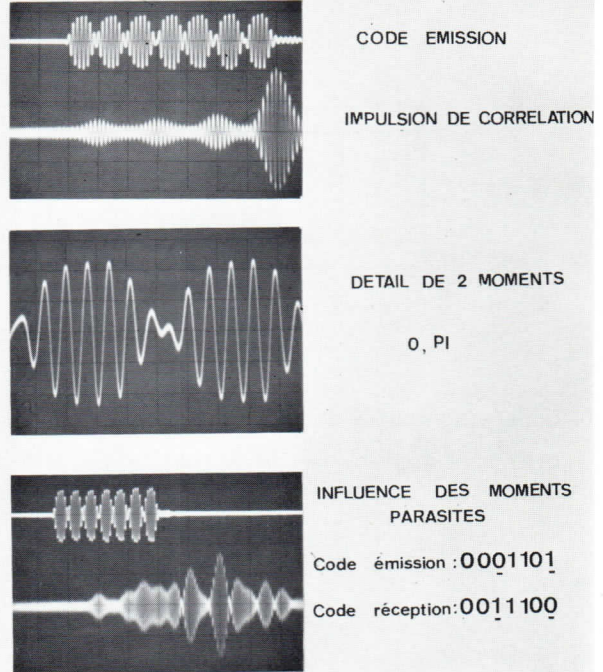
on inverse ainsi le sens du signal suivant le MOS alimenté et l'on n'est pas limité en fréquence comme dans le cas précédent.

Ces dispositifs sont en cours de développement.



### CODE DE BARKER A SEPT MOMENTS

$F_0=70$  MHz  $B=10$ MHz Durée du moment:0,1 $\mu$ s



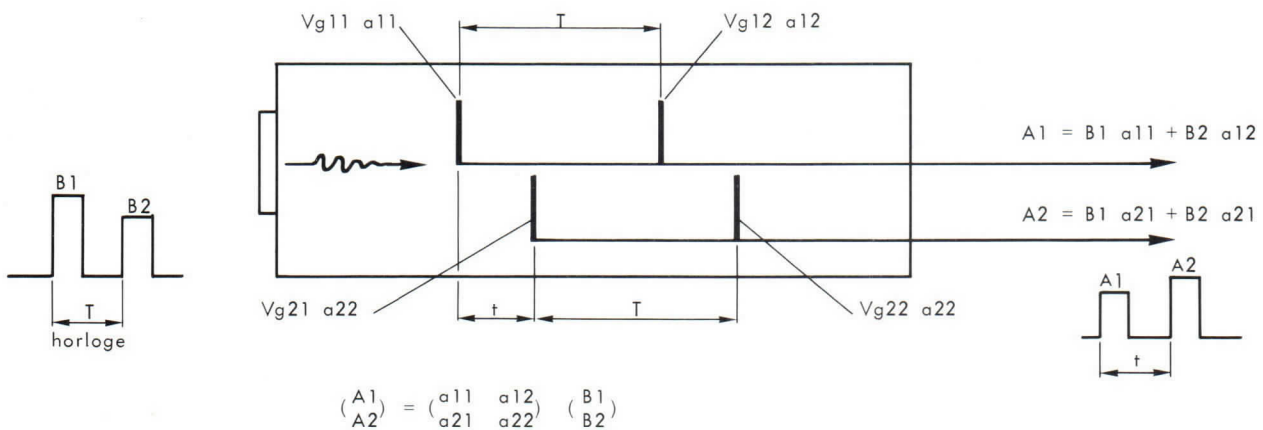
#### 3. 3. 3 - Exemple de réalisation

Les résultats ci-dessous illustrent la réalisation d'un Code de Barker à 7 moments obtenu avec une ligne à prises sur substrat piézoélectrique.

#### 3. 3. 4 - Application des PIEZOMOS au calcul matriciel

Les études en cours sur la détection par Piézosmos déboucheront prochainement sur des dispositifs capables d'effectuer des transformations linéaires en un temps considérablement plus court que celui dont sont capables les systèmes logiques. On peut donc envisager d'insérer de tels dispositifs dans une chaîne de traitement digitale.

Le principe d'une transformation linéaire est indiqué ci-après :



Les polarisations  $V_{gij}$  sont ajustées pour que le signal de sortie soit proportionnel à  $a_{ij}$ . Beaucoup de problèmes pratiques se ramènent à  $a_{ij} = 0$  ou  $\pm 1$ .

## 4 - FILTRES DE BANDE

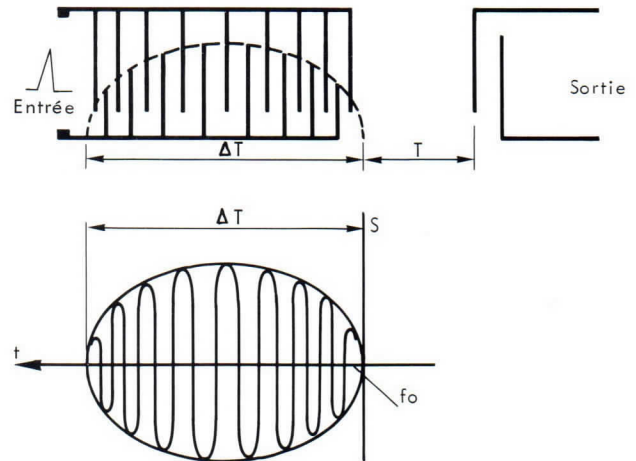
### 4.1 - Généralités

Un transducteur à peignes est équivalent à un ensemble de générateurs répartis sur la surface du substrat piézoélectrique. L'espacement entre chaque paire de doigts détermine la fréquence optimale de fonctionnement, et leur longueur, l'amplitude du signal engendré.

Le signal résultant de cet ensemble de signaux élémentaires est lié directement à la loi de variation de ces deux paramètres ainsi qu'à leur position.

Considérons par exemple un transducteur constitué de doigts équidistants, leur espacement correspondant à une fréquence de fonctionnement  $f_0$ , et dont l'amplitude varie comme une courbe en cloche.

Si ce transducteur est excité par une impulsion brève, toutes les paires de dents vont résonner à la fréquence  $f_0$  avec une amplitude proportionnelle à la longueur des doigts. On va donc retrouver en sortie après un retard  $T$  un signal de porteuse  $f_0$ , de durée  $\Delta T$  et dont l'enveloppe est l'image du dessin du peigne.



Rappelons que nous avons trouvé un résultat analogue dans le cas des lignes dispersives puisque la réponse impulsionnelle est alors un signal modulé en fréquence selon la loi de variation de l'espacement des doigts.

**Dans tous les cas de figure, la réponse impulsionnelle d'un transducteur interdigité est donc l'image dans le temps de la loi de variation dans l'espace, en fréquence et en amplitude de ce transducteur.**

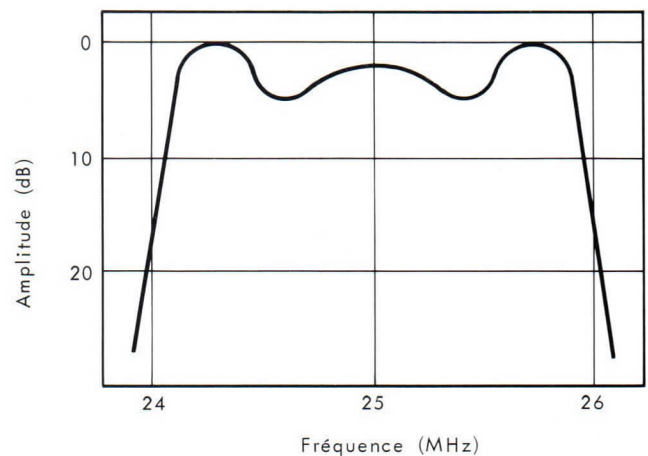
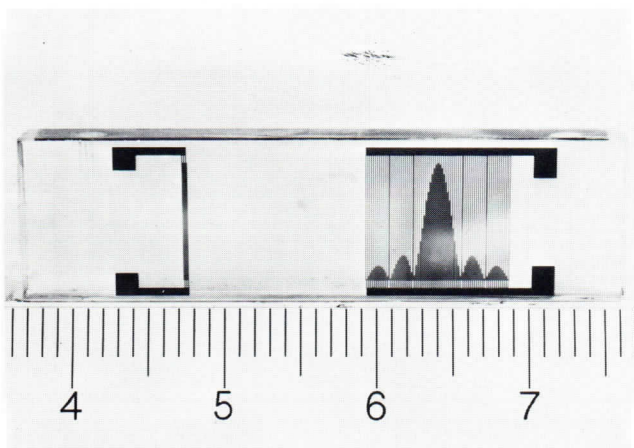
La transformée de Fourier de ce signal donne la fonction de transfert du transducteur.

On voit donc que la fonction de transfert d'un transducteur s'obtient en effectuant la transformée de Fourier de sa loi de variation spatiale.

Si par exemple on souhaite obtenir une fonction de transfert rectangulaire, le transducteur devra avoir une loi de variation en  $\frac{\sin x}{x}$

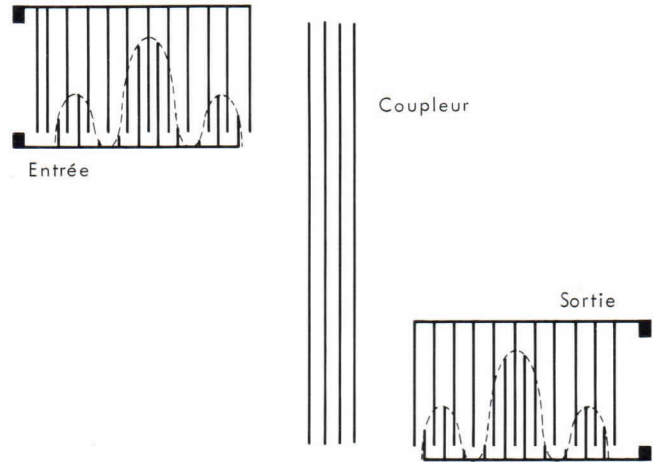
### 4.2 - Filtres à bande moyenne

Un transducteur interdigité en forme de  $\frac{\sin x}{x}$  n'étant par infini, sa fonction de transfert ne sera pas exactement rectangulaire.



On peut calculer très exactement la loi de variation des doigts du peigne à partir de la fonction de transfert désirée

On peut enfin améliorer la réjection du système en utilisant en sortie un transducteur identique au transducteur d'entrée, le couplage étant réalisé par un coupleur multistrrip :



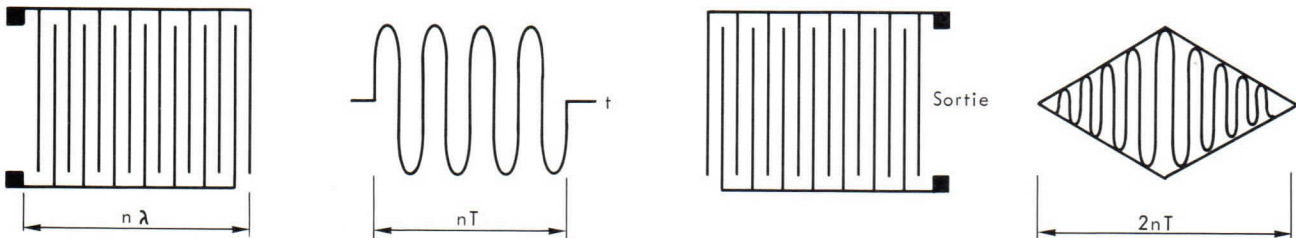
**Performances**

Fréquence centrale MHz	Bande passante %	Rejection minimale dB	Pertes dB
5 - 300	5 - 20	20	20 - 40

**4.3 - Filtres à bande étroite**

La réponse impulsionnelle d'un filtre est d'autant plus large que sa fonction de transfert est étroite.

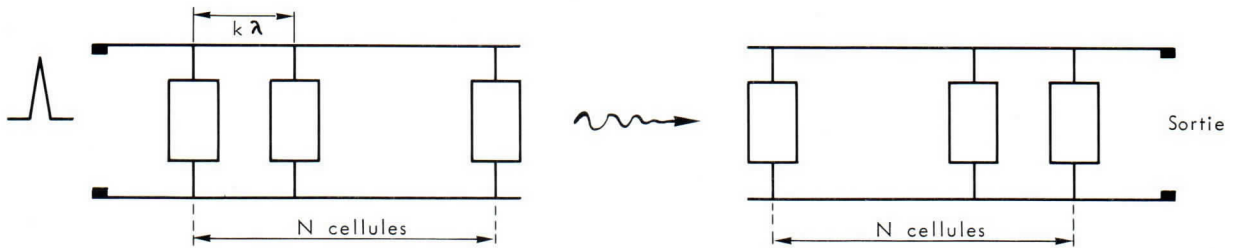
Le principe de filtrage par transducteur interdigité tel qu'il a été décrit ci-dessus est obligatoirement limité : on ne peut augmenter indéfiniment le nombre de doigts.



Considérons un transducteur constitué de n paires de doigts espacées de  $\lambda$ . La réponse impulsionnelle d'un tel transducteur sera un train d'ondes de période T et de durée n T.

Si le signal généré par un tel transducteur est détecté par un transducteur identique, le signal de sortie du 2ème transducteur sera un train d'ondes de période T, de durée 2nT dont l'amplitude est triangulaire.

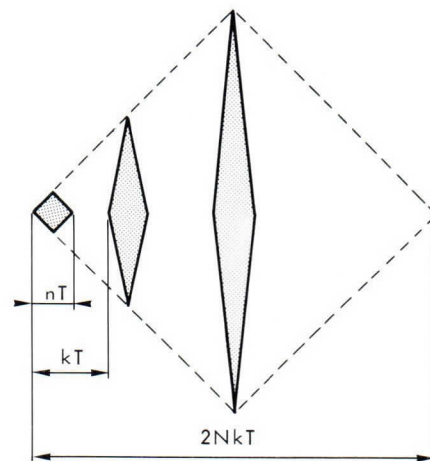
On a en fait réalisé au niveau du 2ème transducteur l'autocorrélation d'une impulsion rectangulaire de fréquence porteuse  $f = \frac{1}{T}$ .



Considérons maintenant un transducteur constitué de  $N$  cellules élémentaires à  $n$  paires de doigts distantes de  $k\lambda$ .

Si le signal émis par un tel transducteur est détecté par un transducteur identique, on aura en sortie une succession de triangles de corrélation dont l'enveloppe est elle-même triangulaire :

La réponse en fréquence du dispositif est donc une succession de pics distants de  $\frac{1}{kT}$  et dont l'enveloppe est une loi en  $\frac{\sin x}{x}$ .



Il est possible de limiter le nombre de pics en réalisant deux transducteurs non identiques dont l'espacement entre chaque cellule est égal à un multiple différent de la longueur d'onde.

En choisissant convenablement ces multiples, on peut obtenir une réponse en fréquence constituée d'un pic central et de pics secondaires atténués.

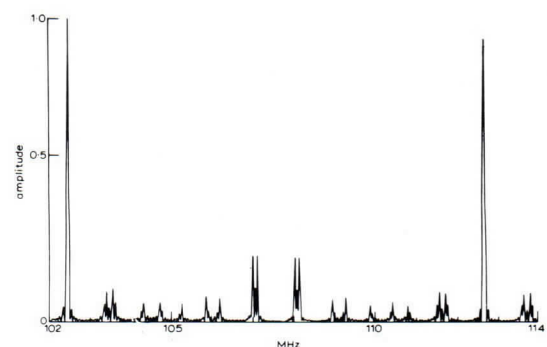
La figure ci-contre montre une partie de la réponse en fréquence théorique d'un filtre constitué de deux transducteurs, l'un de 13 peignes élémentaires distants de  $110\lambda$ , l'autre de 16 peignes élémentaires distants de  $90\lambda$ .

Le pic central (102,463 MHz) a une largeur à 3 dB de 45 kHz et un niveau de lobes secondaires de 26,5 dB.

On voit qu'il y a aussi un deuxième pic à 112,7 MHz parce que le multiple 11 de l'inverse de l'espacement des cellules du premier transducteur ( $110\lambda$ ) est égal au multiple 9 de l'inverse de l'espacement des cellules du second transducteur ( $90\lambda$ ).

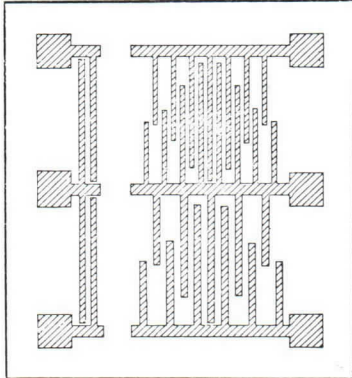
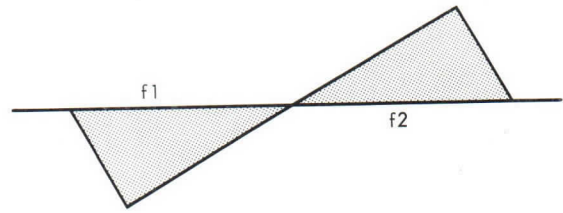
Les dispositifs qui ont été réalisés montrent que les valeurs pratiquement mesurées sont conformes à la théorie et l'on atteint des bandes passantes relatives de  $5 \cdot 10^{-4}$  dans la région des 100 MHz.

Une adaptation d'impédance appropriée permet de ne conserver qu'un seul pic.



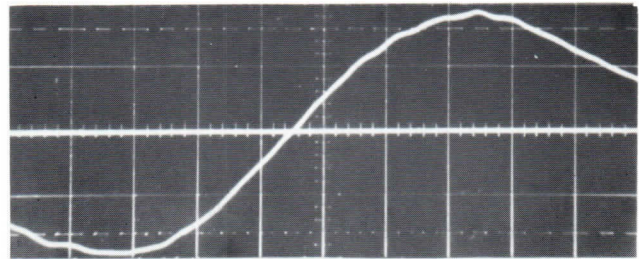
#### 4.4 - Discriminateur

On peut réaliser un discriminateur en associant deux filtres décalés en fréquence ayant chacun une fonction de transfert triangulaire.



Le peigne d'un filtre acoustique ayant une fonction de transfert triangulaire doit avoir une loi de variation en  $\frac{\sin x^2}{x}$ .

Le transducteur d'un discriminateur se présente sous la forme de deux filtres élémentaires disposés comme indiqué sur le schéma ci-dessus, chaque filtre étant décalé en fréquence de façon à ce que leurs bandes aient un point de recouvrement dans le temps.



30 MHz

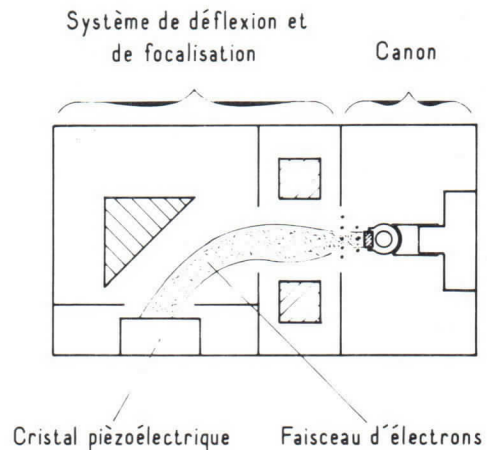
#### 5 - DISPOSITIF ACOUSTIQUE A MEMOIRE (DIAM)

Les études entreprises sur l'interaction de faisceaux électroniques avec des ondes de Rayleigh ont abouti à la réalisation d'un dispositif capable de mettre en mémoire un signal HF pendant des durées pratiquement illimitées (plusieurs dizaines d'heures).

Ce dispositif se présente comme indiqué sur le schéma ci-contre, sous forme d'un "tube" composé d'un canon à électrons, d'un système de focalisation et de déflection, et d'une ligne à retard à ondes de surface. Un dispositif tout solide est parfaitement envisageable.

Le principe de fonctionnement est le suivant : à l'onde élastique se propageant sur le substrat de la ligne est associée une onde de potentiel électrique dont l'amplitude est de quelques volts pour une puissance acoustique de 100 mW.

On arrose la surface avec un faisceau d'électrons pendant un temps court devant la période HF de l'onde acoustique.



Une émission d'électrons secondaires va subir l'influence du champ électrique associé à l'onde acoustique, dont l'amplitude est suffisante pour les attirer vers les zones de potentiel positif.

