UNIVERSITÉ LAVAL,
Faculté des Sciences et de Génie,
Département de Génie Électrique,
LABORATOIRE de TÉLÉCOMMUNICATIONS.

TRANSMISSION DE SIGNAUX DE TELEVISION EN MODULATION DE FREQUENCE: EFFET DE LA REDUCTION DE LA LARGEUR DE BANDE SUR LE SIGNAL AUDIO

par

Roger Brousseau et André Pomerleau

pour

Ministère des Communications
Gouvernement du Canada, Ottawa

(Contrat. OSU81-00197)

Mars 1982

P
91
C655
B761
1982

UNIVERSITÉ LAVAL,

Faculté des Sciences et de Génie,

Département de Génie Électrique,

LABORATOIRE de TÉLÉCOMMUNICATIONS.

TRANSMISSION DE SIGNAUX DE TELEVISION EN MODULATION DE FREQUENCE: EFFET DE LA REDUCTION DE LA LARGEUR DE BANDE SUR LE SIGNAL AUDIO

par

Roger Brousseau et André Pomerleau

Industry Canada
Library Queen
JUIL JUL 20 1998
Industrie Canada
Bibliothèque Queen

pour

Ministère des Communications
Gouvernement du Canada, Ottawa

(Contrat OSU81-00197)

Mars 1982

COMMUNICATIONS CANADA
JUIL JULY 1983
LIBRARY – BIBLIOTHÈQUE

TRANSMISSION DE SIGNAUX DE TELEVISION EN MODULATION DE FREQUENCE: EFFET DE LA REDUCTION DE LA LARGEUR DE BANDE SUR LE SIGNAL AUDIO

par

Roger Brousseau et André Pomerleau

pour

Ministère des Communications
Gouvernement du Canada, Ottawa

(Contrat OSU81-00197)

Mars 1982

TABLE DES MATIERES

page

1 - INTRODUCTION..... 1

2 - SYSTEME DE MESURE..... 1

3 - MESURE DE LA DENSITE SPECTRALE DU BRUIT..... 2

4 - MESURE DU RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT EN FONCTION DE LA DEVIATION FM..... 3

5 - MESURE DU RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT EN FONCTION DU NIVEAU DES SOUS-PORTEUSES AUDIO..... 4

6 - CONCLUSION..... 5

SOMMAIRE

Ce travail de recherche étudie l'effet de la réduction de la largeur de bande d'un système de transmission d'un signal vidéo en modulation de fréquence. Cette réduction de la largeur de bande provoque à la fois une dégradation de l'image et du signal audio transmis par une sous-porteuse.

Des mesures de la dégradation du signal audio sont effectuées en fonction de la largeur de bande du système et des niveaux des sous-porteuses audio.

1 - INTRODUCTION

Des travaux de recherche antérieurs (contrats OSU79-00037 et OSU80-00194) ont montré qu'il était possible de réduire la bande passante d'un signal vidéo transmis en modulation de fréquence afin d'améliorer la qualité de l'image lorsque le rapport signal sur bruit est faible. Par contre, une réduction importante de la bande passante provoque une dégradation de l'image qui est plus facilement détectable lorsque le bruit est peu important. Ces études avaient permis de trouver un filtre qui réalisait un compromis en se basant uniquement sur la qualité de l'image.

La présente étude vise aussi la réduction de la bande passante du signal FM, en considérant les effets sur les sous-porteuses audio.

En effet, si on ajoute au signal FM une ou plusieurs sous-porteuses, à environ 5 MHz, pour transmettre des signaux audio en modulation de fréquence, la qualité de ces signaux sera affectée par la réduction de la largeur de bande du signal FM à 70 MHz.

2 - SYSTEME DE MESURE

Le diagramme du système de mesure est donné à la figure 1. Le signal vidéo est combiné au signal audio avant d'être appliqué au modulateur à 70 MHz. Un coupleur directionnel fournit une partie du signal à l'analyseur de spectre pour mesurer la déviation du signal modulé en fréquence. Le signal passe ensuite par un filtre passe-bande à 70 MHz avant d'être démodulé. Un filtre de 5.5 MHz (fig. 2) et un filtre de 10 MHz (fig. 3) de largeur de bande furent utilisés. Le signal vidéo est observé sur le moniteur Sony CVM-1900 et les caractéristiques du signal audio sont mesurées avec un voltmètre RMS à large bande et un analyseur de spectre basse fréquence.

3 - MESURE DE LA DENSITE SPECTRALE DU BRUIT

Le spectre à la sortie du canal audio est mesuré avec un analyseur de spectre basse fréquence à transformée de Fourier rapide Schlumberger 1510. Une fenêtre de 100 hertz est utilisée, ce qui donne une bande passante de 25 kHz. Le signal audio utilisé est une sinusoïde à 2 kHz. Le signal vidéo est le "Full Field 75% ou 100%". La déviation minimum utilisée correspond à 4.75 MHz pointe à pointe et la déviation maximum à 12 MHz. Les filtres utilisés ont respectivement 5.5 MHz (fig. 2) et 10 MHz (fig.3) de largeur de bande.

Les figures 4 et 5 donnent la résolution du système de mesure lorsque la déviation est minimum et maximum. On constate que les deux figures sont passablement semblables. Pour les figures 6 et 7 un signal audio à 2 kHz est ajouté. On voit, qu'encore une fois, le canal audio n'est pas affecté lorsque la déviation passe du minimum au maximum. Les harmoniques du signal audio sont au moins 45 dB sous la fondamentale.

Pour les figures 8 et 9, un filtre de 5.5 MHz de largeur de bande est placé sur le signal FM à 70 MHz. Mais comme il n'y a pas de signal vidéo présent, la sortie du canal audio n'est que très peu affectée. Si on ajoute un signal vidéo "Full Field 75%" la figure 10 nous montre que la sortie du canal audio est encore la même pour la déviation minimum. Par contre, si on augmente la déviation, on constate à la figure 11 que le niveau de bruit augmente.

Les figures 12 et 13 reprennent la même expérience, mais avec un signal vidéo "Full Field 100%". On voit que le niveau de bruit est plus important et augmente plus rapidement avec une augmentation de la déviation FM.

Les figures 14 et 15 reprennent les mêmes données, lorsque la déviation passe du minimum au maximum. On constate donc, d'après ces mesures, que le fait de réduire la bande passante du signal à 70 MHz (avec le filtre de 5.5 MHz) augmente le bruit de fond du canal audio lorsqu'il y a présence d'un signal vidéo sur le système.

4 - MESURE DU RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT EN FONCTION DE LA DEVIATION FM

Pour ces mesures, les signaux et le bruit sont mesurés avec un voltmètre RMS à large bande Hewlett Packard HP 3400A. Un filtre de 10 MHz de largeur de bande est placé sur le signal FM à 70 MHz. Les figures 16, 17 et 18 donnent les variations du rapport signal sur bruit du canal audio en fonction de l'augmentation de la déviation FM pour trois sous-porteuses audio différentes, 5.14 MHz, 5.41 MHz et 5.79 MHz.

On constate que dans les trois cas, pour une déviation FM faible, les rapports S/B sont les mêmes, soit environ 40 dB. A mesure que l'on augmente la déviation, le rapport S/B diminue et d'autant plus rapidement que la fréquence de la sous-porteuse est élevée.

5 - MESURE DU RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT EN FONCTION DU NIVEAU DES SOUS-PORTEUSES AUDIO.

Ces mesures sont faites avec une déviation FM fixée à 4.75 MHz pointe à pointe et un signal vidéo "Full Field 100%". Le rapport signal sur bruit du canal audio est mesuré en fonction du niveau des sous-porteuses. Le niveau nominal des sous-porteuses est de 29 mV RMS.

La figure 19 montre le rapport S/B en fonction du niveau de la S.P. lorsqu'on varie le niveau d'une seule S.P. (5.79 MHz) avec un filtre de 10 MHz sur le signal FM à 70 MHz. On voit que le rapport S/B se dégrade rapidement lorsque le niveau de la S.P. est en bas de 20 mV.

Pour la figure 20, les niveaux de deux S.P. sont augmentés simultanément (5.41 MHz et 5.79 MHz) alors que le niveau de la troisième S.P. 5.14 MHz) est gardé constant à 29 mV.

Les figures 21 et 22 reprennent les mêmes expériences avec un filtre de 5.5 MHz de largeur de bande sur le signal FM à 70 MHz. On constate que le système se comporte de façon semblable, mais qu'il faut aller à des niveaux de sous-porteuse beaucoup plus haut pour obtenir des rapports signal sur bruit comparables.

6 - CONCLUSION

Les mesures effectuées montrent que la réduction de la bande passante du signal FM à 70 MHz dégrade le signal audio transmis sur les sous-porteuses. L'interférence entre le signal vidéo et le signal audio affecte le canal audio, principalement en augmentant le bruit dans la bande audio. Le rapport signal sur bruit du canal audio est fonction du niveau des sous-porteuses et cela d'autant plus que la bande passante du signal FM à 70 MHz est réduite.

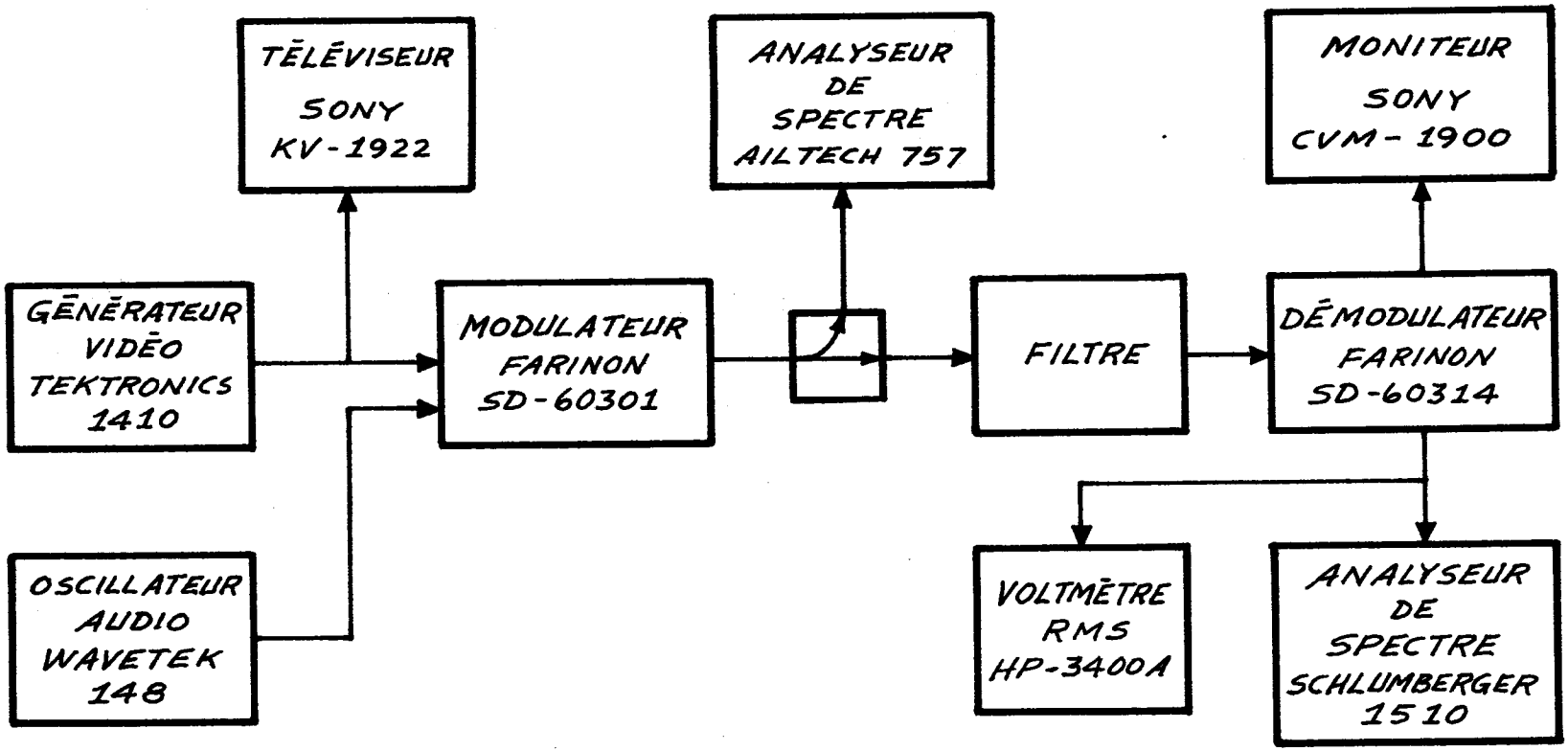

TÉLÉVISEUR
SONY
KV-1922
ANALYSEUR
DE
SPECTRE
AILTECH 757
MONITEUR
SONY
CVM-1900
GÉNÉRATEUR
VIDÉO
TEKTRONICS
1410
MODULATEUR
FARINON
SD-60301
FILTRE
DÉMODULATEUR
FARINON
SD-60314
OSCILLATEUR
AUDIO
WAVETEK
148
VOLTMÈTRE
RMS
HP-3400A
ANALYSEUR
DE
SPECTRE
SCHLUMBERGER
1510