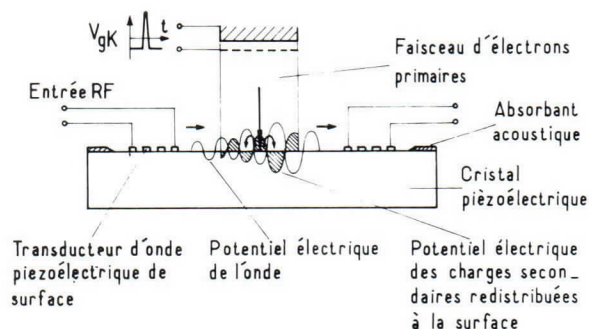
On crée donc ainsi une image électrostatique du signal acoustique qui reste figée à la surface du substrat aussi longtemps que la conductivité le permet.

La lecture est obtenue en utilisant le phénomène inverse qui, du fait de la piézoélectricité engendré dans les deux sens, une onde acoustique.

On obtiendra donc sur le transducteur d'entrée un signal inversé dans le temps par rapport à celui obtenu sur le transducteur de sortie.

Pour les applications "mémoire", l'avantage d'un tel système est que le passage d'un signal dans la ligne après mise en mémoire d'une information antérieure n'altère pas celle-ci tant que l'on n'a pas déclenché la lecture.

**Enfin la possibilité de restituer un signal inversé dans le temps est d'un grand intérêt pour toute application ayant trait au filtrage adapté.**



## 6 - MODULATEURS ET DEFLECTEURS DE LUMIERE

Les ondes acoustiques de volume et de surface sont capables de dévier et moduler des faisceaux de lumière cohérente. Le domaine d'application étant assez différent de celui qui a été examiné, nous ne ferons que mentionner leur existence, une autre note technique leur étant consacrée.

## III - CONCLUSION

Cette note technique tente de donner une vue d'ensemble sur les technologies développées par THOMSON-CSF dans le domaine des ondes acoustiques, les composants qu'elles ont déjà engendrées ou engendreront à terme, et leurs applications actuelles.

Il est certain que de par leur configuration planar, les composants acoustiques à ondes de surface pourront être directement associés dans le cadre de fonctions complexes, aux semiconducteurs et à l'optique intégrée.

Par ailleurs, les bandes passantes de ces dispositifs qui ne cessent de s'accroître permettent d'envisager une très large gamme de composants pour le traitement des signaux à large bande ou si l'on préfère, à grande vitesse de traitement.

L'engouement actuel pour les systèmes digitaux n'autorise pas un développement aussi rapide que les possibilités intrinsèques de ces composants pourraient normalement laisser prévoir : le retour à des transformations analogiques est dans certains cas jugé comme un retour en arrière, alors que les vitesses de traitement sont considérablement plus élevées.

Il apparaît donc que les possibilités offertes par les composants acoustiques appellent maintenant des idées nouvelles en matière de conception de systèmes.

Il est probable que de nouveaux systèmes verront le jour grâce aux composants acoustiques et leur donneront par là même leurs lettres de noblesse.



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES





## MICROWAVE - ACOUSTIC CONVOLVER

The function of this microwave-acoustic convolver is to accomplish the convolution between an analog signal of limited duration and a reference signal by using the non-linear effects of piezo-electric substrates. The two signals excite respectively two wideband interdigital-electrode transducers, which convert electrical energy into acoustical energy. The convolved signal is extracted by a metal electrode located in the interaction region.

This device is intended for real-time signal processing systems, particularly for :

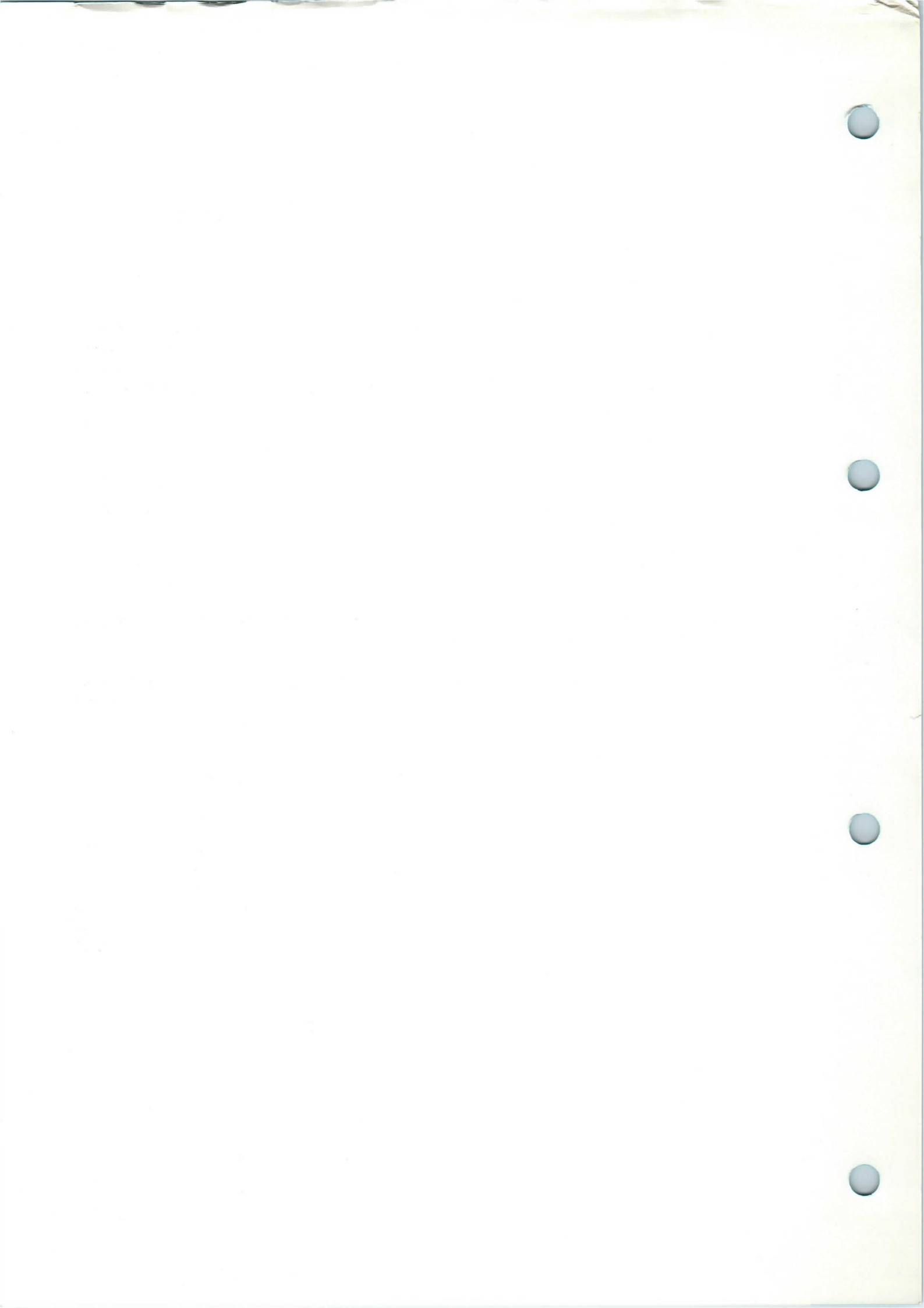
- Decoding of bi-phase sequences (PSK or FSK) in telecommunications.
- FM pulse compression (great number of points defined as the product of the interaction time T by the resolution  $\frac{1}{B}$ ).
- Fourier spectral analysis.
- Identification of response signals.

The convolver, using a lithium-niobate (LiNbO<sub>3</sub>) substrate as the propagation material, offers a great number of convolution points and an excellent dynamic range.

Based on the technology of Rayleigh surface-wave delay lines, this microwave-acoustic convolver features great performance reproducibility (obtained from a master pattern), high reliability and small dimensions. It represents an important improvement in the circuitry for complex signal processing.

### PERFORMANCES PRESENTLY ATTAINED AND ANTICIPATED

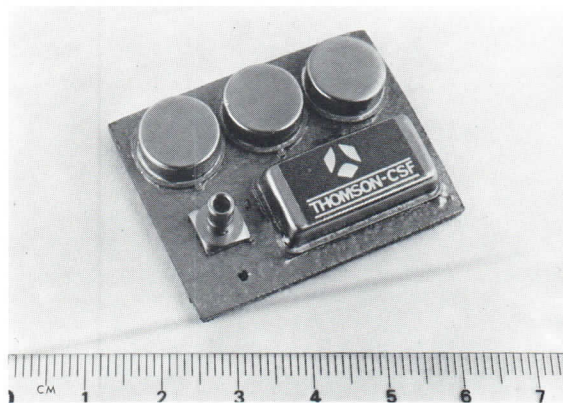
	Presently attained	Anticipated	
Frequency . . . . .	160	220	MHz
Compression ratio . . . . .	300	1000	
Bandwidth . . . . .	30	70	MHz
Interaction duration . . . . .	12	15	μs
Dynamic range . . . . .	50	70	dB
Spurious echos . . . . .	30	40	dB





## OSCILLATEURS ACOUSTO-HYPERFREQUENCES

- Grande stabilité
- Faible bruit et grande pureté spectrale obtenue sans multiplication de fréquence.
- Large gamme de fréquences disponibles (fréquences de 100 à 2000 MHz en génération directe et jusqu'à 10 GHz par multiplication).
- Grande souplesse d'adpatation à tous les types d'équipements.
  - Faible poids et encombrement extrêmement réduit.
  - Robustesse exceptionnelle.



### Description et principe de fonctionnement

Dans le domaine en rapide évolution des composants acousto-hyperfréquences ou elle occupe une place de tout premier plan, la Division Tubes Electroniques de THOMSON-CSF produit maintenant une nouvelle famille de dispositifs : des oscillateurs fonctionnant jusqu'à 800 MHz (les derniers modèles à l'étude doivent permettre d'obtenir directement des fréquences à 2 GHz). Ils présentent les excellentes caractéristiques de bruit et de stabilité propres aux circuits résonnants à quartz sans être limités en fréquence. Ces oscillateurs représentent l'un des derniers perfectionnements de la technologie acousto-hyperfréquence. En les associant à un simple circuit de multiplication de fréquence on peut réaliser un ensemble dont la fréquence de fonctionnement peut atteindre 10 GHz, avec des caractéristiques de stabilité et de bruit exceptionnelles.

Comme le montre la Figure 1, le principe de l'oscillateur acousto-hyperfréquence consiste à reboucler une ligne à retard sur un amplificateur (de telle sorte que le gain total soit supérieur à 1) et non pas à utiliser un élément résonnant comme le quartz dans les oscillateurs conventionnels.

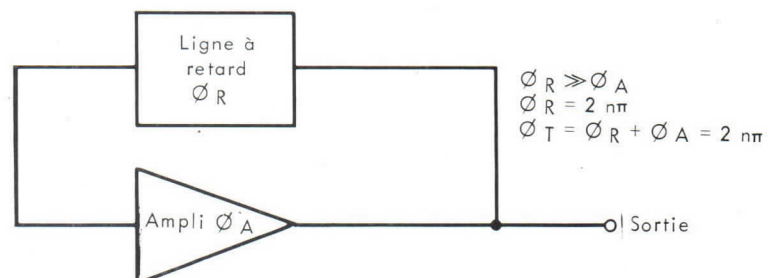


Figure 1 - Diagramme de l'oscillateur et relations de phase.



Le retard et la bande passante de la ligne à retard sont choisis pour sélectionner une raie spectrale particulière. La fréquence est déterminée par la géométrie des transducteurs, déposés sur un substrat piézoélectrique par photolithographie (ce procédé permet de réaliser facilement des oscillateurs correspondants à la demande de l'utilisateur).

Pour obtenir les meilleures conditions de stabilité et de bruit FM par rapport à la fréquence fondamentale, un retard important est généralement utilisé pour obtenir un coefficient de surtension, Q, le plus élevé possible, sans introduire de pertes excessives.

La Figure 2 montre que les circuits électroniques associés à l'oscillateur acoustique ne sont pas très sensibles à la température, leur loi de variation étant pratiquement linéaire. La sensibilité à la température de la ligne à retard variant de façon quasiment parabolique, l'oscillateur acoustique présente par conséquent, une sensibilité du type parabolique avec une variation globale de 60 ppm sur 50 °C de la fréquence en fonction de la température.

### CARACTERISTIQUES GENERALES

	<b>Actuelles</b>	<b>Prévisibles</b>
Fréquence centrale ( $F_0$ )	100 - 800 MHz	100 MHz - 2 GHz
Stabilité à court terme	< 1 pour $10^{-9}$ /s	< 1 pour $10^{-10}$ /s
Stabilité à long terme	< 1 pour $10^{-5}$ /an	< 1 pour $10^{-6}$ /an
Stabilité en température (pour une plage de 50 °C)	< 3 pour $10^{-5}$	$\leq 1 \cdot 10^{-6}$ /°C
Puissance de sortie	0 à 20 dBm	—
Bruit à 2 kHz de la porteuse $F_0$	-120 dB/Hz	-120 dB/Hz
Modulation	—	Possibilité de modulation de fréquence
Dimensions	63 x 63 x 17 mm	

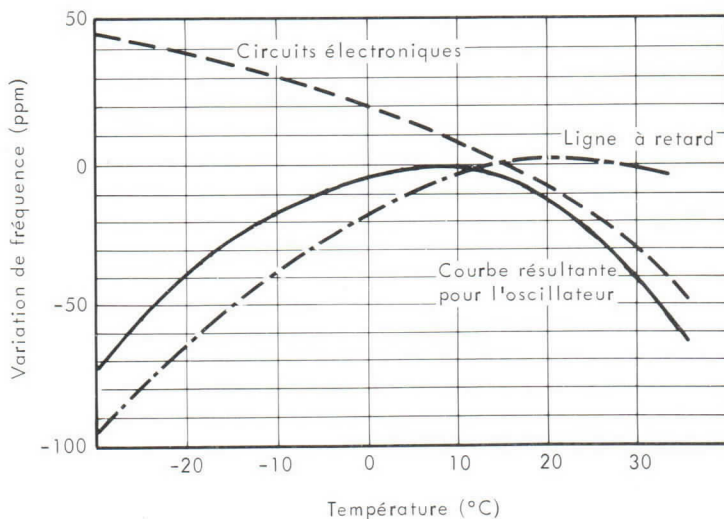


Figure 2 - Variations typiques de la fréquence en fonction de la température pour un oscillateur acousto-hyperfréquence à 500 MHz.

H 3



## GHF 1211 GENERATEUR MICRO-ONDES 1,5 kW

- Simplicité d'emploi.
- Réglage continu de la puissance de sortie, de 50 W à 1,5 kW.
- Générateur entièrement autonome, comprenant une alimentation stabilisée, adaptée au magnétron et réglée pour en obtenir les performances optimales.
- Face avant équipée d'un indicateur de puissance réfléchie.
- Dispositifs de sécurité incorporés pour le préchauffage et le refroidissement du tube.
- Temporisation de mise en route par circuit incorporé.



Le générateur micro-ondes GHF 1211 comporte un magnétron MCF 1166, THOMSON-CSF et fonctionne dans la bande de fréquence ISM (Industrielle Scientifique et Médicale) à 2450 MHz. Alimenté à partir d'une alimentation à secteur monophasé 220 volts/50 hertz, cet ensemble consomme une puissance maximale de 3 kW. La puissance de sortie RF continue est réglable continûment de 25 watts à 1,5 kilowatts.

Le générateur micro-ondes, son alimentation et tous les circuits annexes sont regroupés dans un coffret métallique robuste, le fonctionnement optimale est assuré par un réglage en usine. Les variations de la puissance de sortie sont limitées par l'alimentation régulée à  $\pm 5\%$  pour des variations de secteur de  $\pm 10\%$ .

### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Electriques

Fréquence de fonctionnement .....	2450 $\pm$ 25	MHz
Puissance de sortie .....	1,5	kW
	25	W
		min.
ROS max. à pleine puissance .....	3	
Facteur d'utilisation à 40 °C .....	100	%
Alimentation :		
Tension secteur, monophasé .....	220	V $\pm$ 10 %
Fréquence du secteur .....	50	Hz
Consommation, max. ....	3	kW
Cosinus $\Phi$ , approximatif .....	1	



## Mécaniques

Sortie RF	Guide d'onde .....	RG 112/U
	Bride .....	UG 553 A/U
Refroidissement .....	par circulation d'eau	
- débit minimal .....	2	l/mn
	0,55	gpm
- pertes en charge .....	1	bar
- température max. de l'eau à l'entrée .....	30	°C
- diamètre extérieur des circuits d'eau .....	12	mm
Dimensions hors tout :		
- largeur .....	550	mm
- hauteur .....	360	mm
- profondeur .....	600	mm
Poids approximatif .....	60	kg

## UTILISATION

Le GHF 1211 est d'un emploi très simple, toutes les commandes sont regroupées sur la face avant. En particulier le bouton "MARCHE" de commande du pré-chauffage du magnétron, un voyant "PRET", et un bouton de mise en route de la puissance micro-onde. Le bouton de réglage de la puissance se trouve également sur la face avant, ainsi que les fusibles et un appareil indicateur de puissance réfléchi. Une minuterie incorporée est réglable de 0 à 10 minutes, il peut être mis en service par un interrupteur situé sur le panneau avant, ainsi que le bouton de réglage.

## REFROIDISSEMENT

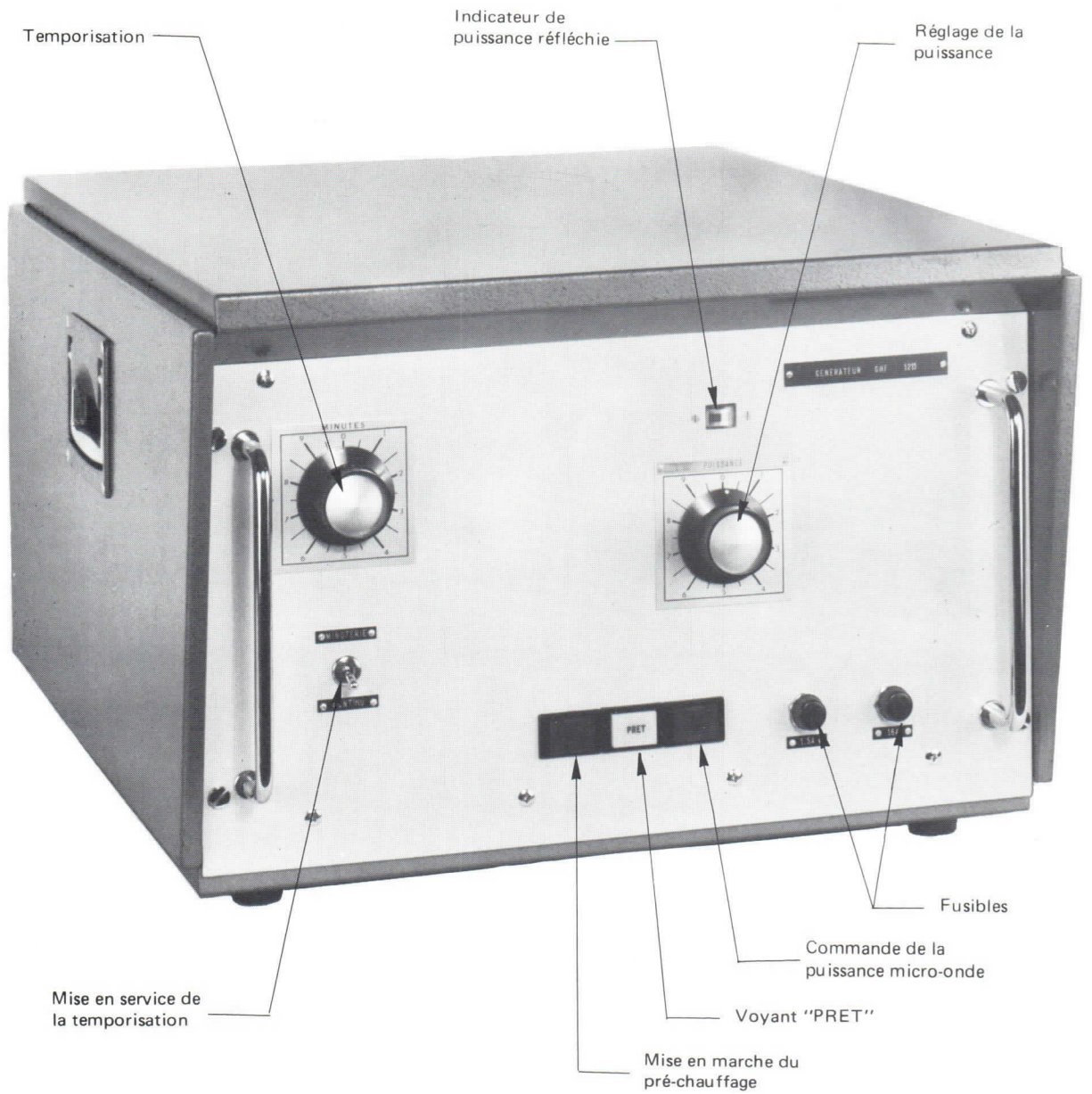
Le générateur GHF 1211 est refroidi par circulation d'eau. L'eau utilisée doit être filtrée si sa pureté laisse à désirer. Le débit d'eau minimal doit être d'au moins 2 litres par minute (0,55 gpm), il est souhaitable de prévoir un débitmètre afin d'en assurer le contrôle. Le tuyau d'évacuation de l'eau doit être aussi court que possible.