Fig. 1

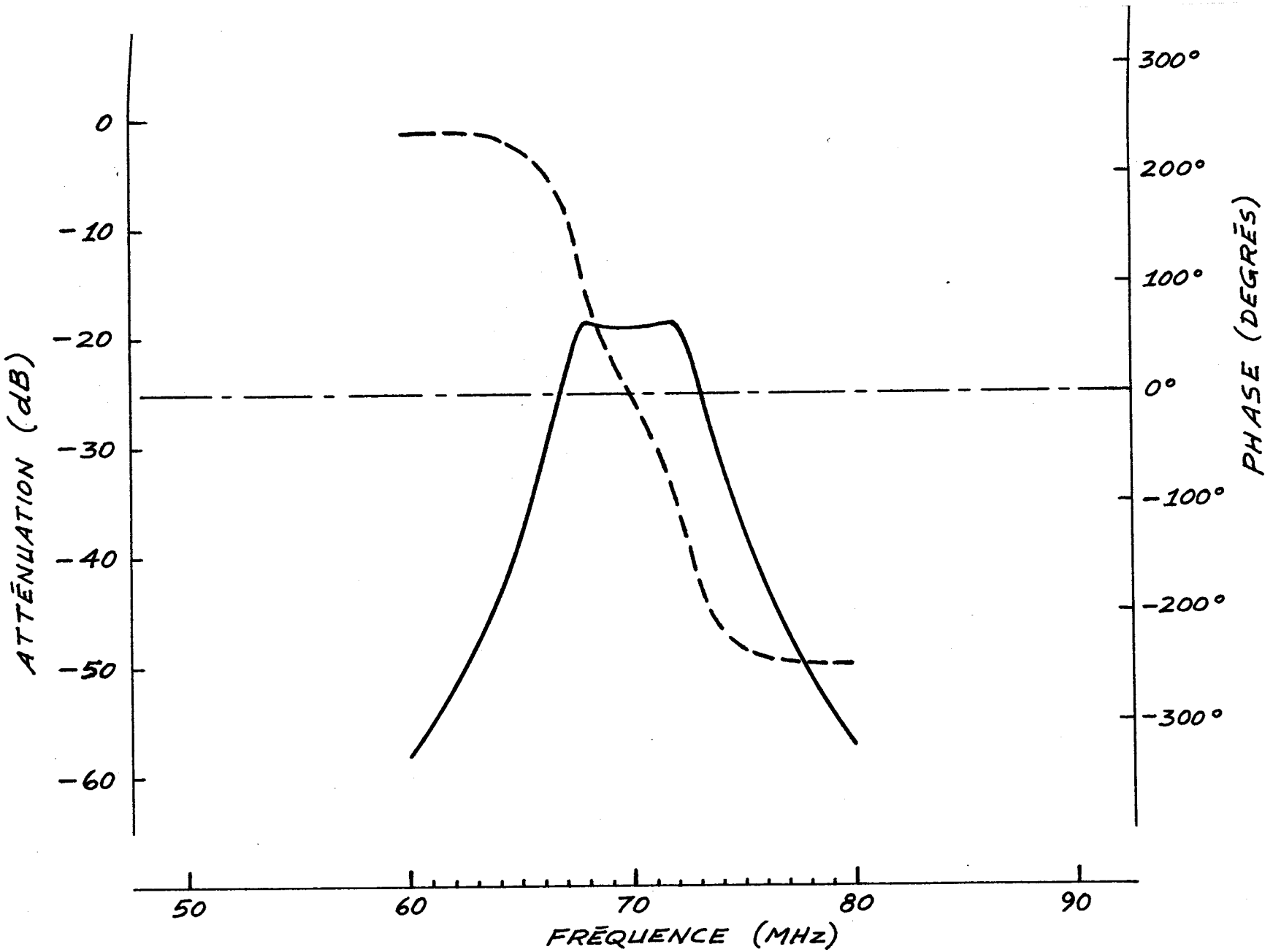
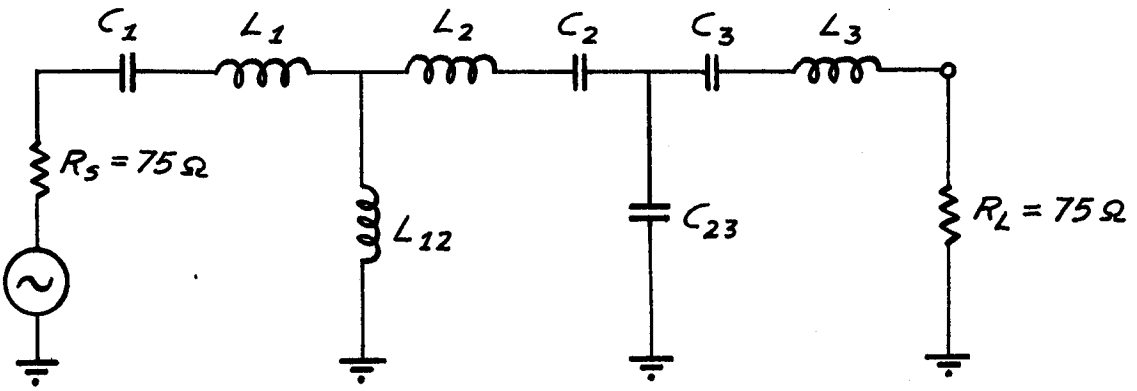

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
ATTÉNUATION (dB)
300°
200°
100°
0°
-100°
-200°
-300°
PHASE (DEGRÉS)
50
60
70
80
90
FRÉQUENCE (MHz)