## PROTECTION

Un interrupteur intégré au générateur coupe automatiquement l'alimentation si le débit d'eau devient inférieur à 2 litres par minute. Il est conseillé de compléter ce dispositif de sécurité par l'adjonction d'un contrôle de température à la sortie de l'eau, afin de déclencher soit un voyant d'alarme, soit la disjonction de la haute tension appliquée au magnétron, si la température de l'eau à la sortie dépasse 65°C.

## REMARQUE

Le générateur GHF 1211 est livré avec un manuel d'utilisation. Pour tous les cas particuliers qui ne sont pas envisagés par cette brochure, vous trouverez auprès des ingénieurs de THOMSON-CSF tous les conseils nécessaires.





GHF 1211



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



**THOMSON-CSF**  
GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES



## GHF 1212 GENERATEUR MICRO-ONDE 5 kW

- Simplicité d'emploi
- Réglage continu de la puissance de sortie, de 50 W à 5 kW.
- Générateur entièrement autonome, comprenant une alimentation stabilisée, adaptée au magnétron et réglée pour en obtenir les performances optimales.
- Lecture directe de la puissance réfléchie et du courant magnétron sur un appareil incorporé au panneau avant.
- Dispositifs de protection incorporés, protégeant le magnétron en cas de ROS trop élevé, de débit d'eau de refroidissement insuffisant, et assurant un préchauffage correct du magnétron avant application de la haute tension.

Le générateur micro-ondes GHF 1212 comporte un magnétron F 1123 THOMSON-CSF et fonctionne dans la bande de fréquence ISM (Industrielle Scientifique et Médicale) à 2450 MHz. Alimenté à partir d'une alimentation à secteur monophasé 220 volts/50 hertz, cet ensemble consomme une puissance maximale de 10 kW. La puissance de sortie RF continue est réglable continûment de 50 watts à 5 kilowatts.

Le générateur micro-ondes, son alimentation et tous les circuits annexes sont regroupés dans une armoire métallique robuste; le fonctionnement optimale est assuré par un réglage en usine. Les variations de la puissance de sortie sont limitées par l'alimentation régulée à  $\pm 5\%$  pour des variations du secteur de  $\pm 10\%$ .

Un modèle légèrement différent, le GHF 1212A ne diffère du GHF 1212 que par le fait que sa puissance de sortie n'est pas réglable, mais fixe à 5 kW.



## CARACTERISTIQUES GENERALES

### Electriques

Fréquence de fonctionnement	2450 ±25 MHz
Puissance de sortie max.	5 kW
Puissance de sortie min.	50 W
R.O.S. max. à pleine puissance	3
Facteur d'utilisation à 40 °C	100 %
Alimentation	
Tension secteur (monophasé)	220 V ±10 %
Fréquence du secteur	50 Hz
Consommation (max.)	10 kW
Cosinus $\Phi$ approximatif	1

### Mécaniques

Sortie RF -guide d'onde	RG 112/U
-bride	UG 553 A/U
Refroidissement	circulation d'eau
-débit minimal	7l/mn (2 gpm)
-perte en charge	2 bar
-température de l'eau à l'entrée, max.	25 °C
-diamètre extérieur des circuits d'eau	12 mm
Poids approximatif	300 kg
Encombrement	Voir page 4

### UTILISATION

Le GHF 1212 est d'un emploi très simple. Les organes de commande sont regroupés sur la face avant et sur le boîtier de télécommande. L'emploi du boîtier de télécommande transportable est particulièrement intéressant, il permet à l'utilisateur de se trouver près de l'élément en cours de traitement et de commander le déroulement des opérations tout en contrôlant les effets produits. Le câble de liaison entre le boîtier de télécommande et l'alimentation peut avoir une longueur de quatre mètres (ou même plus).

A partir du boîtier de télécommande et dès que le magnétron a été soumis à son temps de préchauffage, la puissance RF peut être appliquée et son niveau peut être réglé selon les besoins. Un voyant indique la présence de la haute tension. Il est prévu également un interrupteur pour la puissance RF et un coupe-circuit général, pour permettre une coupure rapide des tensions en cas d'incident.

Il est possible d'effectuer le réglage du niveau RF directement sur le générateur. La face avant comporte en plus du bouton de réglage du niveau RF, le coupe-circuit général, un appareil de mesure qui permet de lire, au moyen d'un inverseur, soit la puissance réfléchie, soit le courant magnétron, un voyant de présence haute tension, un bouton-poussoir de mise en route du pré-chauffage et un voyant indicateur "PRET", un bouton de réenclenchement de la sécurité de ROS, et un interrupteur "coup-de-poing" de sécurité pour interruption d'urgence. Tous ces organes sont repérés sur la photo de la page 4.

## REFROIDISSEMENT

Le générateur GHF 1212 est refroidi par circulation d'eau (le filtrage de l'eau est conseillé à l'entrée du circuit). Le débit d'eau doit être d'au moins 7 litres par minutes (2 gpm). L'installation d'un débitmètre est souhaitable pour en effectuer le contrôle. La sortie d'eau doit être équipée d'un circuit aussi court que possible.

## SECURITES

Un système de protection coupe la puissance RF en cas de ROS excessif. Une protection supplémentaire peut être apportée par un circulateur à ferrite (livré sur demande). On peut également envisager l'installation d'un système de détection d'arcs, pour les applications qui l'exigent.

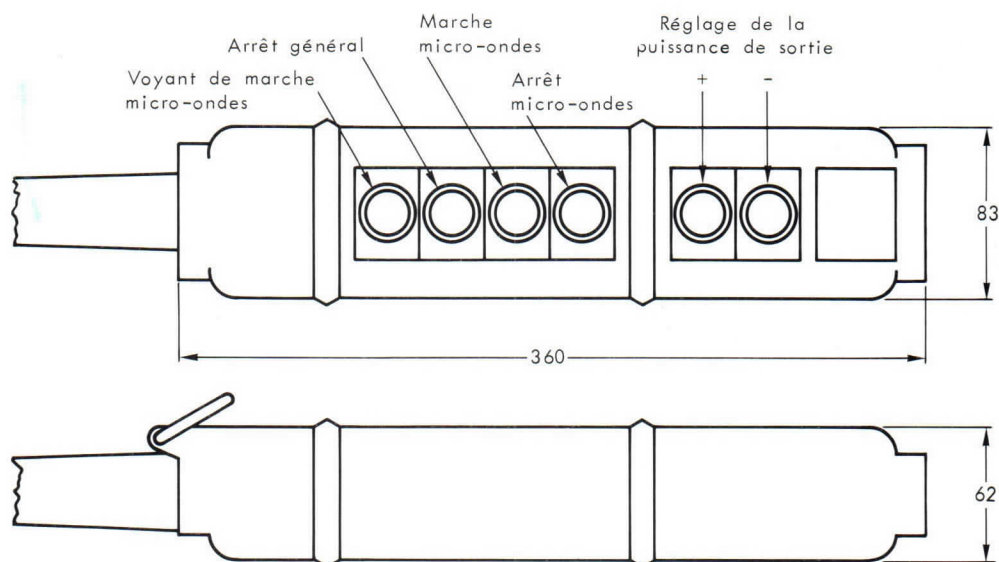
Un dispositif incorporé au générateur coupe la haute tension si le débit d'eau devient insuffisant .

Un connecteur est prévu au dos de l'armoire pour fournir une tension de 220 V qui peut servir à alimenter d'autres appareils auxiliaires (200 W max.). Cette prise peut également servir à brancher des dispositifs de protection supplémentaires, situés, par exemple sur l'applicateur. Ces dispositifs peuvent être montés de façon à couper la haute tension seule ou toutes les tensions alimentant le générateur.

Pour la protection du personnel, un système de sécurité coupe automatiquement toute les tensions lorsque la porte arrière du fond de l'armoire s'ouvre.

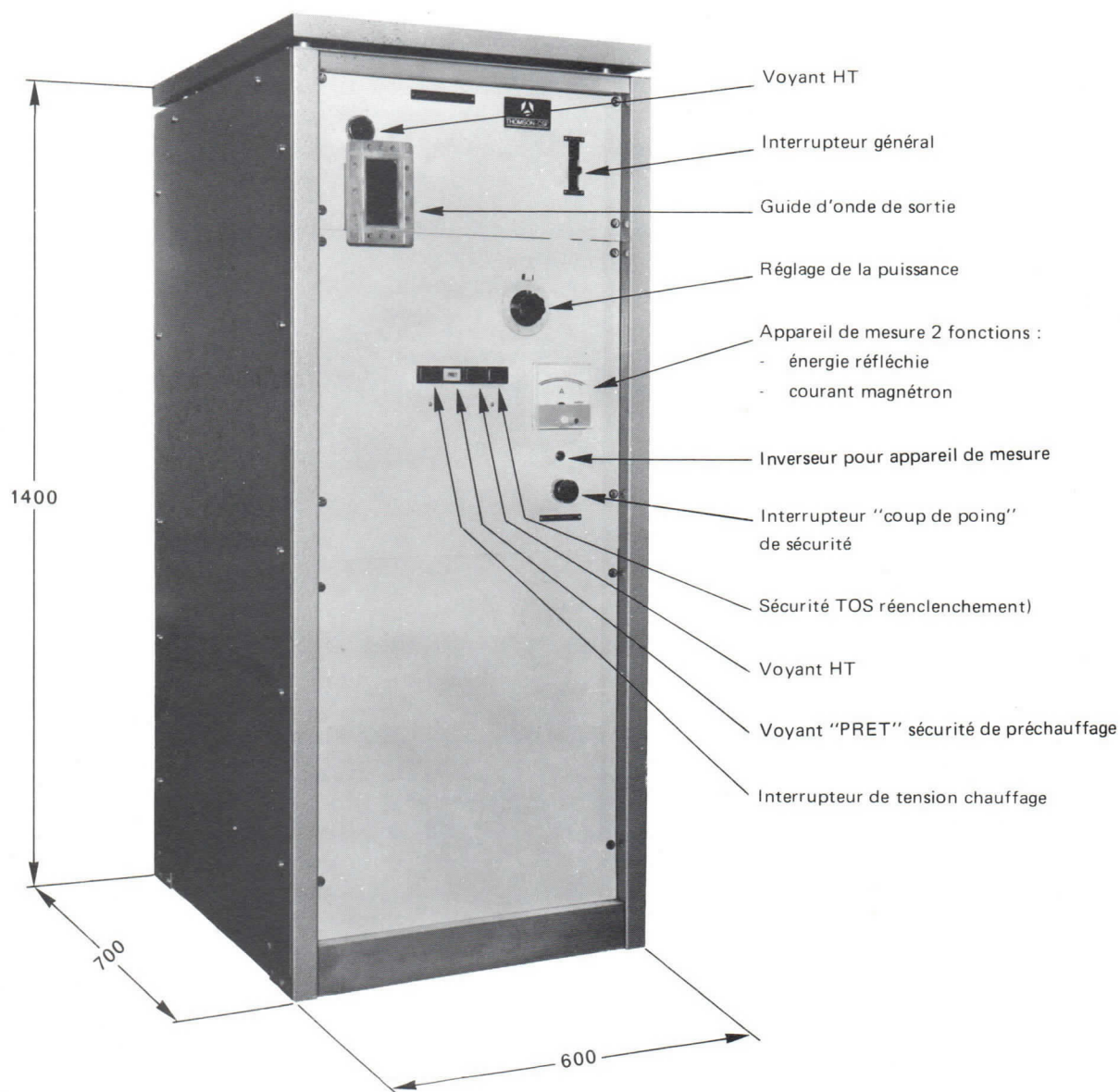
## REMARQUES

THOMSON-CSF tient ses ingénieurs à la disposition des utilisateurs pour les conseiller dans l'installation et la mise en service de leurs équipements micro-ondes. Un manuel d'utilisation est fourni avec chaque générateur GHF 1212 ou GHF 1212A.



BOITIER DE TELECOMMANDE POUR GHF 1212

Cotes en mm



Cotes nominales, en mm.



**THOMSON-CSF**

GROUPEMENT TUBES ELECTRONIQUES

NOTICE TEH 4314

**TV 19 019**

Octobre 1972 - Page 1/4

## FOCALISATEUR TV 19 019

Le focalisateur TV 19019 est destiné aux klystrons amplificateurs de grande puissance. Il comporte trois bobines distinctes superposées qui doivent être alimentées séparément en courant continu.

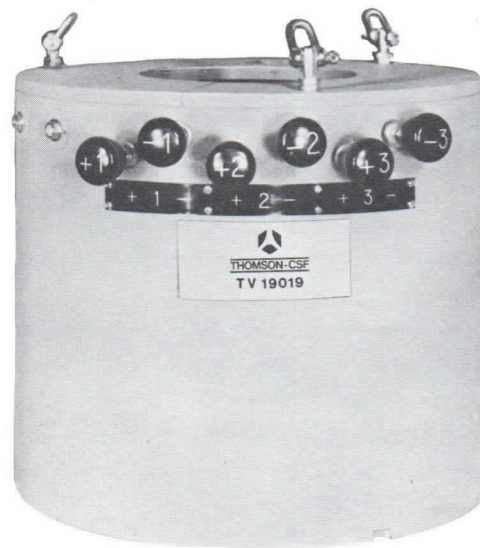
Ce focalisateur est équipé de la contre bobine TV 19904 dont le but est d'améliorer la distribution du champ magnétique au niveau de l'anode du klystron. Cette contre bobine est alimentée en série avec la bobine numéro 2 du focalisateur.

Le klystron se place à l'intérieur des bobines et repose sur le plateau inférieur du focalisateur. Le plateau supérieur est constitué par deux plaques amovibles qui doivent être retirées pour la mise en place du klystron.

Le flux magnétique est canalisé par les deux plateaux en acier doux et par la chemise cylindrique extérieure.

Le branchement électrique s'effectue par des fiches "BAC" dont les douilles sont solidaires du focalisateur.

Le refroidissement des bobines se fait par circulation d'eau.



### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Electriques

Tension continu par bobine	..... max.	15	V
Courant continu par bobine	..... max.	150	A
Résistance par bobines :			
- à froid	..... nom.	0,080	$\Omega$
- à chaud	..... nom.	0,085	$\Omega$
		sous 150 A et pour une augmentation de 12 °C de la température de l'eau	
Impédance, par bobine, à 50 Hz, à froid	.....	0,8	$\Omega$
Self par bobine mesurée à 50 Hz	.....	0,16	mH

#### Mécaniques

Dimensions	.....	voir dessins joints	
Poids du focalisateur TV 19019, environ	.....	345	kg
Poids de la contre bobine TV 19904, environ	.....	10	kg
Entrée et sortie d'eau	.....	trous taraudés G 3/8 H (NF E 03 005)	
Débit d'eau de refroidissement	..... min.	7	l/mn
Perte en charge (à 7 l/mn)	..... max.	0,5	bars
Température de l'eau à l'entrée	..... max.	50	°C
Élévation de température de l'eau (à 7 l/mn), environ	.....	12	°C



## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

Le focalisateur, les éléments de montage et de manutention sont livrés dans le même emballage. La contre bobine est livrée dans un emballage différent. Les déplacements du focalisateur se font en utilisant les trois manilles qui se fixent sur le plateau supérieur.

La contre bobine doit être vissée directement sous le focalisateur ; son orientation doit être telle que les bornes d'alimentation se trouvent sous les raccords d'eau.

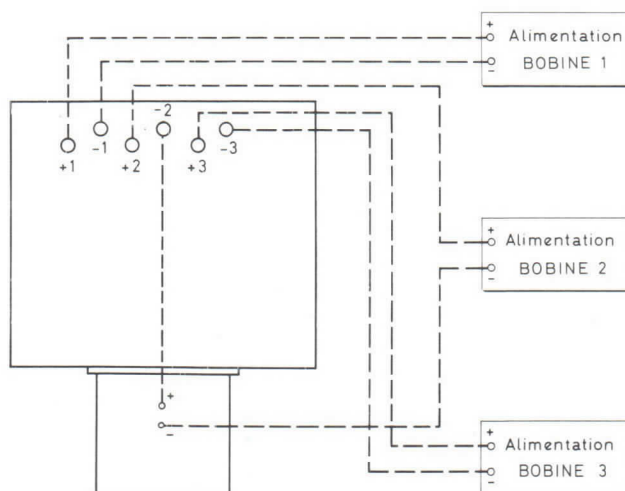
Attenant à la cuve à huile, deux pieds de centrage doivent être prévus pour orienter le focalisateur qui peut occuper, au gré de l'utilisateur, deux positions diamétralement opposées.

L'alimentation électrique de l'ensemble est faite au moyen de trois alimentations distinctes, la contre bobine TV 19 904 étant alimentée en série avec la bobine numéro 2 ; le schéma de branchement donné ci-dessous devra être rigoureusement respecté, une erreur de polarité pouvant entraîner la mise hors service du klystron.

Les câbles amenant les courants d'alimentation du focalisateur devront être terminés par une cosse prévue pour être fixée sur la tige filetée  $\phi$  M 12 des fiches "BAC". Ces fiches, au nombre de six, sont livrées avec le focalisateur. La partie isolante noire se dévisse, afin de pouvoir passer la cosse de raccordement qui est ensuite maintenue par un écrou.

Les parties amovibles du plateau supérieur sont fixées au moyen de six vis CHc 8.

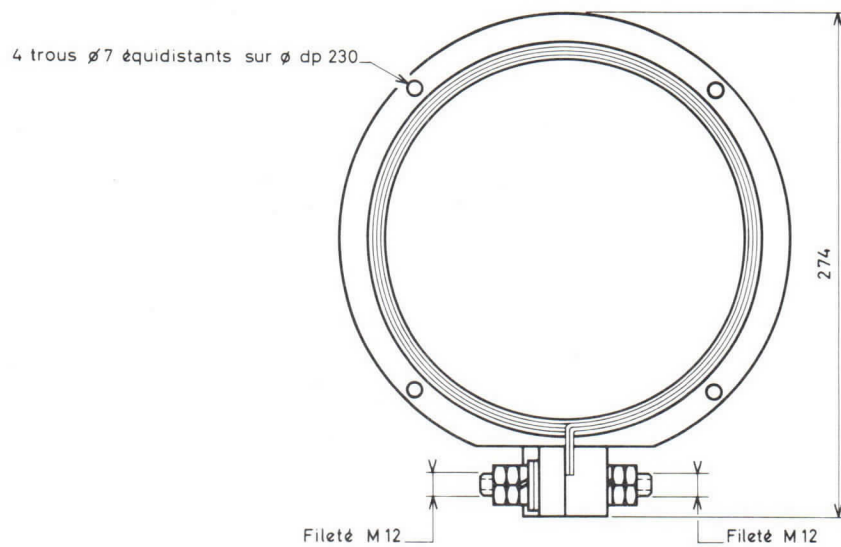
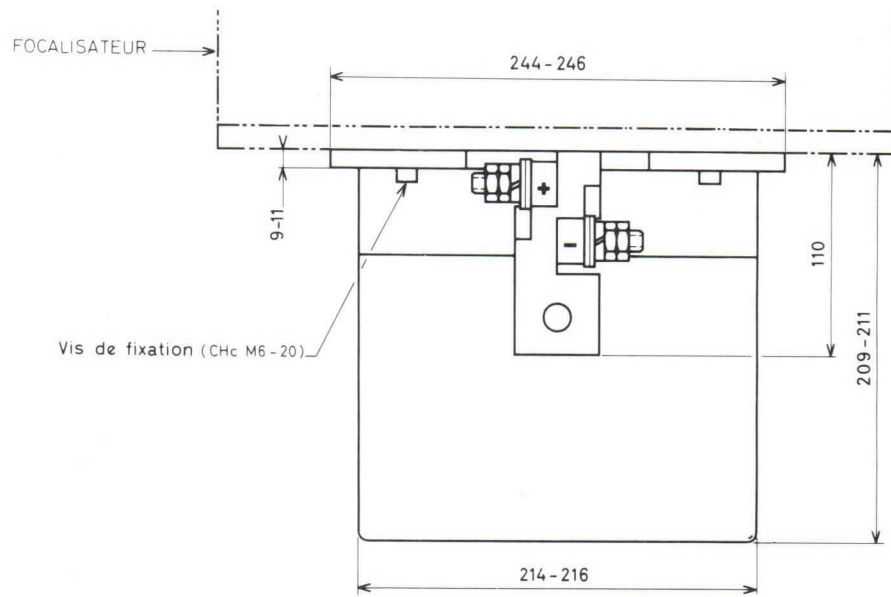
Le refroidissement se fait avec de l'eau. Afin d'éviter tout entartrage il est recommandé d'utiliser de l'eau adoucie, filtrée. Le sens de circulation de l'eau est indifférent. L'entrée et la sortie d'eau sont taraudées au pas du gaz afin de laisser à l'utilisateur le choix du raccordement.