Fig. 2a



$C_1 = .94\ pF$

$L_1 = 5.32\ \mu H$

$L_2 = 5.32\ \mu H$

$L_{12} = 0.18\ \mu H$

$C_2 = 0.98\ pF$

$C_{23} = 26.34\ pF$

$L_3 = 11.34\ \mu H$

$C_3 = 0.45\ pF$

Fig. 2b

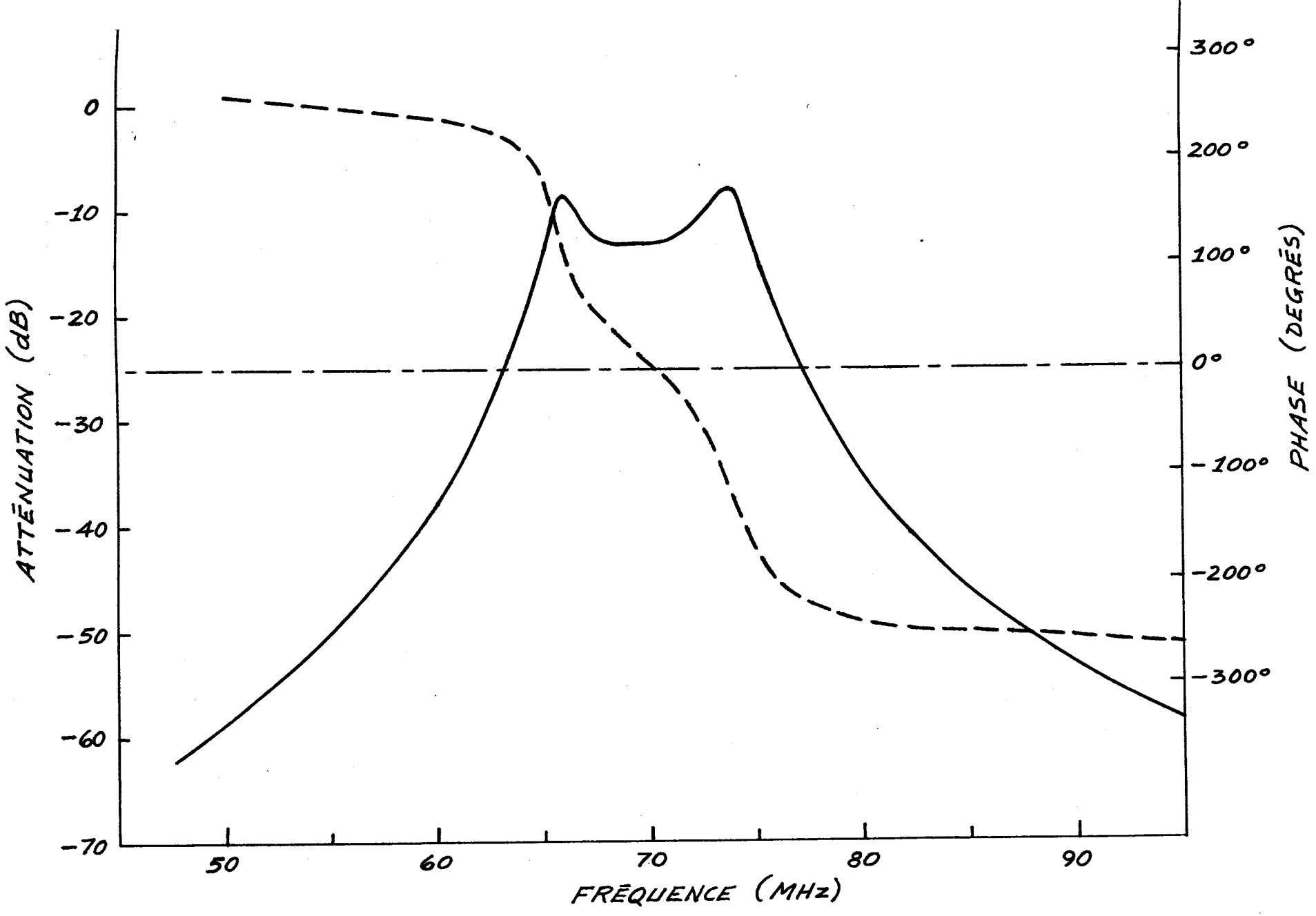
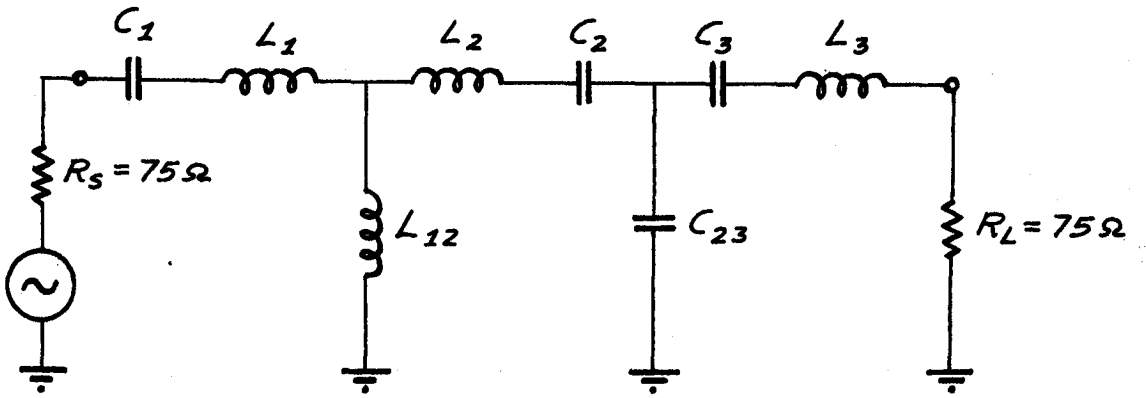

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
ATTÉNUATION (dB)
300°
200°
100°
0°
-100°
-200°
-300°
PHASE (DEGRÉS)
50
60
70
80
90
FRÉQUENCE (MHz)