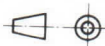


### DESSIN D'ENCOMBREMENT

DE LA CONTRE-BOBINE TV 19904



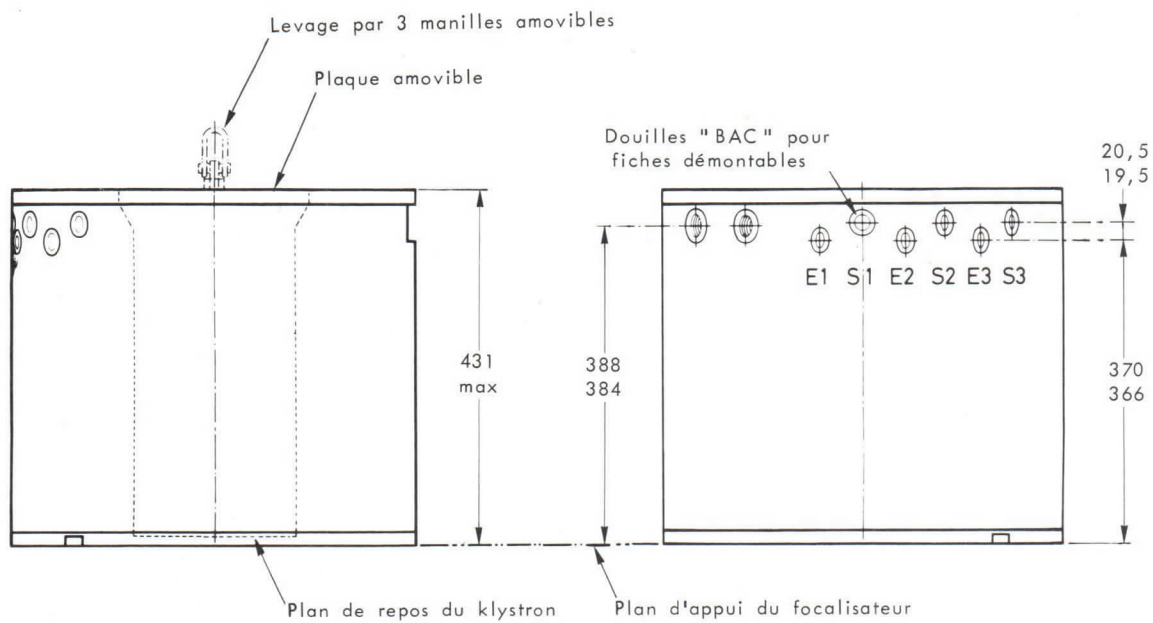
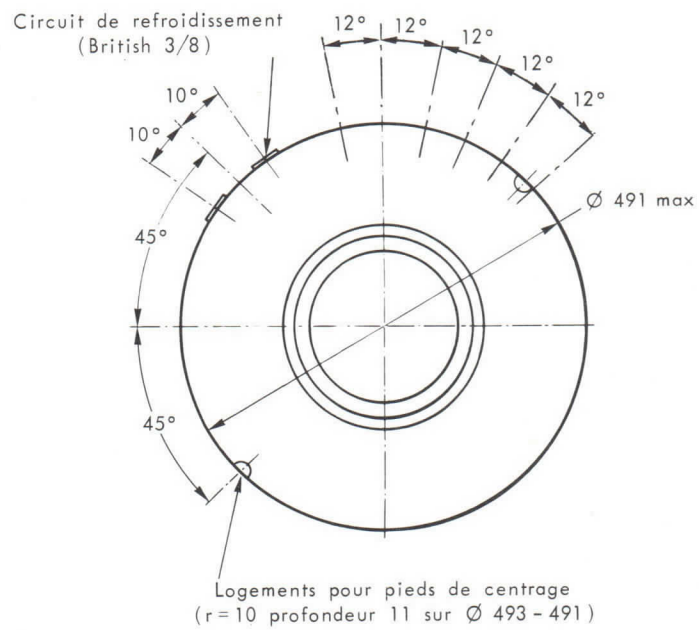
Cotes en mm.







**DESSIN D'ENCOMBREMENT**



Cotes en mm.





**THOMSON-CSF**

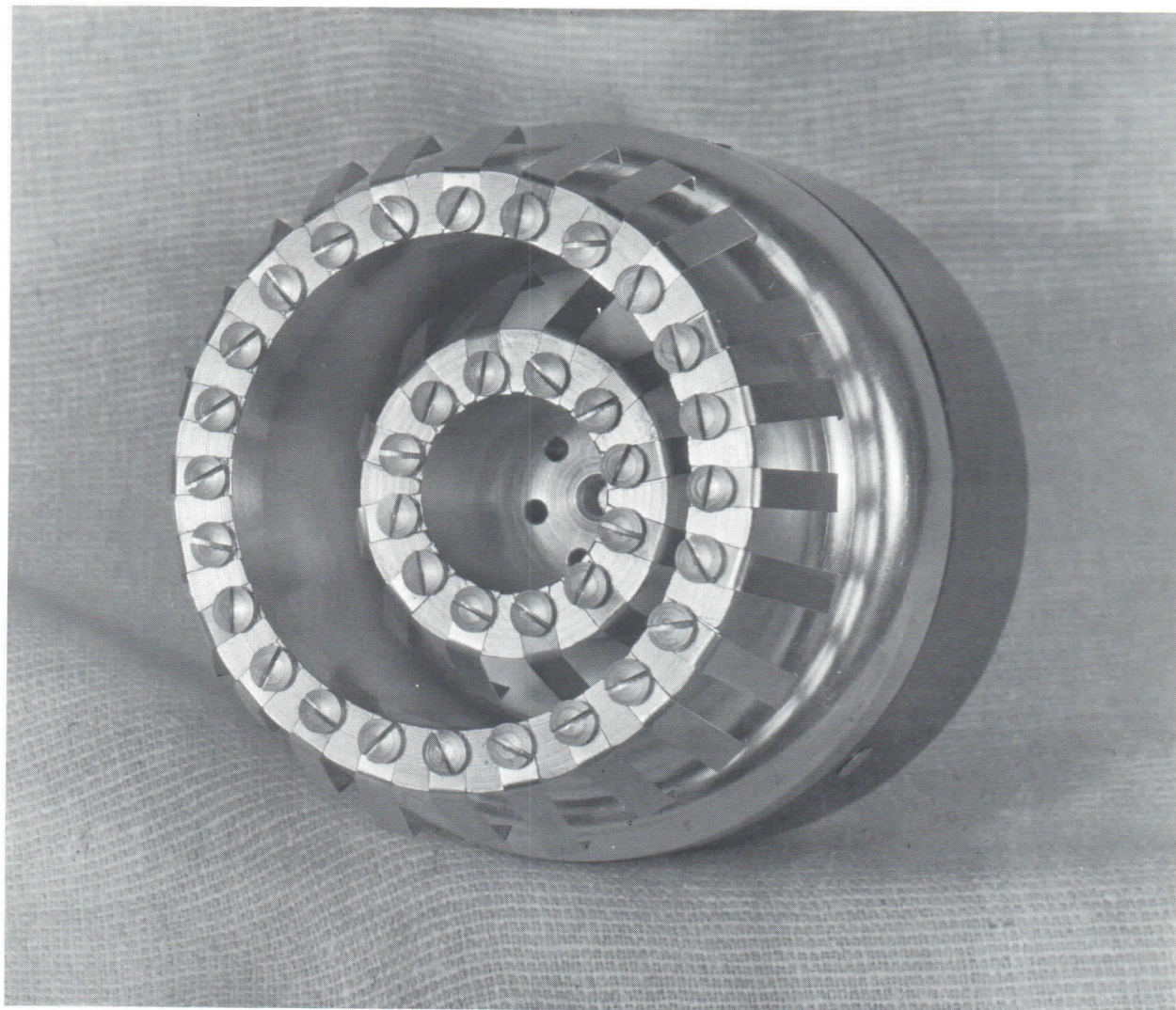
DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

NOTICE TEH 4486

**TV 19201**

Août 1976 - Page 1/2

## TH 19201 CONNECTEUR \_ CONNECTOR



### **Connecteur filament-cathode pour klystrons de grande puissance**

Le connecteur filament-cathode TV 19201 est un accessoire spécialement étudié pour assurer un raccordement pratique et efficace de la plupart des klystrons de grande puissance THOMSON-CSF.

Il est normalement raccordé manuellement au pied cathode du tube au moment de la mise en place du klystron sur son équipement, mais il est facile également d'imaginer la fixation de ce connecteur sur un ressort approprié afin d'obtenir un branchement automatique du klystron.

### *Heater-Cathode Connector for High-Power Klystrons*

*The TV 19201 connector is specially designed to provide practical and dependable connection to the filament and cathode of most of the high-power klystrons manufactured by THOMSON-CSF's Electron Tube Division.*

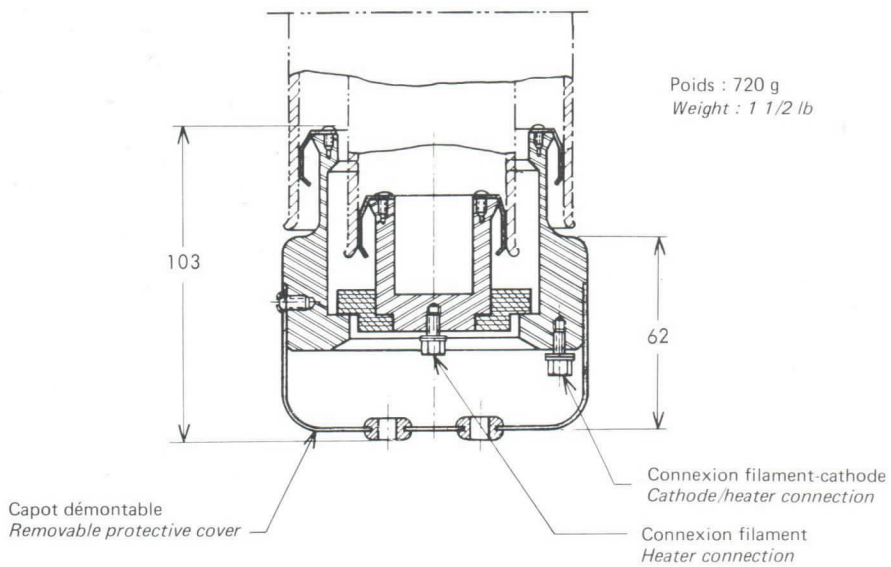
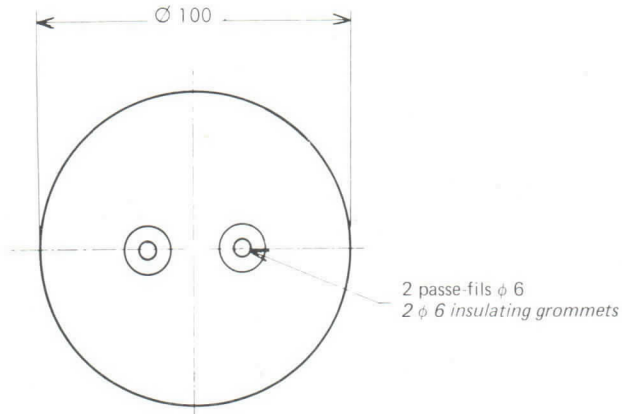
*Normally, the TV 19201 is manually connected at the time of klystron installation in the equipment. It can also be fastened in place, on an appropriate spring, for automatic connection when the klystron is installed.*



THOMSON-CSF

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

### DESSIN D'ENCOMBREMENT OUTLINE DRAWING

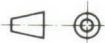


(Fixation par vis  $\phi$  6)  
(Fastened by  $\phi$  6 screw)

#### Matières - Materials

- Corps de connecteur : Duralinox AG5  
Connector body
- Capot de protection : Duralinox AG5  
Protective cover
- Lames de contact : Bronze beryllium  
Contacts
- Entretoise isolante : Polytetrafluorethylene  
Insulating plate
- Passe-fils : Polytetrafluorethylene  
Insulating grommets

Cotes en mm.  
Nominal dimensions in mm.





**THOMSON-CSF**

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

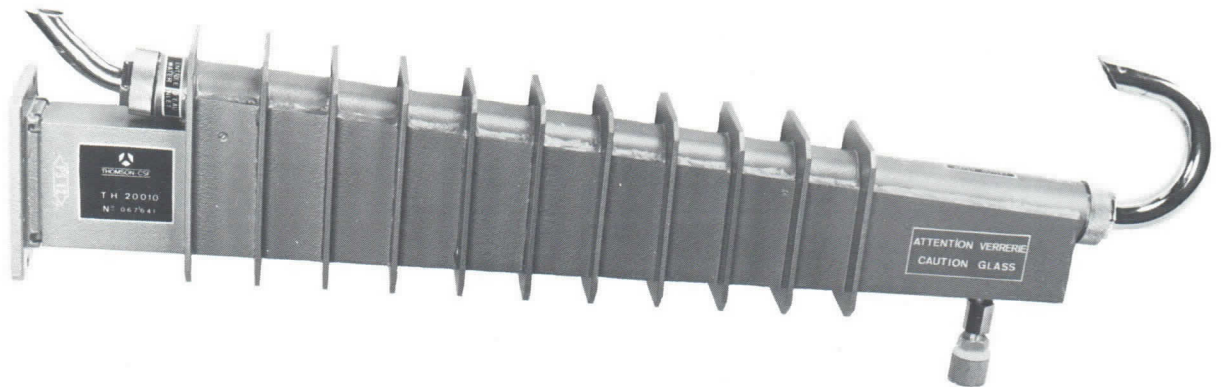
NOTICE TEH 4508

TH 20010

Octobre 1976 - Page 1/6

## TH 20010 CHARGE A EAU DE GRANDE PUISSANCE, EN BANDE S HIGH-POWER, S-BAND WATER LOAD

- PUISSANCE DISSIPÉE ÉLEVÉE - 35 kW, moyen 25 MW crête  
*HIGH POWER DISSIPATION - 35 kW average, 25 MW peak.*
- GRANDE ROBUSTESSE  
*RUGGED CONSTRUCTION*
- DISPOSITIF DE FUITE CALIBRÉE ADAPTABLE  
*MAY BE PRESSURIZED and includes an automatic pressure-release valve as an accessory*
- POSSIBILITÉ DE MESURE DE PUISSANCE en association avec le thermocouple TV 19359  
*USEABLE FOR POWER MEASUREMENT, in association with a TV 19359 thermocouple (optional accessory).*



La charge à eau TH 20010 développée et fabriquée par THOMSON-CSF peut dissiper des puissances crêtes et moyennes très élevées en bande S, produites par les tubes modernes pour radars et accélérateurs linéaires. De nombreux exemplaires de ce matériel en exploitation démontrent qu'en plus de leurs excellentes performances électriques, ces charges font preuve d'une robustesse et d'une fiabilité exceptionnelles, dans les conditions d'environnement les plus sévères, requises en particulier pour les équipements militaires.

Chaque charge TH 20010 est soumise à un contrôle mécanique et électrique rigoureux, comportant un essai en puissance et un test de résistance à la pression.

La tenue aux puissances crête élevées, sans aucun claquage, est assurée par une pressurisation à l'air sec ou au fréon. Le circuit de pressurisation est muni d'un dispositif de fuite calibrée avec silencieux d'échappement.

*The TH 20010 water load, designed and manufactured by THOMSON-CSF, can dissipate high peak and average power in S band, as generated by modern microwave tubes in radars and linear accelerators. Many of these loads have long been in regular use, demonstrating that besides excellent electrical performance the TH 20010 has exceptional ruggedness and reliability. They perform satisfactorily even under the most severe environmental conditions, as in certain military equipment.*

*To ensure high quality, each TH 20010 water load made is put through an extensive series of mechanical and electrical tests, including a power test and a pressure test.*

*Dissipation of high peak powers, without any arcing, can be accomplished by pressurizing the water load with dry air or Freon. When using dry air, an automatic pressure-release valve, incorporating a muffler, is attached to the pressurization connection. This valve ensures that the waveguide pressurization does not exceed the allowed maximum.*



Des mesures de puissance peuvent être réalisées avec précision en associant à la charge un thermocouple TV 19359 (accessoire indépendant de la charge).

La charge TH 20010, en guide d'onde RG-48/U, est adaptée dans la bande 2800 à 3200 MHz (ROS inférieur à 1,1.). L'adaptation du guide est obtenue au moyen d'une tubulure en verre spécialement disposée dans le guide d'onde et dans laquelle circule l'eau.

L'entrée d'eau doit s'effectuer du même côté que l'entrée hyperfréquence.

*Accurate power measurements can also be made with this load, using a TV 19359 thermocouple, delivered as an optional accessory.*

*The TH 20010 is fitted with a standard RG-48/U waveguide, matched for operation in S band, between 2800 and 3200 MHz (VSWR < 1.1 : 1). Waveguide matching is obtained by means of a specially located glass tubing, containing the water within the load.*

*The water inlet is located at the waveguide end (RF input), the water outlet at the opposite end.*

### CARACTERISTIQUES GENERALES GENERAL CHARACTERISTICS

#### Mécaniques

##### Mechanical

Dimensions <i>Overall dimensions</i>	780 x 238 x 86 mm
Poids, environ <i>Weight, approximate</i>	12 kg
Guide d'onde <i>Waveguide</i>	RG-48/U
Connexions d'eau <i>Water connection</i>	Voir dessin <i>See the Outline Drawing</i>
Connexion de pressurisation <i>Pressurization connection</i>	Voir dessin <i>See the Outline Drawing</i>

#### Electriques

##### Electrical

Bande de fréquence d'utilisation <i>Frequency range in which useable</i>	2800 - 3200 MHz
ROS dans la bande <i>VSWR in the frequency range</i>	max. 1.1 : 1
Puissance moyenne dissipée <i>Average power dissipation</i>	max. 35 kW
Puissance crête dissipée <i>Peak power dissipation</i>	max. 25 MW
Durée d'impulsion <i>Pulse duration</i>	Voir page 4 et Figure 2 <i>See page 4 and Figure 2</i>
Pressurisation du guide <i>Waveguide pressurization</i>	max. 12 bars (relatif) <i>max. 12 bars (relative)</i>
- pour une puissance crête de 25 MW <i>for a peak power of 25 MW</i>	min. 10,5 bars (absolus) <i>min. 10.5 bars (absolute)</i>
- pour une puissance crête de 20 MW <i>for a peak power of 20 MW</i>	min. 8,5 bars (absolus) <i>min. 8.5 bars (absolute)</i>
Débit d'eau par kW de puissance max. dissipée <i>Water flow (per KW of average power dissipated)</i>	min. 0.7 l/mn
Pression d'eau <i>Water pressure</i>	max. 5 bars (relatif) <i>max. 5 bars (relative)</i>
Température de l'eau à la sortie <i>Water outlet temperature</i>	max. 70 °C

## Accessoires \*

### Accessories

Joint de bride <i>Flange gasket</i> .....	TV 19345
Fuite fixe .....	Dispositif de fuite fixe, calibrée à 10 l/mn environ pour une pression relative de 10 bars, muni d'un silencieux d'échappement.
<i>Automatic pressure-release valve</i> .....	<i>Calibrated to release about 10 l/mn of air when the water-load relative pressure is 10 bars. Incorporated muffler.</i>
Embout Staubli .....	Référence 09-60/100, peut être monté à la place du dispositif de fuite. Connecter à l'embout un tuyau Ø int. 8 mm ou un raccord Staubli auto obturateur. (voir dessin page 4).
<i>Staubli fitting</i> .....	<i>Reference : 09-60/100. May be used in place of the calibrated leak device, when there is no danger of over-pressurization. Connect to its outer end either an I.D. 8 mm hose (from the compressor) or a self-plugging Staubli coupling.</i>

## MAINTENANCE

L'utilisateur veillera à la propreté rigoureuse de l'intérieur de la charge et de la bride de raccordement. En outre, le joint de bride devra être contrôlé avant chaque montage, il reste à demeure dans la gorge de la bride et devra être remplacé après une dizaine de connections. Si à la suite d'une anomalie dans la circulation d'eau (bulles d'air, débit insuffisant etc.) la tubulure de verre venait à être détériorée la charge devrait nous être retournée pour remise en état.