Fig. 3a



$C_1 = 2\,pF$

$L_1 = 2.39\,\mu H$

$L_{12} = 0.242\,\mu H$

$L_2 = 2.39\,\mu H$

$C_2 = 2.2\,pF$

$C_{23} = 21.7\,pF$

$L_3 = 2.63\,\mu H$

$C_3 = 2.2\,pF$

Fig. 3b

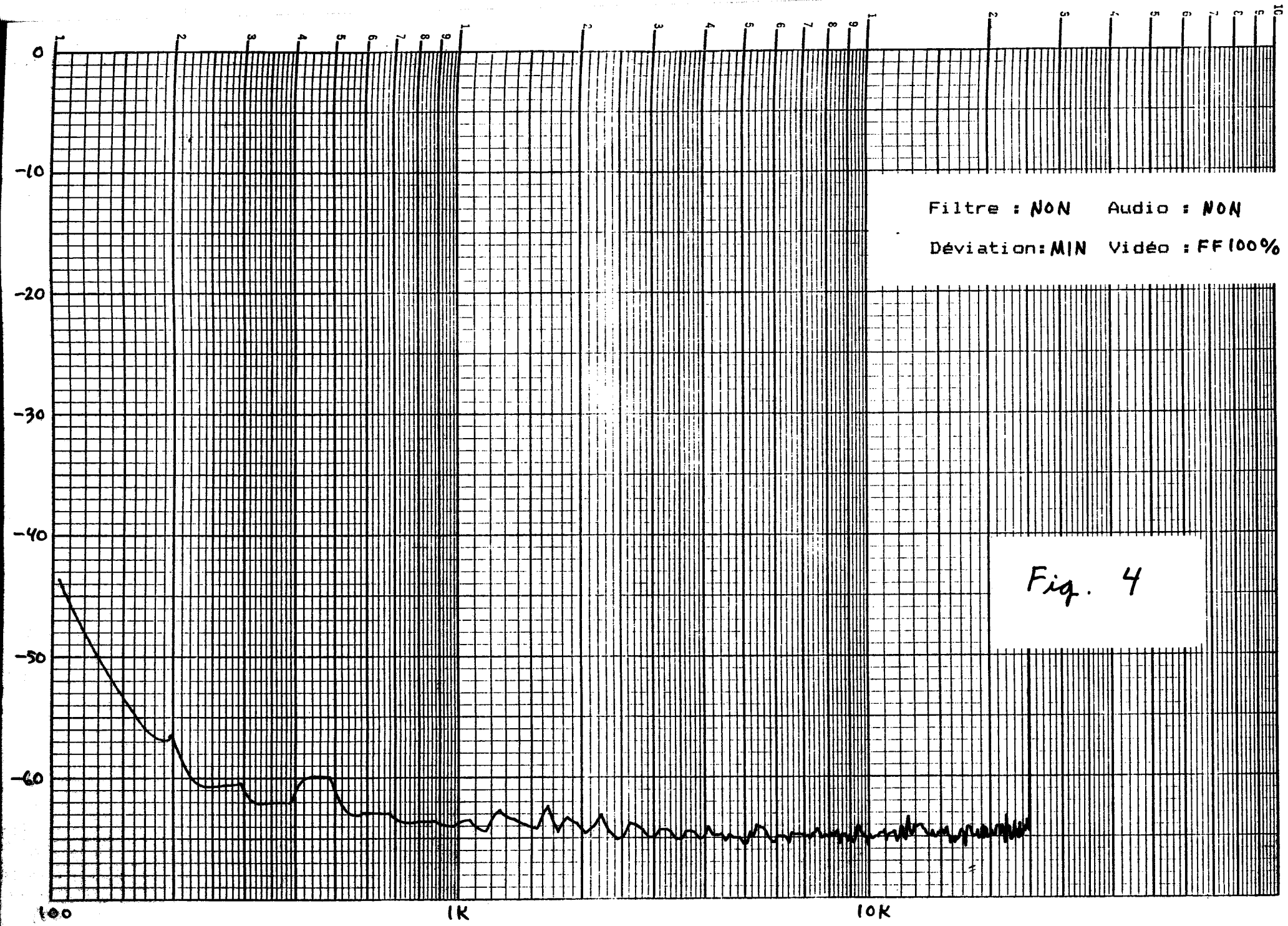

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K
Filtre : NON Audio : NON
Déviation: MIN Vidéo : FF 100%

Fig. 4

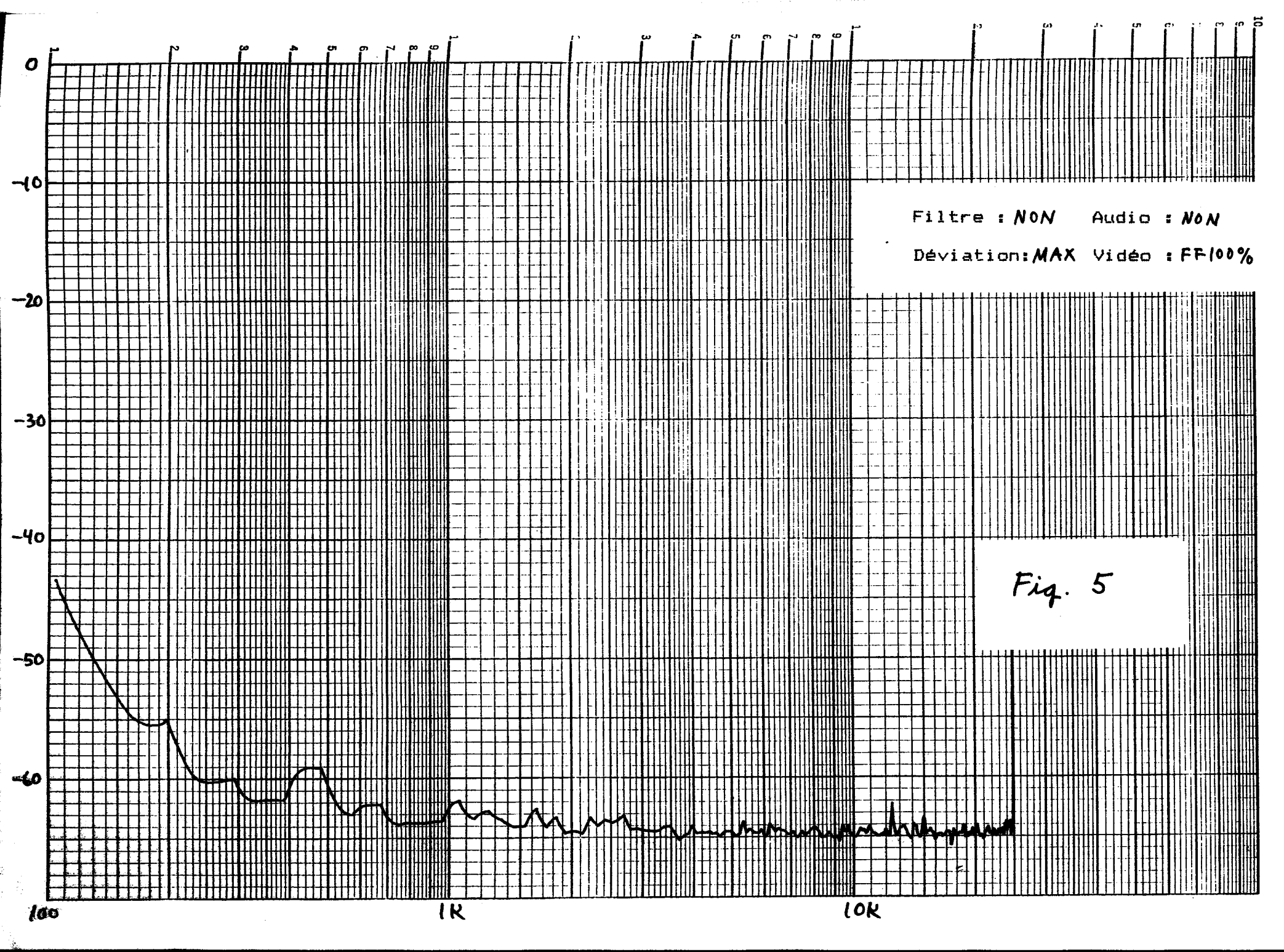

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K
Filtre : NON
Audio : NON
Déviation: MAX
Vidéo : FF100%