## MISE EN OEUVRE

- Contrôler la propreté de la bride et de l'intérieur de la charge.
- Vérifier la présence et le bon état du joint de bride.
- Connecter la charge TH 20010 au moyen de huit boulons à la source de puissance. Cette dernière doit être équipée d'une bride lisse (type TV 19346).
- Alimenter la charge en eau au moyen de tuyaux souples.
- La crosse de sortie d'eau est pivotante et peut être orientée selon les besoins de l'utilisateur en desserrant l'écrou.
- Faire circuler l'eau, vérifier que le débit est suffisant et qu'il n'y a pas de bulles.
- Monter à l'emplacement prévu la fuite fixe ou le raccord Staubli.
- Pressuriser le guide selon la puissance à dissiper (voir courbes - Figure 1).
- La charge est prête à fonctionner.

## MESURE DE PUISSANCE

Associée avec un thermocouple THOMSON-CSF TV 19359 et un débitmètre, la charge peut permettre la mesure de la puissance moyenne dissipée.

\* Ces accessoires sont livrés avec la charge et peuvent aussi être fournis séparément.

\* *These accessories are delivered with the TH 20010 water load, and may also be ordered separately.*

## MAINTENANCE

*The water-load interior and the connection flange must be kept perfectly clean. Furthermore, the flange gasket must always be checked carefully before installing the load. The gasket stays in the flange groove and is changed after approximately ten water-load disconnection/installation operations.*

*In case water-flow problems (bubbles, insufficient flow, etc.) result in the glass tubing being broken, the water load should be returned to our factory for repair.*

## STARTING OPERATION

1. *Check the cleanliness of the flange and the interior of the load.*
2. *Check that the flange gasket is present and in good condition. Change if necessary.*
3. *Connect the TH 20010 to the power source by means of 8 bolts. The source should be fitted with a non-grooved flange (type TV 19346).*
4. *Connect the water supply to the load, using flexible hoses (I.D. 20 mm).*
5. *The water outlet U-tube may rotate and be oriented to suit the user by hand-loosening the nut on the end of the load.*
6. *Start the water flowing. Check that the flow is sufficient and free of bubbles.*
7. *Connect the pressure-release valve or the Staubli fitting.*
8. *Pressurize the waveguide according to the anticipated power dissipation (see Fig. 1). The water load is ready to operate.*

## POWER MEASUREMENT

*In association with a THOMSON-CSF TV 19359 thermocouple and a flowmeter, the TH 20010 water load can be used to measure the average power of a source.*



## TENUE EN PUISSANCE

La charge à eau TH 20010 est spécialement conçue pour fonctionner à des niveaux de puissance crête et moyenne très élevés. Pour obtenir les performances optimales il est nécessaire que la bride et l'intérieur de la charge soient propres, que le joint métal-plastique TV 19345 soit en bon état et que le serrage des 8 boulons d'assemblage des brides soit bien effectué, pour obtenir la compression du joint qui assure l'étanchéité et un bon contact électrique.

### Puissance moyenne

La puissance moyenne maximale de 35 kW est celle que l'on peut dissiper dans les conditions les plus défavorables, lorsque le débit est minimal et la température de l'eau maximale. La puissance moyenne peut être nettement augmentée si les autres paramètres n'atteignent pas leurs valeurs limites et il est possible de nous consulter à ce sujet.

### Puissance crête

Le bon fonctionnement aux puissances crêtes élevées est directement lié à la pressurisation. Les résultats obtenus peuvent être très différents selon le degré de pureté du gaz. L'humidité est particulièrement néfaste, il est souhaitable de prévoir un dispositif de dessiccation.

Les valeurs typiques de puissance atteintes en fonctionnement permanent sont indiquées en fonction de la pressurisation à l'air sec et au Fréon par la Figure 1.

Si la largeur de l'impulsion dépasse 30  $\mu$ s, la tenue en puissance crête se trouve diminuée selon un coefficient donné par la Figure 2.

## POWER-HANDLING CAPABILITY

The TH 20010 water load is specially designed to operate at high peak and average power levels. To obtain the best performance, the following conditions are necessary :

- the flange and the load interior must be clean,
- the TV 19345 metal-plastic gasket must be in good condition,
- using the eight fastening bolts, the flanges must be tightly fastened together to correctly compress the gasket and ensure good electrical contact.

### Average power

The maximum average power rating of 35 kW applies for the worst allowable conditions : minimum allowable water flow and maximum allowable temperature. The average power may be increased if the other parameters do not reach these limiting values. THOMSON-CSF Division Tubes Electroniques should be consulted for special operating conditions.

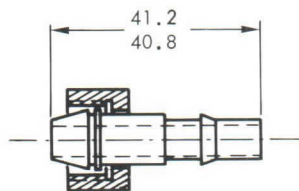
### Peak power

Satisfactory operation at high peak power depends directly upon the level of water-load pressurization. The results may be very different according to the purity of the gas used. Because humidity is particularly troublesome, the use of a drying process is strongly recommended.

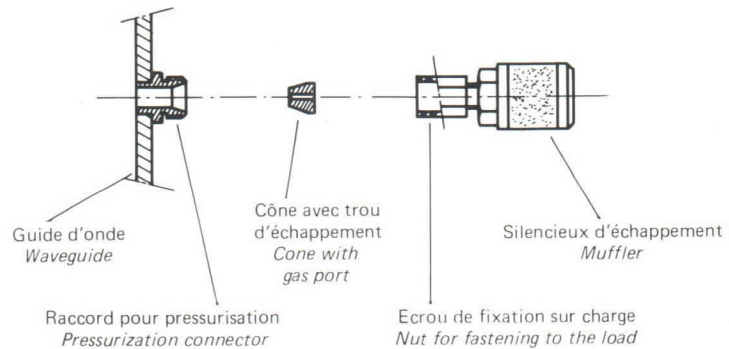
The typical power values attained in continuous operation as a function of the dry-air or Freon pressurization are given by the curves in Figure 1.

If the pulse width exceeds 30  $\mu$ s, the peak power-handling capability decreases, as indicated by Figure 2.

EMBOUT STAUBLI  
STAUBLI FITTING



RACCORD DE PRESSURISATION  
PRESSURIZATION FITTINGS



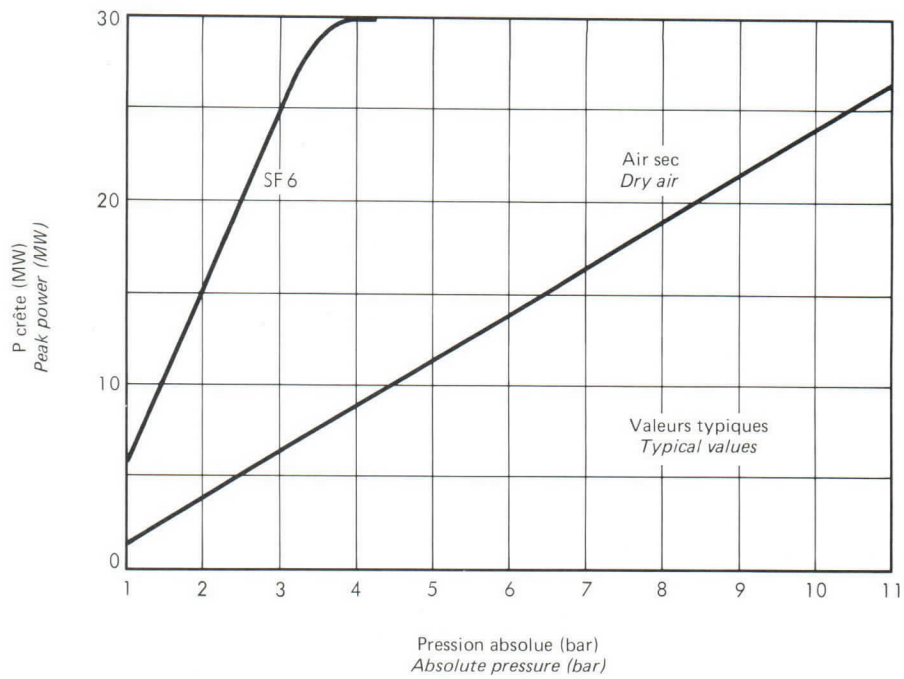


Figure 1 - Puissance crête en fonction de la pressurisation.  
Peak power-handling capability as a function of water-load pressurization.

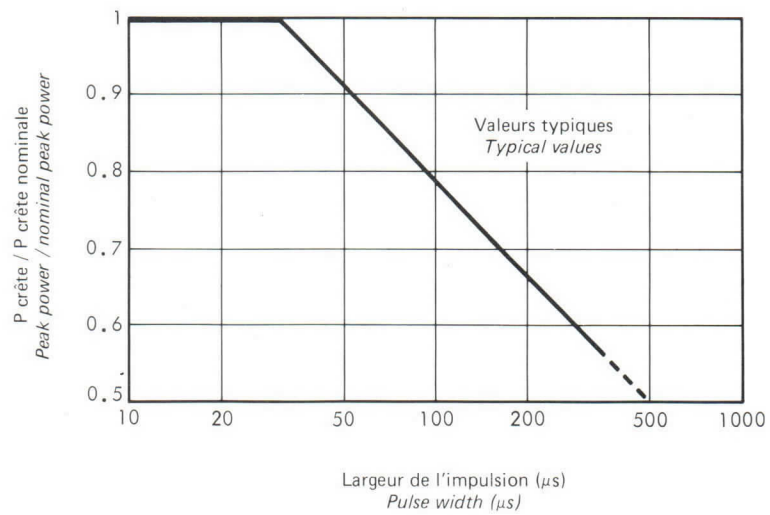
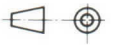
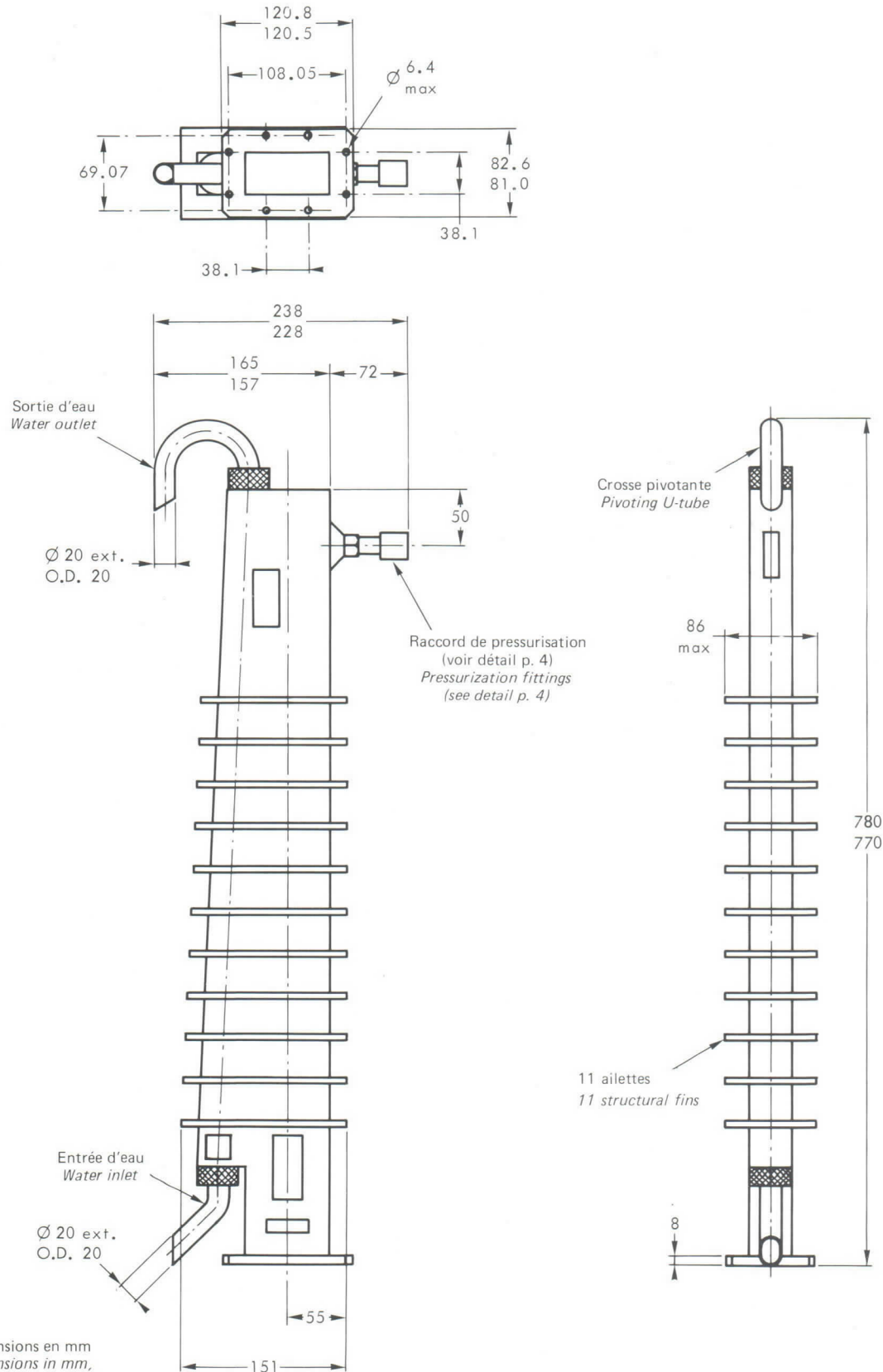


Figure 2 - Puissance crête en fonction de la largeur d'impulsion.  
Peak power-handling capability versus pulse width.



**DESSIN D'ENCOMBREMENT**  
**OUTLINE DRAWING**





**THOMSON-CSF**

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

NOTICE TEH 4497

**TV 19359**

Octobre 1976 - Page 1/2

## TV 19359 THERMOCOUPLE



Les thermocouples sont constitués par la soudure aux deux bouts de deux fils ou pièces de métal différent ; leur principale propriété est l'apparition entre ces deux jonctions d'une force électromotrice thermo-électrique lorsqu'ils se trouvent à des températures différentes. La tension est de quelques micro-volts.

Le TV 19359 est composé de couples manganine-constantan groupés en série pour obtenir une plus grande sensibilité. Les deux soudures de chaque couple se trouvent placées dans des circuits différents : l'un est parcouru par le fluide froid, l'autre par le fluide chaud. La tension recueillie aux bornes du thermocouple, produite par les deux séries de neuf jonctions, est proportionnelle à la différence de température entre les deux circuits.

L'ensemble se présente sous la forme d'un bloc de matière plastique traversé par deux tubes en acier inoxydable.

Le TV 19359 est principalement utilisé pour le contrôle de l'élévation de température d'un fluide parcourant un système de refroidissement. Le circuit froid du thermocouple est parcouru par le réfrigérant qui entre dans l'ensemble à refroidir, le circuit chaud est parcouru par le réfrigérant recueilli à la sortie. Si le thermocouple est associé à un débitmètre on peut également avoir une appréciation de la puissance correspondant à l'élévation de température. La tension aux bornes du thermocouple doit être mesurée avec un galvanomètre de forte résistance interne devant celle du thermocouple lui-même.

*Thermocouples consist of two dissimilar pieces of metal, or wires, soldered or welded together at their ends ; their principal feature is that a thermoelectromotive force is developed between the two junctions when they are at different temperature. The value of the thermoelectric voltage that results is on the order of a few microvolts per degree.*

*THOMSON-CSF's TV 19359 thermocouple includes nine manganin-constantan pairs, connected in series for greater sensitivity. The two junctions of each pair are connected to a different fluid tube ; a cold fluid flows through one of these tubes and a hot fluid flows through the other. By connecting the nine pairs in series, the voltage developed across the device's output terminal, proportional to the temperature difference between the two fluids, is increased.*

*As shown in the photograph, the thermocouple takes the form of a plastic box of rectangular cross section, traversed by the two stainless-steel tubes.*

*The principal application of the TV 19359 is the monitoring of temperature increase in equipment-cooling circuits. The cooling fluid on the equipment-inlet side is passed through the TH 19359's cold tube and the cooling fluid leaving the equipment is passed through the thermocouple's hot tube. If the thermocouple is associated with a flow-meter, it gives a measurement of the dissipated power corresponding to the temperature increase.*

*The voltage should be measured across the thermocouple terminals with a galvanometer having a high internal resistance with respect to that of the thermocouple.*



THOMSON-CSF

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Electriques

Sensibilité . . . . . 0,35 mV/°C environ  
 Résistance interne . . . . . 2,8 Ω environ

#### Mécaniques

Température . . . . . max.90 °C  
 Pression . . . . . max. 2 bars  
 Débit . . . . . max. 20 l/mn  
 Pertes en charge . . . . . négligeables  
 Raccords d'eau . . . . . 18/20 mm

### GENERAL CHARACTERISTICS

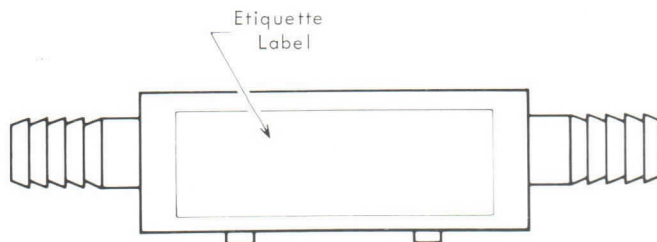
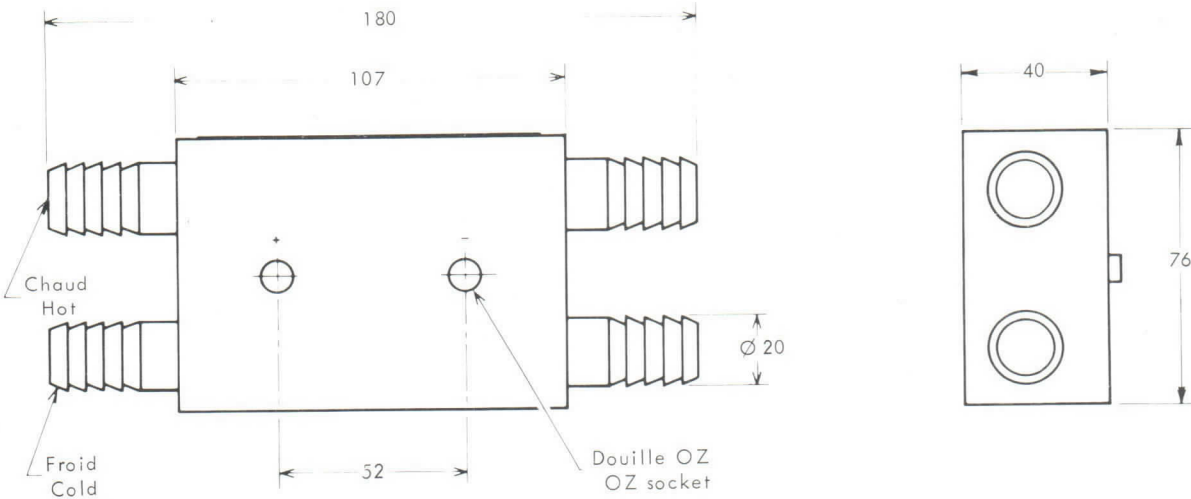
#### Electrical

Sensitivity, approx. . . . . 0.35 mV/°C  
 Internal resistance, approx. . . . . 2.8 Ω

#### Mechanical

Temperature of the hot fluid. . . . . max. 90 °C  
 Pressure of the fluid. . . . . max. 2 bars  
 Maximum flow rate . . . . . 20 l/mn  
 Pressure drop . . . . . Negligible  
 Diameter of fluid inlets/outlets . . . . . 18/20 mm

### OUTLINE DRAWING



Cotes en mm.  
 Dimensions nominal, in mm.