Fig. 5

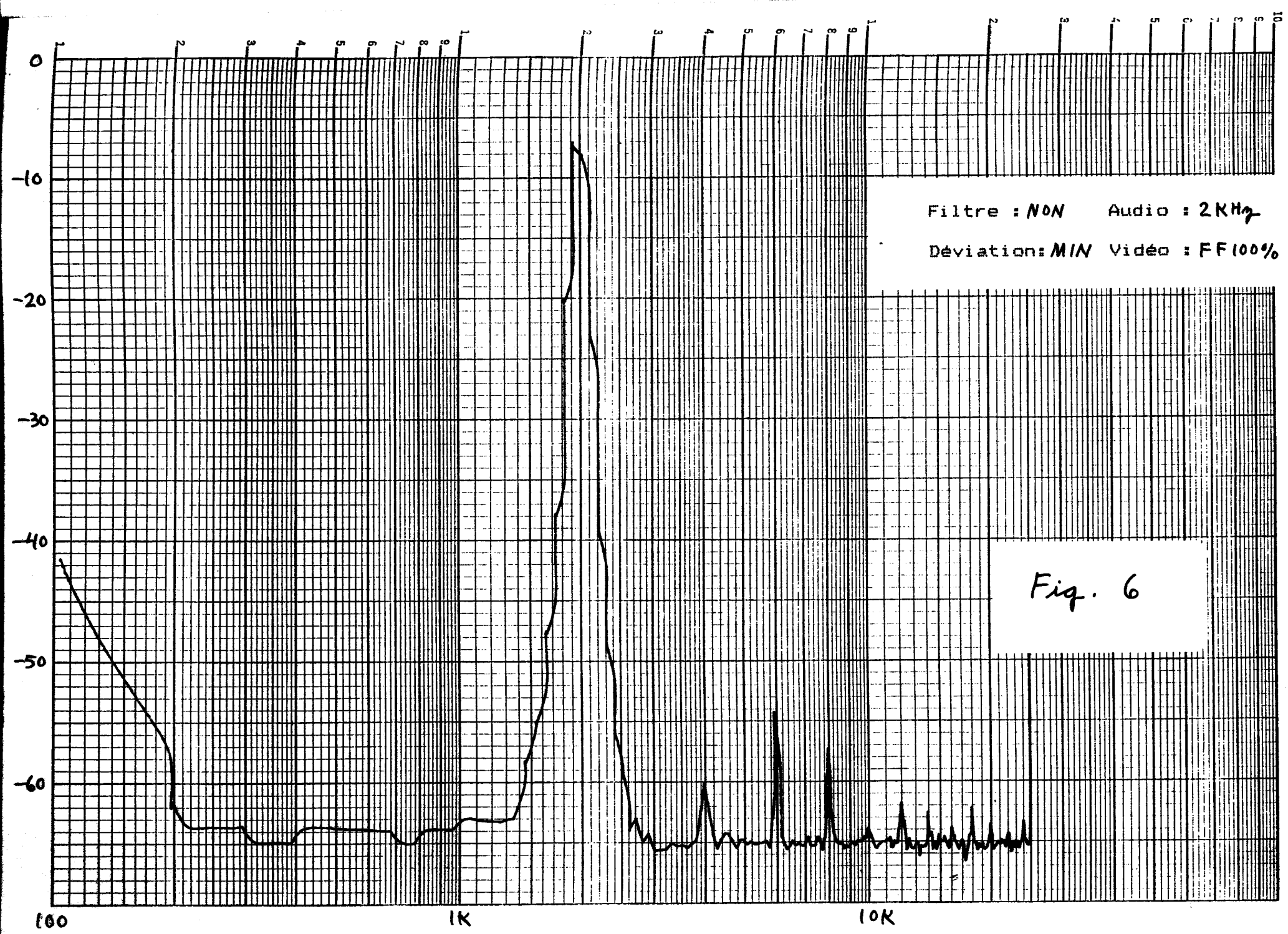

Filtre : NON
Audio : 2KHz
Déviation: MIN
Vidéo : FF 100%
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K