**THOMSON-CSF**

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

DATA TEH 4512

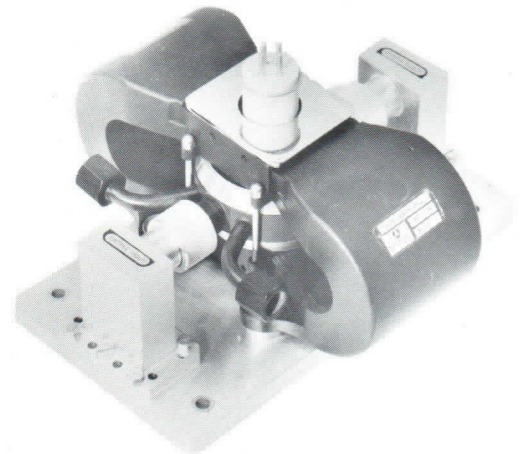
**CMP 1115**

October 1976 - Page 1/4

## CMP 1115 EARTH-STATION CARPITRON 500 W/5.925 - 6.425 GHz

### FEATURES :

- **Powerful** : a minimum of 500 W CW of output power.
- **High efficiency** : typically 35 % .
- **Electronically tunable** : over the full 6-GHz uplink band.
- **Long operating life** : typically 25 000 hours or more.
- **Compact and lightweight**



The CMP 1115 Carpitron is a crossed-field BWO that is synchronized by its RF drive signal and functions as a saturated amplifier in its synchronized band (some tens of MHz, depending on the drive level). Electronically tunable for operation at any center frequency in the 5.925 to 6.425-GHz earth-station uplink band, the CMP 1115 delivers 500 watts (minimum) of CW output power. It meets all COMSAT requirements concerning transmission of telephony and television carrier signals to the INTELSAT IV or IVA satellites and makes a highly efficient single-carrier uplink transmitter.

Carpitrons of this model have been used in the French earth stations at Pleumeur-Bodou since 1970 and have demonstrated an average operating life of more than 25 000 hours.

The CMP 1115 includes a built-in permanent magnet and is cooled by circulating liquid.

### GENERAL CHARACTERISTICS

#### Electrical (1)

Output power (min.) . . . . .	500	W
Frequency . . . . .	5.925 to 6.425	GHz
Cathode. . . . .	Impregnated, indirectly heated	
Heater voltage (ac) . . . . .	6.3 V ± 2 %	
Heater current, max. . . . .	3.7	A
Sole voltage . . . . .	-600 to -1800	V
Grid 1 voltage. . . . .	-100 to -800	V
Anode 1 voltage . . . . .	500 to 1800	V
Anode 2 voltage . . . . .	-3.7	kV
Sole current . . . . .	-35 to + 3	mA
Grid 1 current. . . . .	-3 to + 3	mA
Anode 1 current . . . . .	-3 to + 3	mA
Anode 2 current, max. . . . .	550	mA

(1) The voltages are specified with respect to the cathode.

## Mechanical

Dimensions . . . . .	See the Outline Drawing
Weight . . . . .	5.7 kg
Mounting position . . . . .	Any
Ambient temperature . . . . .	-40 to + 110 °C
Connections :	
- RF connections . . . . .	RG-50/U waveguide (mates with CMR. 137 flange)
- DC connections . . . . .	See the Outline Drawing

## Cooling

Liquid cooling :	
- water flow (2) . . . . .	4.5 l/mn
- outlet temperature, maximum . . . . .	80 °C

## TYPICAL OPERATION (3)

Frequency . . . . .	6064	MHz
Instantaneous bandwidth . . . . .	40	MHz
Output power . . . . .	600	W
Gain . . . . .	17	dB
Grid 1 voltage . . . . .	-600	V
Anode 1 voltage . . . . .	1500	V
Anode 2 voltage . . . . .	-3300	V
Sole voltage . . . . .	-900	V
Anode 2 current . . . . .	475	mA

## ABSOLUTE RATINGS (4) (non-simultaneous)

	Min.	Max.	Units
Heater voltage . . . . .	6.0	6.6	V
Heater current . . . . .	-	4	A
Grid 1 voltage (5) . . . . .	-50	+ 50	V
Anode 1 voltage (5) . . . . .	-	+ 200	V
Anode 2 voltage . . . . .	-	-3800	V
Sole voltage . . . . .	-1800	-600	V
Anode 2 current (5) . . . . .	-	+ 20	mA
Temperature of the coolant at the cooling-circuit outlet . . . . .	-	80	°C

- (2) Please consult us before using other coolants.
- (3) The voltages are specified with respect to the cathode.
- (4) Limiting values, **NOT operating values**. No one value ever to be exceeded, even under transient conditions, and operation at more than one limiting value at the same time may cause tube damage. Equipment must be designed so that these limits are never exceeded.
- (5) Operating voltages and currents are given for each tube on its individual Test Report. The values given here are tolerances on these voltages and currents.

## OPERATING INSTRUCTIONS

The Carpitron is a synchronized backward wave oscillator. For a given adjustment of the supply voltages and a given input power level, the synchronization can be achieved if the driver frequency is in the so-called "synchronized bandwidth".

It must be noted that :

- a) Control of the Anode 2 current and therefore RF power is obtained by adjusting the Anode 1 voltage.
- b) The operating frequency is fixed by the slow-wave structure to sole voltage; the frequency is adjusted by varying the sole to cathode voltage. No power is used in making this adjustment.

### Applications of Voltages

Apply voltages in the following order : Heater, Grid 1, Sole, Anode 2, Anode 1.

The Grid 1 voltage must never be positive.

The Anode 2 voltage must always be greater than the Anode 1 voltage.

The grid must not be used for modulation.

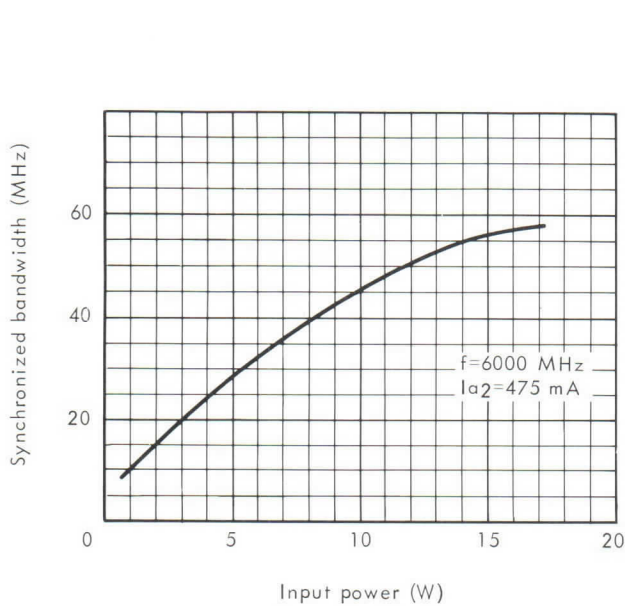


FIGURE 1 - Synchronized bandwidth as a function of drive power (typical)

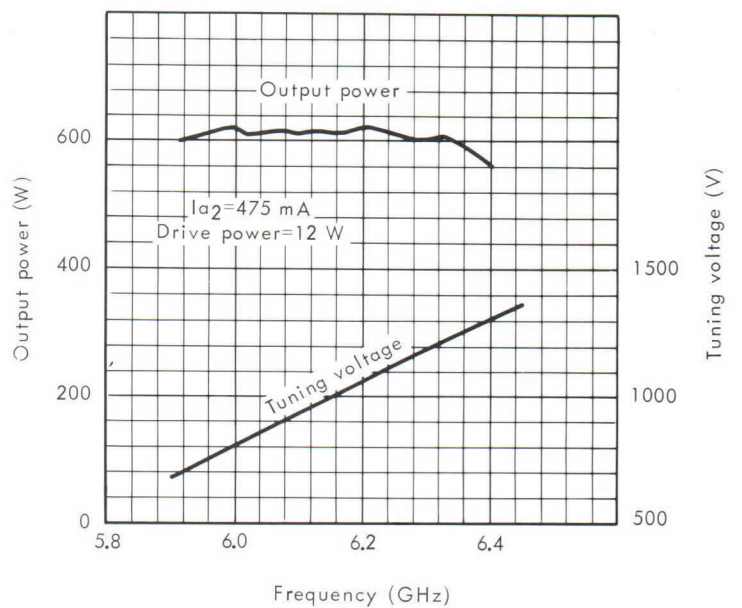


FIGURE 2 - Output power across the tuning band

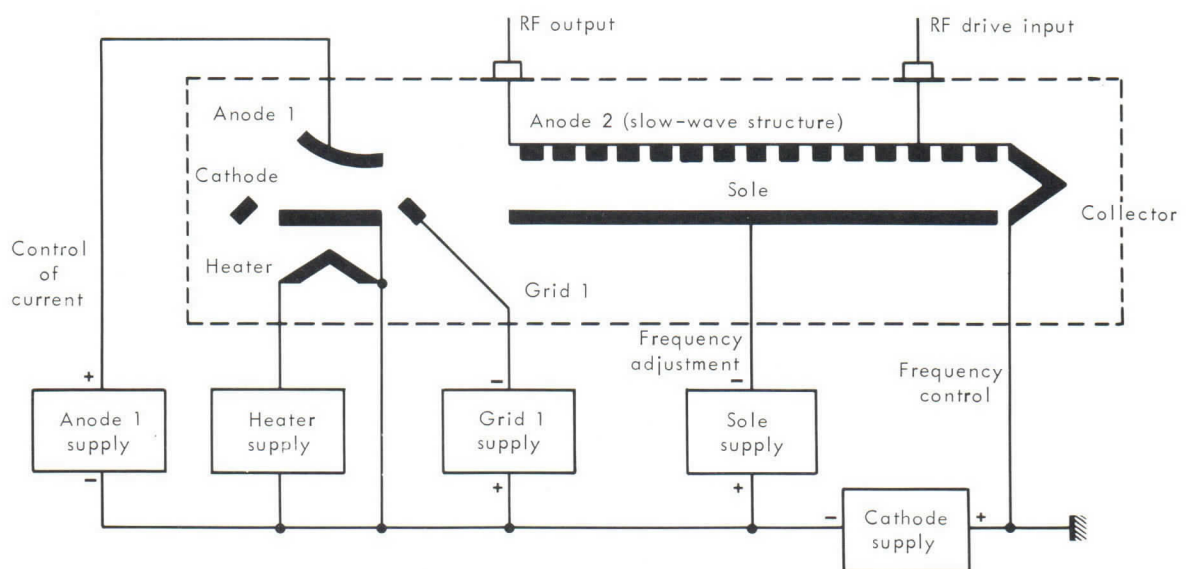


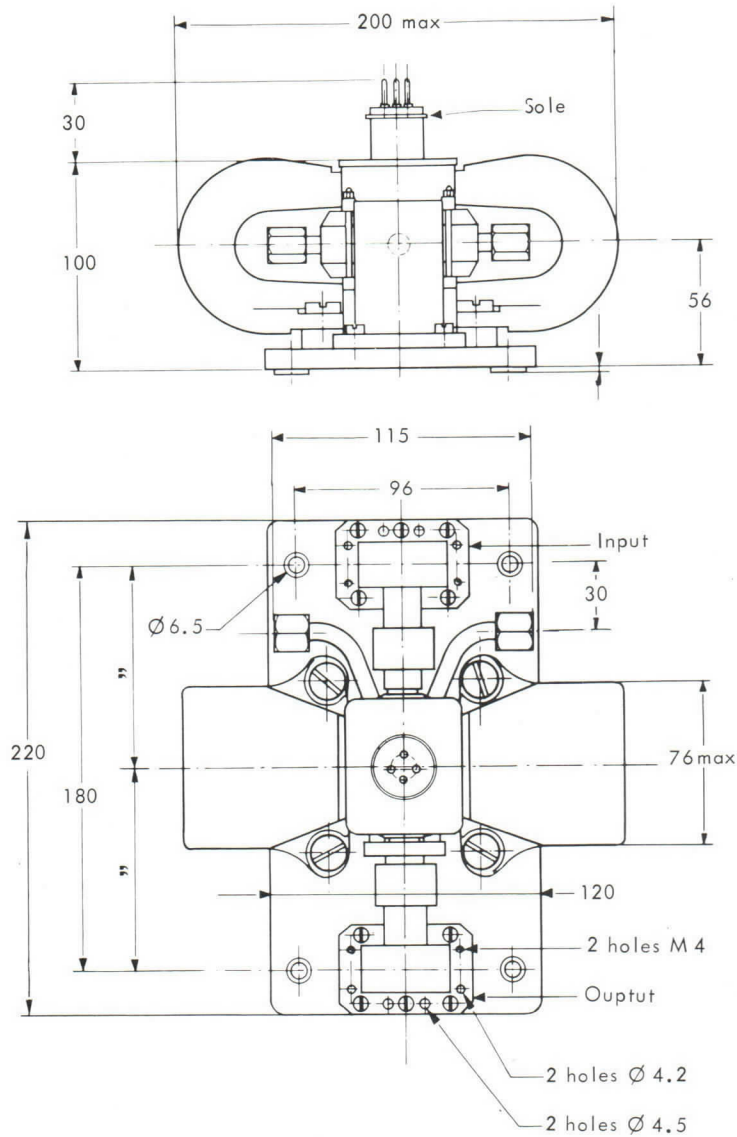
FIGURE 3 - Power-supply connections



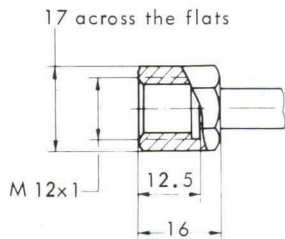
THOMSON-CSF

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

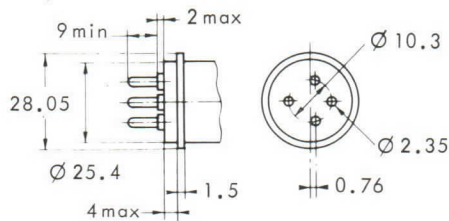
### OUTLINE DRAWING



#### Water-outlet hexagonal nut



#### Pin arrangement



The pin position with respect to the tube axes is determined within  $10^\circ$

Maximum base eccentricity with respect to the sole connection : 0.3mm.

All dimensions in mm, nominal unless otherwise marked.





## FOCALISATEUR TH 20073

Le focalisateur haute impédance TH 20 073 est destiné aux klystrons amplificateurs de grande puissance, tels que le TH 2066 ou le TV 2012. Il est composé de plusieurs bobines assemblées en 3 groupes avec prises multiples, permettant un réglage des ampères/tour pour chaque groupe de  $\pm 12\%$  et de  $\pm 24\%$  par rapport à une valeur moyenne.

Le klystron se place à l'intérieur des bobines et repose sur la pièce polaire inférieure du focalisateur. Pour cette mise en place retirer la pièce polaire supérieure constituée de deux plaques amovibles.

Le flux magnétique est canalisé par les deux pièces polaires et par la chemise cylindrique extérieure en acier doux.

Le focalisateur doit être équipé du blindage magnétique TV 19 901, des trous taraudés sont prévus pour sa fixation sur la pièce polaire inférieure.

Un support est prévu pour l'aimant de getter actif TV 19 500.

Le refroidissement des bobines se fait par circulation d'eau.

### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Electriques

	Min.	Max.	
Tension .....	—	150	V
Courant .....	—	31	A
Puissance appliquée .....	—	4,5	kW
Résistance à froid .....	3	4,6	$\Omega$
Résistance à chaud .....	3,4	5	$\Omega$

#### Mécaniques

Dimensions .....	voir dessin
Masse, environ .....	395 kg

#### Refroidissement

	Min.	Max.	
Débit d'eau de refroidissement .....	5	—	l/mn
Pertes de charge du circuit d'eau (pour 20 l/mn) .....	—	2	bar
Température de l'eau à l'entrée du focalisateur .....	—	40	$^{\circ}\text{C}$
Température ambiante .....	—	50	$^{\circ}\text{C}$

#### Accessoires (livré avec le focalisateur)

Connecteur SOCAPEX femelle FF D 37 Y

#### Accessoires d'équipement complémentaire (non livrés avec le focalisateur)

Blindage magnétique .....	TV 19 901
Aimant de getter actif .....	TV 19 500
Blindage en plomb utilisable avec le tube TH 2066 .....	TH 20 074





## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

Le focalisateur, les éléments de montage et de manutention sont livrés dans le même emballage.

Le blindage magnétique et l'aimant (voir schéma de montage) sont livrés dans des emballages différents.

Les déplacements du focalisateur se font en utilisant les trois manilles qui se fixent sur la pièce polaire supérieure.

Le blindage magnétique doit être vissé directement sous le focalisateur.

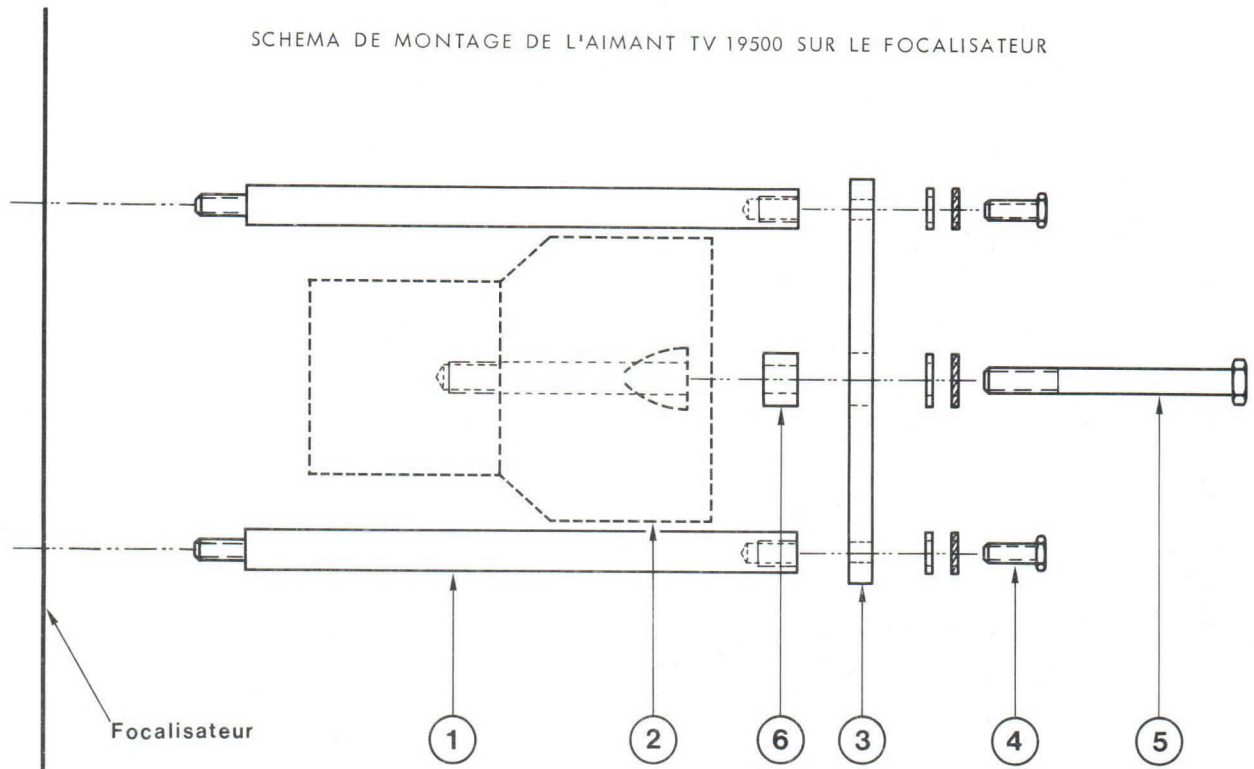
Attenant à la cuve à huile, deux pieds de centrage doivent être prévus pour orienter le focalisateur qui peut occuper, au gré de l'utilisateur, deux positions diamétralement opposées.

L'aimant est fixé au focalisateur par quatre entretoises. Les trous de fixation laissent suffisamment de jeu pour régler la position de l'aimant afin que le getter actif ne vienne pas le heurter lorsqu'on introduit le klystron dans le focalisateur. La fixation définitive de l'aimant doit donc se faire seulement après que le klystron ait été mis en place dans le focalisateur. Il est conseillé de contrôler périodiquement la valeur du champ magnétique de l'aimant, afin d'obtenir un fonctionnement correct du getter actif (valeur nominale 1200 gauss, minimale 1000 gauss).

L'alimentation électrique de l'ensemble est faite selon le schéma de branchement donné ci-dessous et qui doit être rigoureusement respecté, une erreur de polarité pouvant entraîner la mise hors service du klystron.

Le refroidissement se fait avec de l'eau. Afin d'éviter tout entartrage il est recommandé d'utiliser de l'eau adoucie, filtrée. Le sens de circulation de l'eau est indifférent. L'entrée et la sortie d'eau sont taraudées au pas du gaz afin de laisser à l'utilisateur le choix du raccordement.

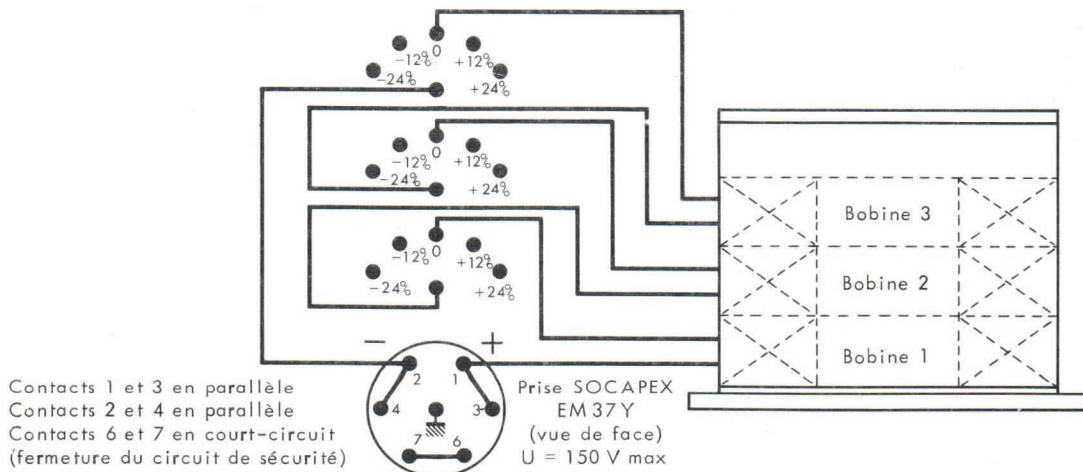
SCHEMA DE MONTAGE DE L'AIMANT TV 19500 SUR LE FOCALISATEUR



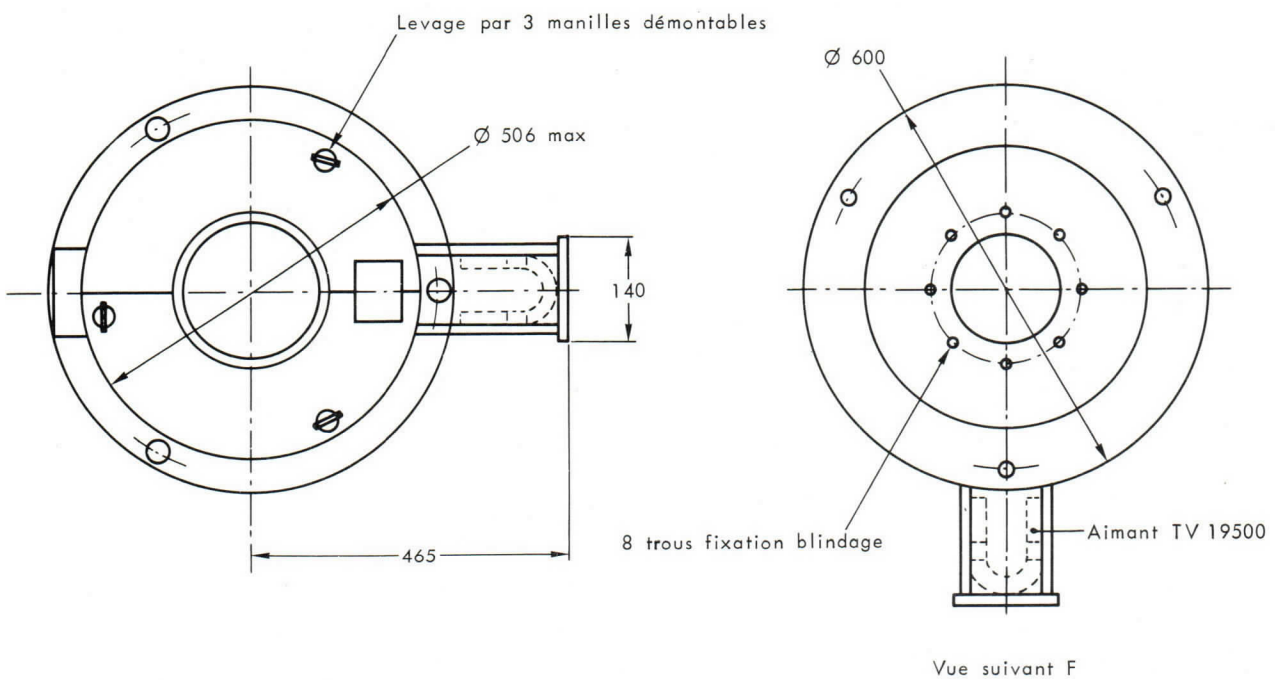
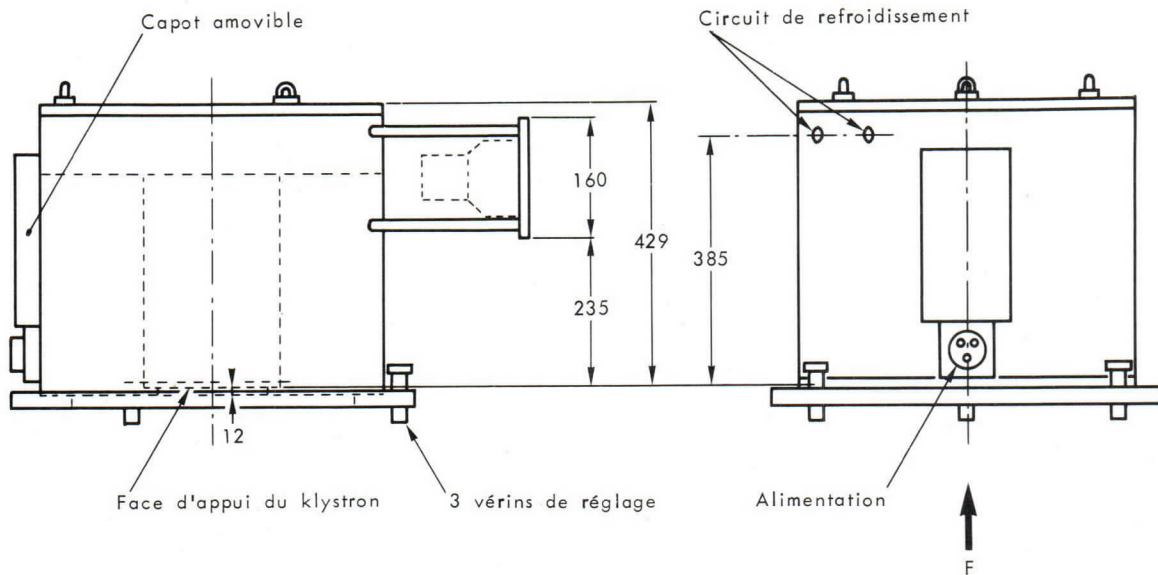
- ① - 4 colonnes acier inox L = 220 mm.
- ② - Aimant TV19500
- ③ - Plaque dural support aimant
- ④ - 4 vis avec rondelles plate et éventail

- ⑤ - 2 vis acier inox L = 110 mm, avec rondelles plate et éventail
- ⑥ - 2 entretoises d'aimant tube dural 10/20 L = 14,5 mm.

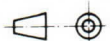
BRANCHEMENT ELECTRIQUE DU FOCALISATEUR



DESSIN D'ENCOMBREMENT



Cotes en mm.





**THOMSON-CSF**

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

NOTICE TEH 4411  
TH 20078 - TH 20092  
TH 20093  
Septembre 1975 - Page 1/4

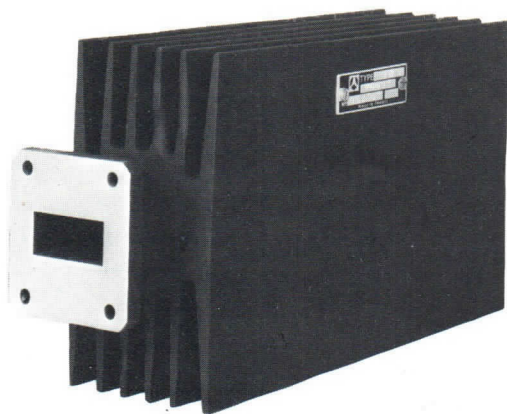
**TH 20078-TH 20092-TH 20093**  
**CHARGES ADAPTEES DE PUISSANCE**  
**SUR GUIDE D'ONDE**  
*HIGH - POWER*  
**WAVEGUIDE-MOUNTED MATCHED LOADS**

Grande capacité de dissipation *High power-handling capability*

Refroidissement par convection et rayonnement *Cooled by convection and radiation*

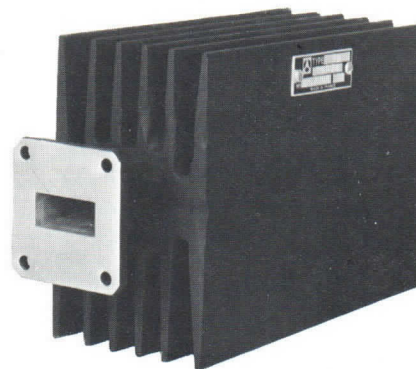
Faible ROS *Very low VSWR*

Compactes, légères, robustes *Compact, lightweight and rugged*



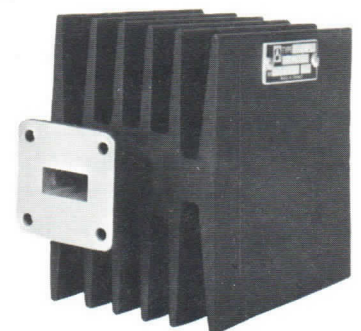
**TH 20092**

7.05 - 8.20 GHz  
600 W - 450 kW



**TH 20078**

8.20 - 12.40 GHz  
500 W - 300 kW



**TH 20093**

12.40 - 18.00 GHz  
200 W - 150 kW



Les charges adaptées de puissance, mises au point par THOMSON-CSF, utilisent les propriétés absorbantes d'un matériau pouvant supporter les températures élevées correspondant à la dissipation des hauts niveaux de puissance des tubes hyperfréquences modernes.

Le matériau est disposé à l'intérieur d'un guide d'onde, la chaleur produite par les micro-ondes est rapidement évacuée par convection et rayonnement au moyen d'un radiateur à ailettes.

Les charges sont construites de façon à présenter un ROS extrêmement bas, et cette qualité se conserve jusqu'aux puissances les plus élevées.

Grâce à leur encombrement réduit et à l'emploi d'alliage léger, les charges THOMSON-CSF se trouvent être particulièrement légères. Leur structure autorise, en outre, leur fonctionnement dans des conditions sévères de secousses et de vibrations.

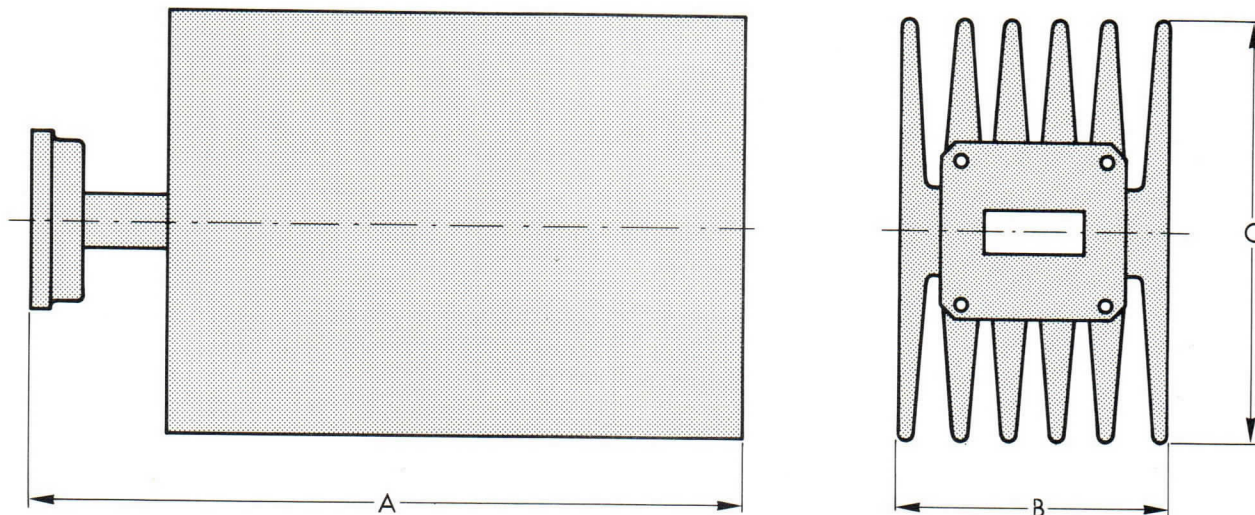
*THOMSON-CSF's waveguide-mounted matched loads use the energy-absorbant properties of a material that is able to withstand high temperatures to dissipate large amounts of microwave power. They are specially designed for operation with modern high-power microwave tubes.*

*The energy-absorbant material is located within a short section of waveguide. The heat produced is rapidly evacuated by means of heat-radiator fins disposed laterally along the waveguide, without the need for any blower.*

*Special care has been taken to ensure that these loads are well matched over their operating range, and thus present an extremely low VSWR. That quality is conserved all the way up to the power-handling limits of the loads.*

*Thanks to their small size and the use of light alloys in their fabrication, these THOMSON-CSF matched loads are particularly light in weight. They have also been designed to withstand severe shock and vibration and keep on operating normally.*

MODELE - MODEL	TH 20092	TH 20078	TH 20093
Fréquence (GHz) Frequency (GHz)	7. 05 - 8. 20	8. 20 - 12. 40	12. 40 - 18. 00
Guide d'onde Waveguide standard	RG 68/U	RG 67/U	RG 91/U
Bride (1) Flange (1)	UG 138/U	UG 135/U	UG 419/U
Puissance max. - Max. power rating - moyenne W (2) average, W (2) - crête kW (3) peak, kW (3)	600 450	500 300	200 250
ROS (max.) VSWR (max.)	1. 10 1. 10 : 1	1. 10 1. 10 : 1	1. 10 1. 10 : 1
Dimensions (mm) A Dimensions (mm) B Dimensions (mm) C (see drawing)	180 58 105	160 58 95	115 58 90
Poids (kg) Weight (kg)	1. 3	1	0. 8
Pressurisation relative (max.) (bar) Max. relative pressurization (bar)	2	2	2



**NOTES**  
**NOTES**

1 - Autres brides sur demande.

2 - La puissance moyenne est donnée pour une température ambiante de 35 °C, l'axe du guide étant en position verticale, l'air circulant librement autour de la charge. Pour les températures ambiantes supérieures voir la courbe 1.

En cas d'utilisation en position horizontale, la puissance moyenne est diminuée de 20 %.

La température de la charge ne doit pas dépasser 330 °C.

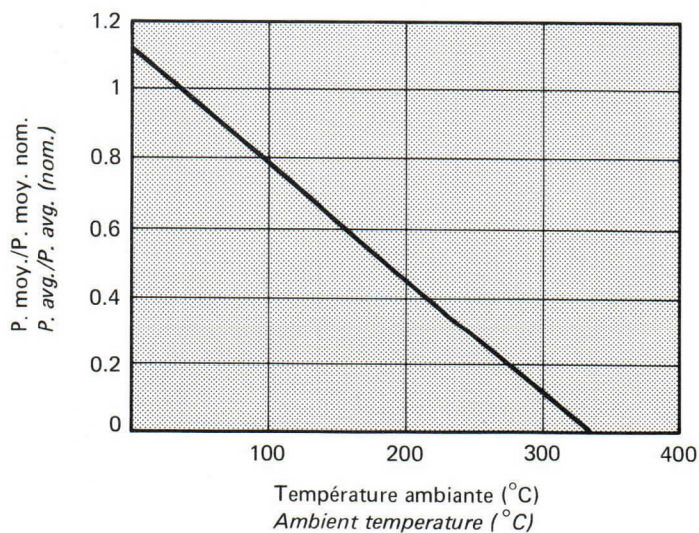
1 - Other types available on order.

2 - The average power is given for an ambient temperature of 35 °C and for the vertical operating position, air circulating freely around the load. For higher ambient temperatures, see Figure 1.

In case of use in the horizontal position, the average power rating is reduced by 20 %.

The load temperature must not exceed 330 °C.

Figure 1



3 - Puissance crête au niveau de la mer. Des puissances plus élevées peuvent être atteintes en pressurant la charge. Les résultats obtenus varient avec la qualité de l'air utilisé, qui en particulier, doit être sec. La température affecte également le fonctionnement des charges et la puissance crête nominale est donnée pour une température du radiateur de 200 °C. Les courbes 2 et 3 indiquent l'ordre de grandeur des variations.

3 - Peak power at sea-level atmospheric pressure. Higher peak powers can be tolerated if the load is pressurized. The results obtained vary with the quality of the air used, in particular its dryness.

Temperature also affects the operation of these loads; the nominal peak-power rating is given for a radiator temperature of 200 °C. Figures 2 and 3 indicate the general size of the variations encountered.

Figure 2

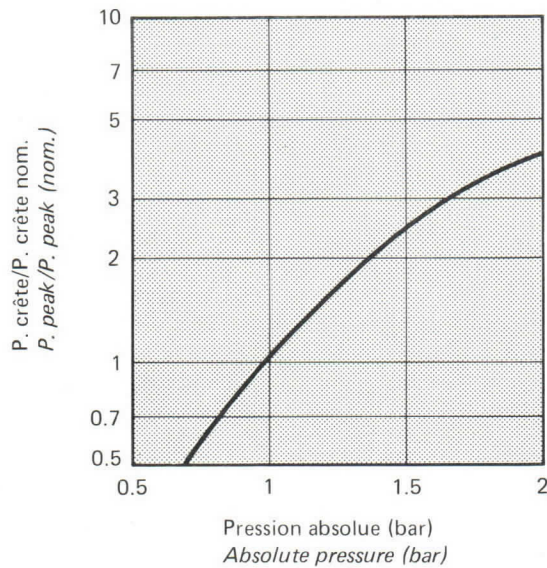
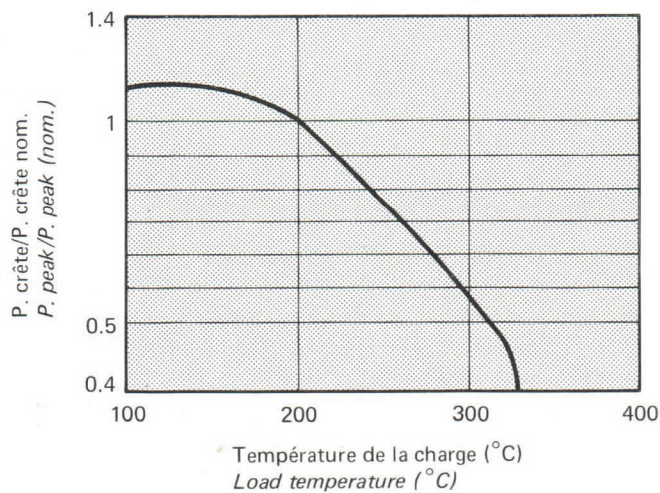


Figure 3





## TH 20096 BOITE A ECHO - ECHO BOX

La boîte à écho TH 20096 est un appareil extrêmement utile pour le réglage et le contrôle des radars.