Fig. 6

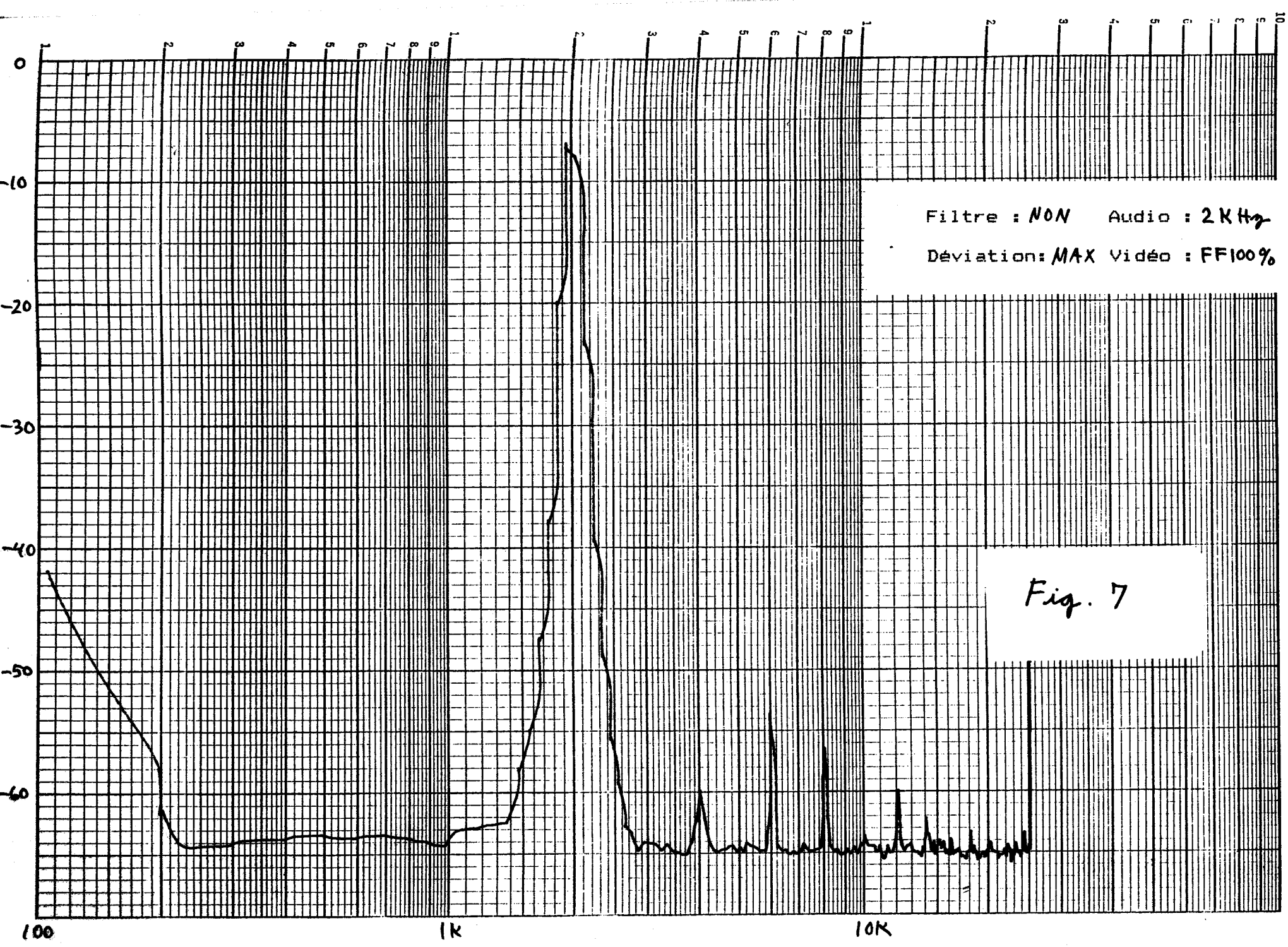

Filtre : NON Audio : 2 KHz
Déviation: MAX Vidéo : FF100%
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K

Fig. 7

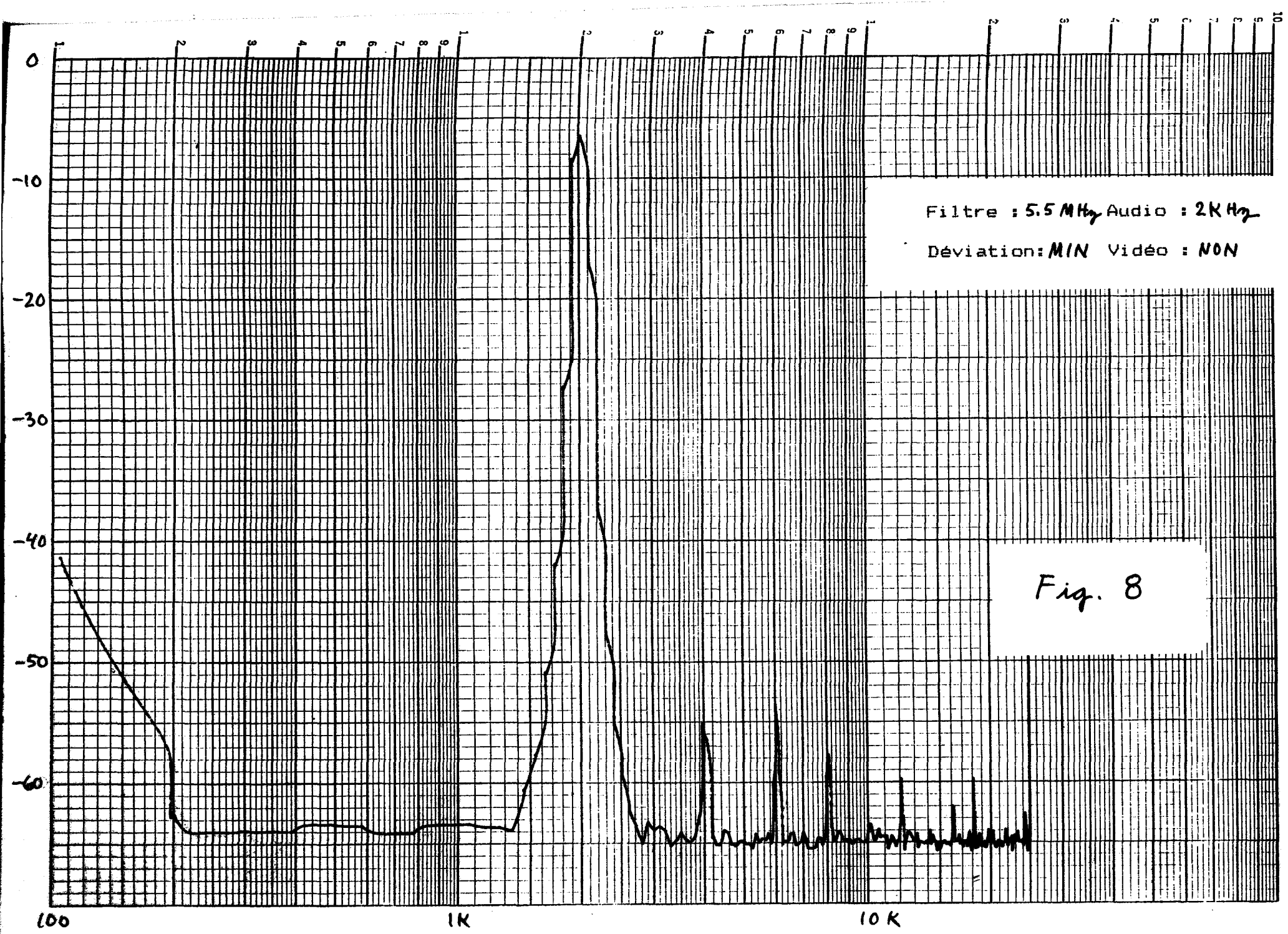

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K
Filtre : 5.5 MHz Audio : 2KHz
Déviation: MIN Vidéo : NON