Très simple d'emploi, de construction robuste, d'un encombrement réduit et d'un transport aisé, c'est un matériel qui grâce à sa grande résolution dans la lecture directe des fréquences se trouve être l'instrument désigné pour une maintenance quotidienne en exploitation. Il permet en effet de contrôler l'efficacité globale du radar, d'effectuer des réglages et, éventuellement de détecter et localiser les fonctionnements défectueux.

Parmi les opérations réalisables à l'aide de la boîte à écho TH 20096, on peut noter plus particulièrement le contrôle de l'efficacité du radar, le calage en fréquence de l'oscillateur local, la mesure de la fréquence de l'émetteur et de la largeur de l'impulsion.

### Description

La boîte à écho TH 20096 utilise la résonance TE 015 d'une cavité cylindrique. Le choix de ce mode, et la qualité des états de surface, conduisent aux coefficients de surtensions élevées requis pour un emploi aisé de ces appareils.

L'accord est obtenu en faisant varier la longueur de la cavité au moyen d'un piston solidaire d'un disque sans contact. Les orifices de couplage sont disposés de façon à éviter l'excitation de modes parasites. Cet effet est renforcé par la grande précision imposée en fabrication sur la géométrie de la cavité.

La position du piston d'accord est liée à la rotation d'un bouton de commande par une mécanique non linéaire équipée de systèmes automatiques de rattrapage de jeu. La fréquence est lue directement sur un cadran, elle est proportionnelle à la rotation du bouton.

La cavité est pourvue de deux circuits de couplage reliés l'un au connecteur d'entrée, l'autre à un montage détecteur. Le courant détecté est indiqué par un appareil de mesure dont la sensibilité est réglable. Ces dispositions permettent de faire simultanément des mesures par transmission et par réflexion.

Le cristal peut être facilement changé par l'utilisateur.

L'ensemble est contenu à l'intérieur d'un coffret pourvu de poignées pour un transport facile et qui peut être transformé en rack 19 pouces sans difficulté.

*The TH 20096 echo box is a device, built around a calibrated resonant cavity, that is extremely useful in the adjustment and checkout of radar sets.*

*Easy to use and robust, this unit is also compact and easily transportable. Because it furnishes a direct frequency readout, with high resolution, this instrument finds extensive use for daily radar-set operational checks. Providing a rapid measure of the overall radar effectiveness, it can also be used to make necessary adjustments and in trouble shooting, to detect and locate defective radar-set elements.*

*The operations that can be executed with the aid of the TH 20096 echo box include checking radar effectiveness, checking the frequency calibration of the local oscillator, and checking the transmitter's frequency and pulse duration.*

### Description

*The core unit of echo box is a cylindrical resonant cavity, used in the TE 015 mode. That choice of mode and the quality of the surface states lead to the high overvoltage coefficients needed for use of the device.*

*The cavity is tuned by changing its electrical length by means of a contactless piston. The frequency is directly read on a front-panel dial.*

*The coupling orifices are located so as to avoid exciting parasitic modes. A further measure in that direction is the high precision of the cavity geometry.*

*In addition to the coupling circuit that leads to the input connector, on the unit's front panel, a second coupling circuit leads from the cavity to a detector mounting. The detected current is indicated on a front-panel meter, whose sensitivity is adjustable. The arrangement of the instrument circuitry is thus such that transmission and reflection measurements can be carried out simultaneously. The detector crystal can be easily changed by the user.*

*The TH 20096 echo box is housed in a case having handles for easy transportation. It can either be used in a free-standing mode, or be readily installed in a standard 19-inch rack.*



**Caractéristiques électriques**

Bande de fréquence	8,5 - 9,6 GHz
Surtension minimale à 9 GHz	30 000
Précision absolue	± 3 MHz
Graduation du cadran	en MHz
Connecteur d'entrée	fiche N femelle
Cristal détecteur	1 N 23 C

**Caractéristiques mécaniques**

Dimensions extérieures poignées non comprises :

- Hauteur	225,5 mm (5 unités)
- Largeur	287 mm
- Profondeur	400 mm
Poids	13 kg

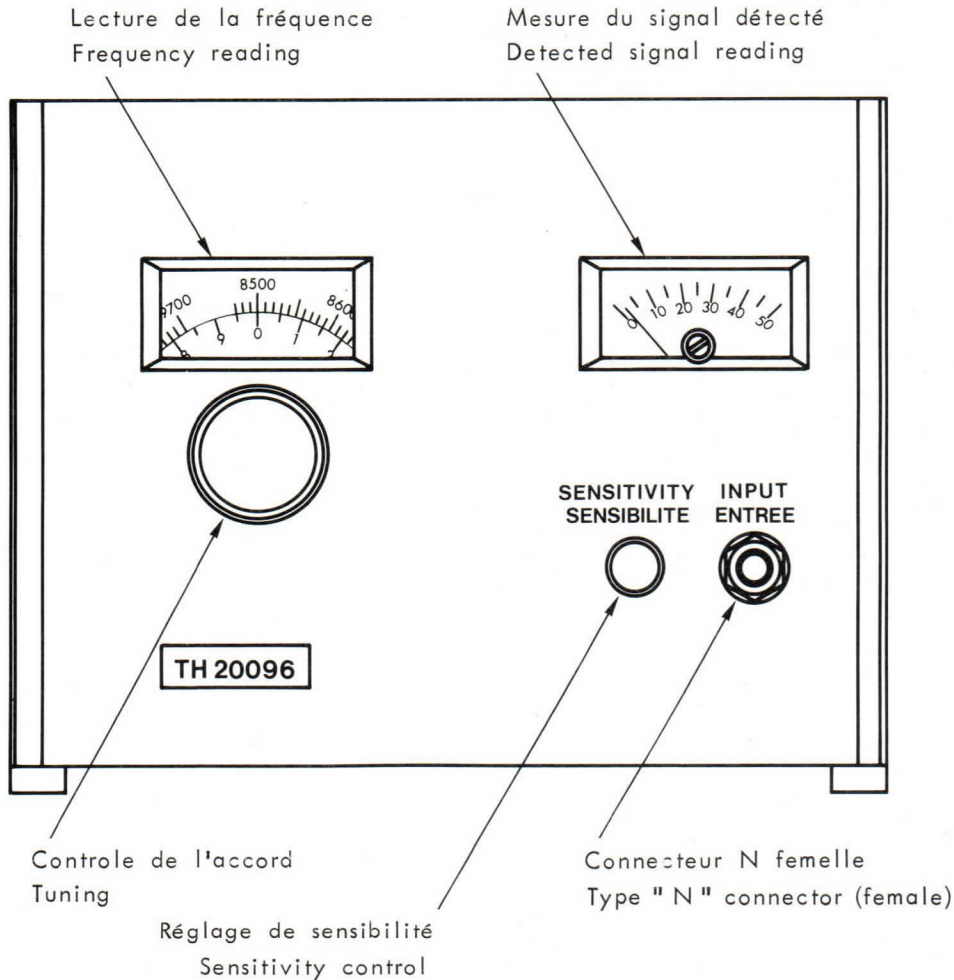
**Electrical characteristics**

Frequency band	8.5 - 9.6 GHz
Minimum overvoltage at 9 GHz	30 000
Absolute precision	± 3 MHz
Dial graduated	in MHz
Input connector	Type N, female
Detector crystal	1 N 23 C

**Mechanical characteristics**

Dimensions, not including handles :

- Height	8.875" (5 units)
- Width	11.300"
- Depth	15.700"
Weight	29 lbs



**PANNEAU AVANT  
FRONT PANEL**



**THOMSON-CSF**

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

NOTICE TEH 4480

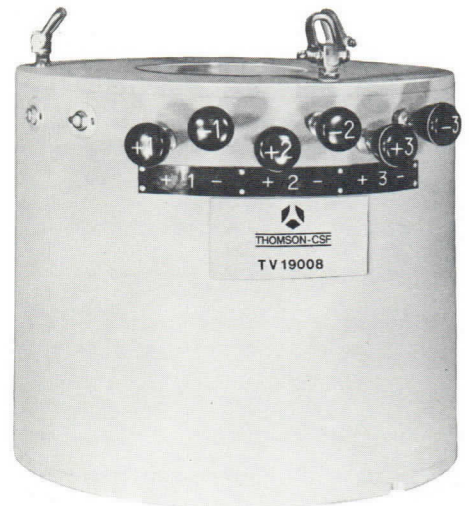
**TV 19 008**

Juin 1976 - Page 1/4

## FOCALISATEUR TV 19008

Le focalisateur TV 19008 est destiné aux klystrons amplificateurs de grande puissance. Il comporte trois bobines distinctes superposées qui doivent être alimentées séparément en courant continu.

Le focalisateur est équipé, suivant le klystron avec lequel il est utilisé, soit du blindage magnétique TV 19901 soit de la contre-bobine TV 19902. Dans ce dernier cas, cette bobine qui améliore la distribution du champ au niveau de la cathode du klystron est alimentée en série avec la bobine numéro 2 du focalisateur. Le klystron se place à l'intérieur des bobines et repose sur le plateau inférieur du focalisateur. Le plateau supérieur est constitué par deux plaques amovibles qui doivent être retirées pour la mise en place du klystron.



Le flux magnétique est canalisé par les deux plateaux en acier doux et par la chemise cylindrique extérieure. Le branchement électrique s'effectue par des fiches "BAC" dont les douilles sont solidaires du focalisateur. Le refroidissement des bobines se fait par circulation d'eau. Par ailleurs, l'aimant du getter actif est fixé sur le focalisateur à l'aide d'entretoises.

### CARACTERISTIQUES GENERALES

#### Electriques

Tension continue par bobine .....	max.	17,5	V
Courant continu par bobine .....	max.	175	A
Résistance par bobine :			
- à 20 °C .....	nom.	0,075	Ω
- à 300 Hz .....	nom.	1,35	Ω
Induction magnétique de l'aimant du getter .....	nom.	1200	gauss
Refroidissement :			
- débit pour I = 150 A .....	min.	7	l/mn
- débit pour I = 175 A .....	min.	16	l/mn
- température de l'eau à l'entrée .....	max.	50	°C
- pertes en charge pour 7 l/mn .....	max.	0,5	bar
- pertes en charge pour 16 l/mn .....	max.	2,0	bar

#### Mécaniques

Dimensions .....	voir dessins joints
Poids du focalisateur TV 19008, .....	env. 350 kg
Entrée et sortie d'eau .....	trous taraudés G 3/8 H (NF E 03.005)

#### — ACCESSOIRES

- Blindage magnétique .....	TV 19 901
- Contre-bobine .....	TV 19 902
- Aimant du getter .....	TV 19 500



## VALEURS LIMITES D'UTILISATION (1)

(Non simultanées)

	Min.	Max.	Unités
Courant continu par bobine (2) .....	—	190	A
Puissance totale dissipée .....	—	10	kW
Température de l'eau à l'entrée .....	—	60	°C
Débit pour I = 150 A .....	6,5	—	l/mn
Débit pour I = 175 A .....	15	—	l/mn
Induction magnétique de l'aimant du getter .....	900	—	gauss

- (1) Ces valeurs limites **NE SONT PAS** des valeurs de fonctionnement et ne doivent jamais être dépassées, même en régime transitoire. Chaque valeur extrême devant être considérée comme limitative en elle-même, deux ou plusieurs valeurs extrêmes ne doivent pas être atteintes simultanément. Les équipements devront être conçus de façon à protéger le tube de tout dépassement de ces valeurs.
- (2) Pour une seule des trois bobines, le courant dans les deux autres ne devant pas dépasser 175 A.

## CONSIGNES DE MISE EN SERVICE

Le focalisateur, l'aimant, les éléments de montage et de manutention sont livrés dans le même emballage.

Le blindage magnétique, (ou la contre-bobine) est livré dans un emballage différent.

Les déplacements du focalisateur se font en utilisant les trois manilles qui se fixent sur le plateau supérieur.

Ne jamais soulever le focalisateur par les manilles sans avoir au préalable monté et serré les deux parties du plateau supérieur (masse polaire).

Le blindage magnétique doit être vissé directement sous le focalisateur. Si l'on utilise la bobine TV 19 902, l'orientation doit être telle que les bornes d'alimentation de la contre-bobine se trouvent sous les raccords d'eau.

Attendant à la cuve à huile, deux pieds de centrage doivent être prévus pour orienter le focalisateur qui peut occuper, au gré de l'utilisateur, deux positions diamétralement opposées.

L'aimant est fixé par deux entretoises sur une équerre qui est elle-même fixée au focalisateur par quatre entretoises. Les trous de fixation sur l'équerre laissent suffisamment de jeu pour régler la position de l'aimant afin que le getter actif ne vienne pas heurter l'aimant lorsqu'on introduit le klystron dans le focalisateur. La fixation définitive de l'aimant doit donc se faire seulement après que le klystron ait été mis en place dans le focalisateur. Il est conseillé de contrôler périodiquement la valeur du champ magnétique de l'aimant, afin d'obtenir un fonctionnement correct du getter actif.

L'alimentation électrique de l'ensemble est faite au moyen de trois alimentations distinctes, la contre bobine TV 19 902 étant alimentée en série avec la bobine numéro 2 ; le schéma de branchement donné ci-dessous devra être rigoureusement respecté, une erreur de polarité pouvant entraîner la mise hors service du klystron.

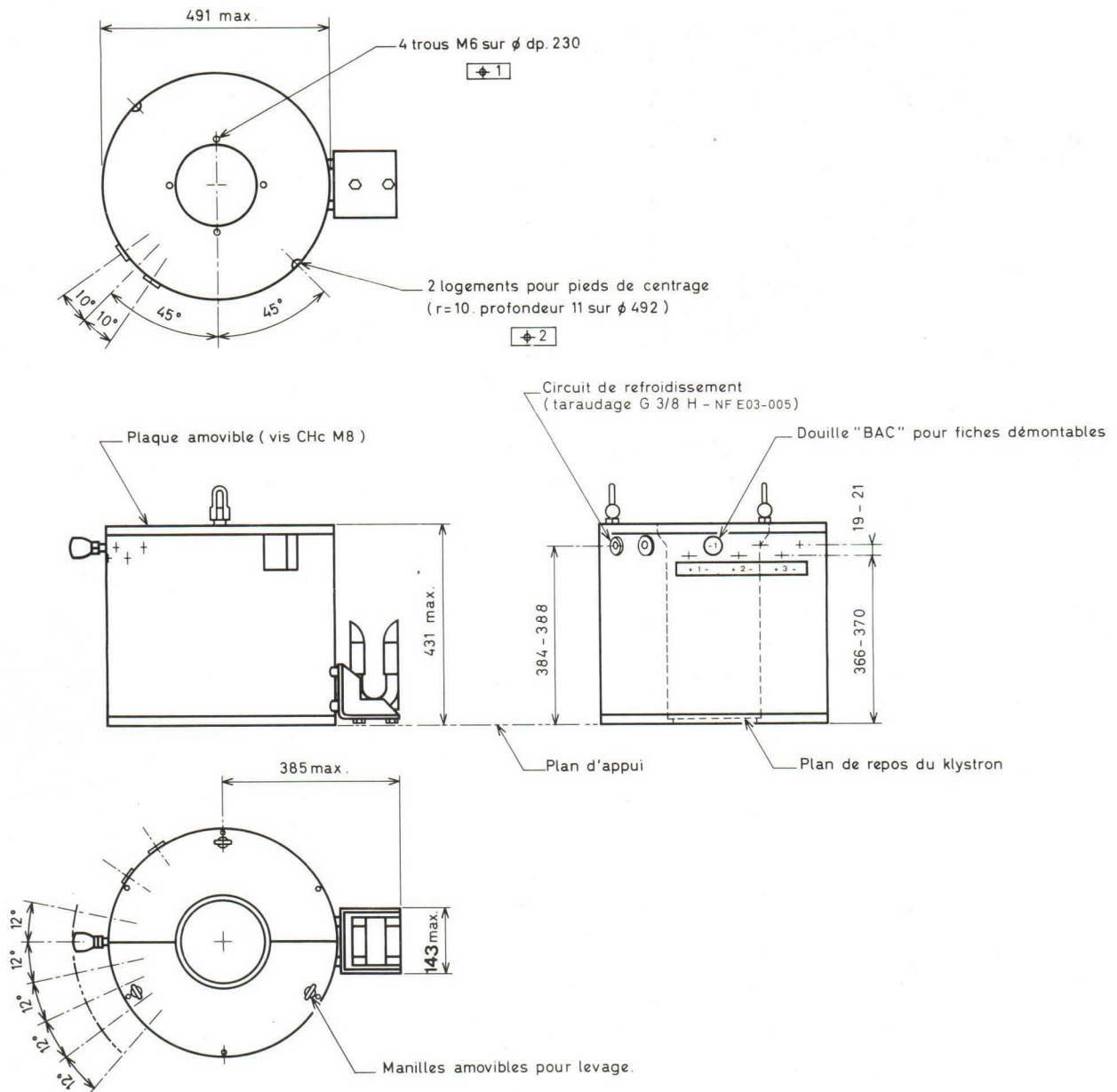
Les câbles amenant les courants d'alimentation du focalisateur devront être terminés par une cosse prévue pour être fixée sur la tige filetée M 12 des fiches "BAC". Ces fiches, au nombre de six, sont livrées avec le focalisateur. La partie isolante noire se dévisse, afin de pouvoir passer la cosse de raccordement qui est ensuite maintenue par un écrou.

Les parties amovibles du plateau supérieur sont fixées au moyen de six vis CHc M8.

Le refroidissement se fait avec de l'eau. Afin d'éviter tout entartrage il est recommandé d'utiliser de l'eau adoucie, filtrée. Le sens de circulation de l'eau est indifférent. L'entrée et la sortie d'eau sont taraudées au pas du gaz afin de laisser à l'utilisateur le choix du raccordement.

## DESSIN D'ENCOMBEMENT

DU FOCALISATEUR TV 19008



Cotes en mm.

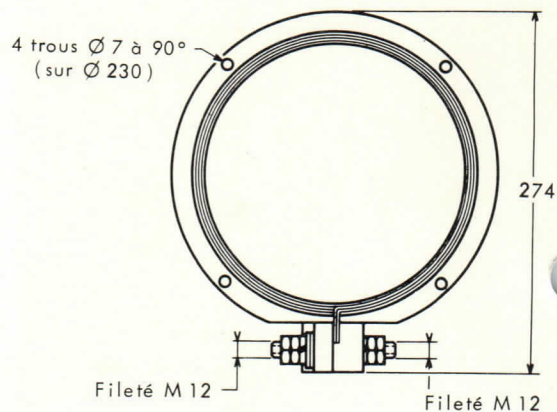
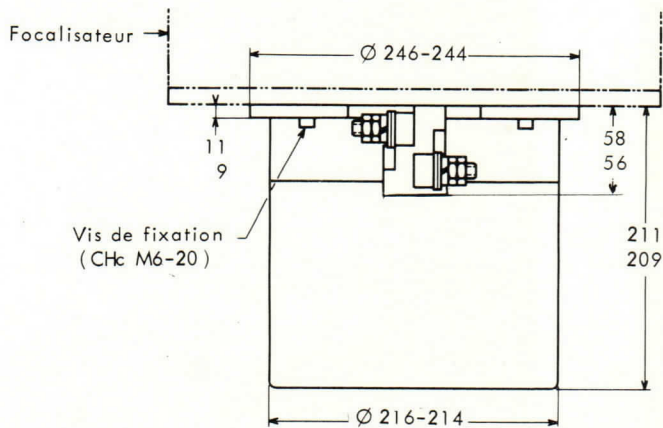




THOMSON-CSF

DIVISION TUBES ELECTRONIQUES

### DESSIN D'ENCOMBREMENT DE LA CONTRE-BOBINE TV 19902



### DESSIN D'ENCOMBREMENT DU BLINDAGE MAGNETIQUE TV 19901