Fig. 8

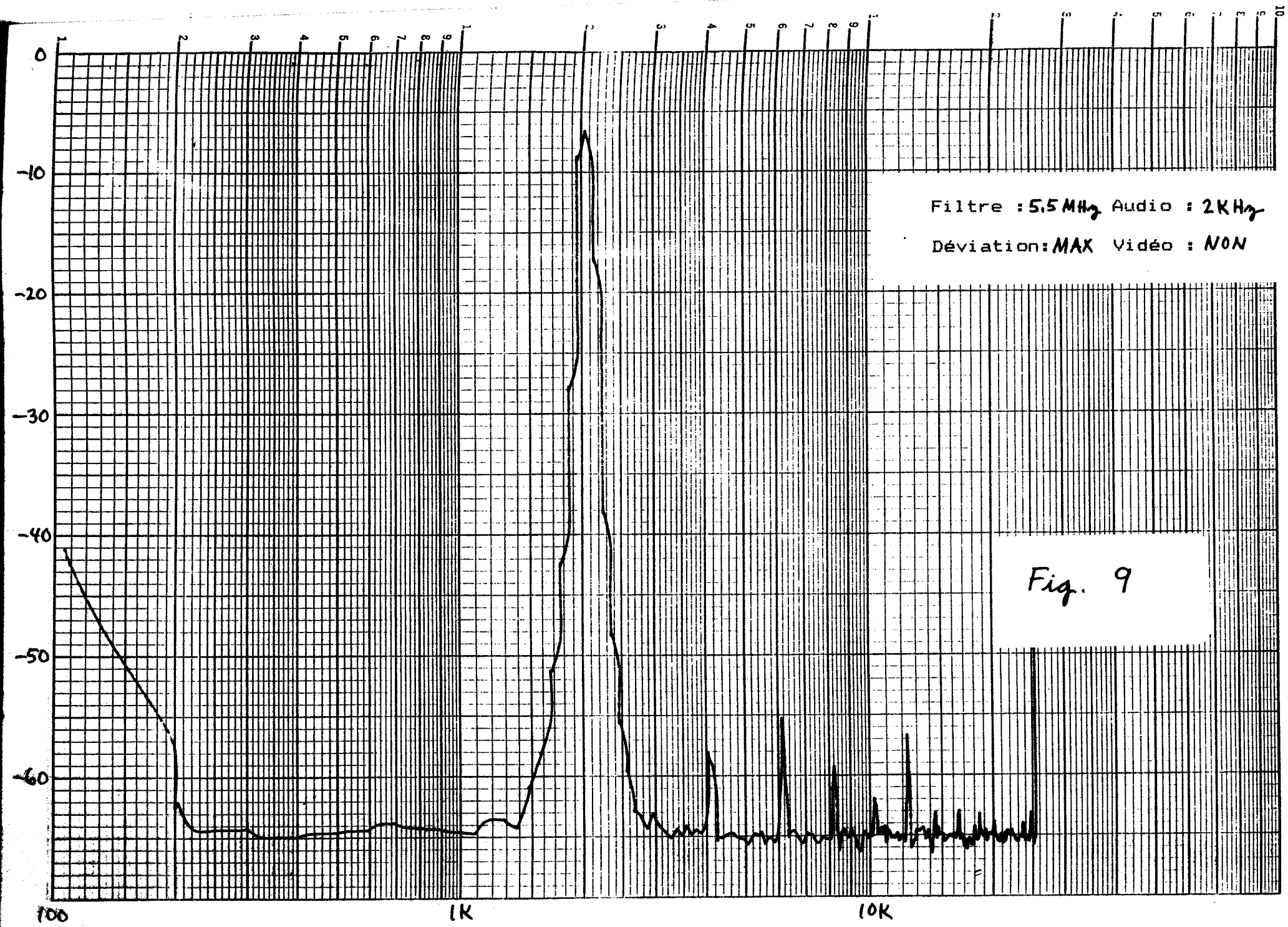

Filtre : 5.5 MHz Audio : 2KHz
Déviation: MAX Vidéo : NON
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K

Fig. 9

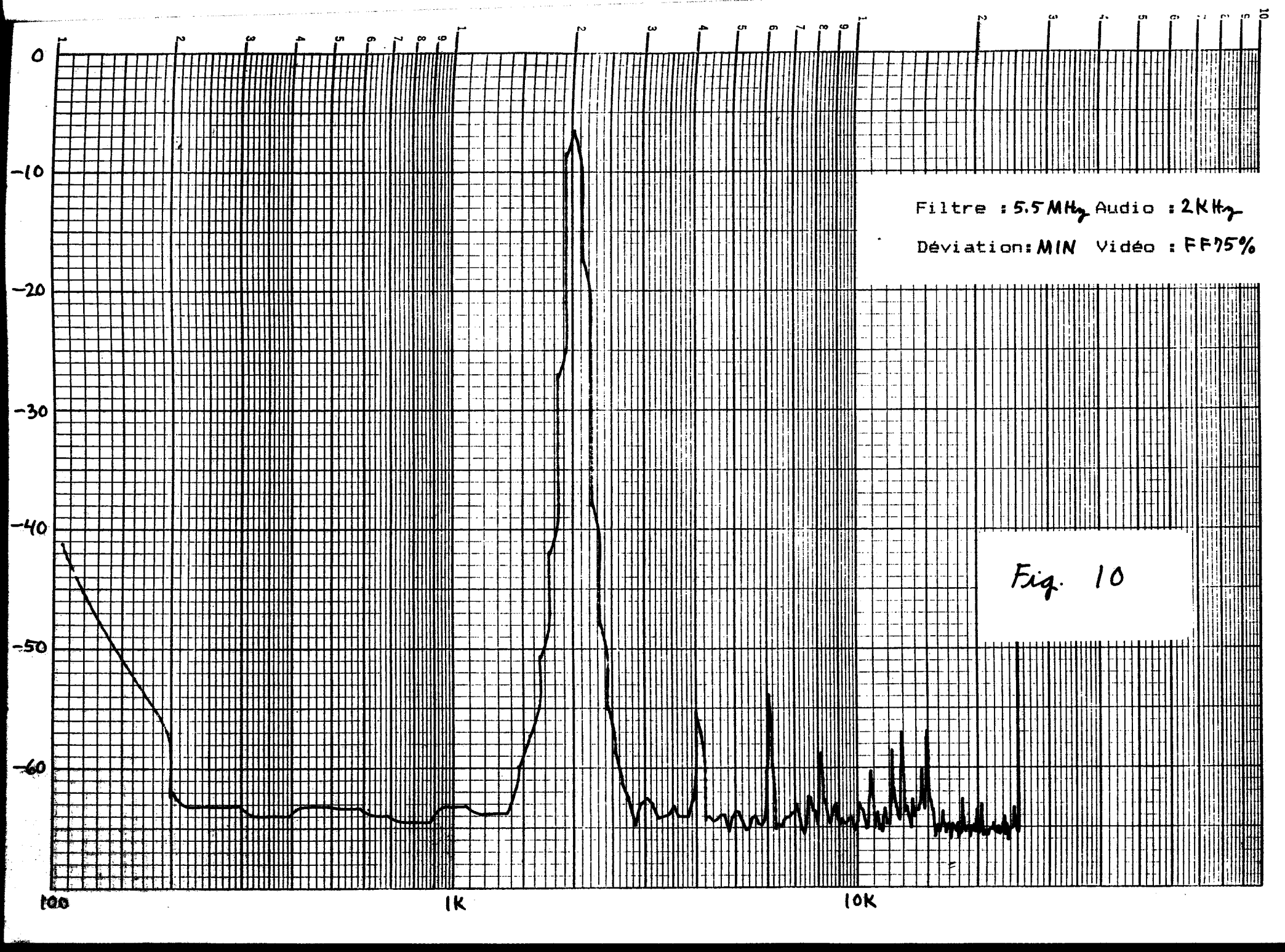

Filtre : 5.5 MHz Audio : 2KHz
Déviation: MIN Vidéo : FF75%
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K

Fig. 10

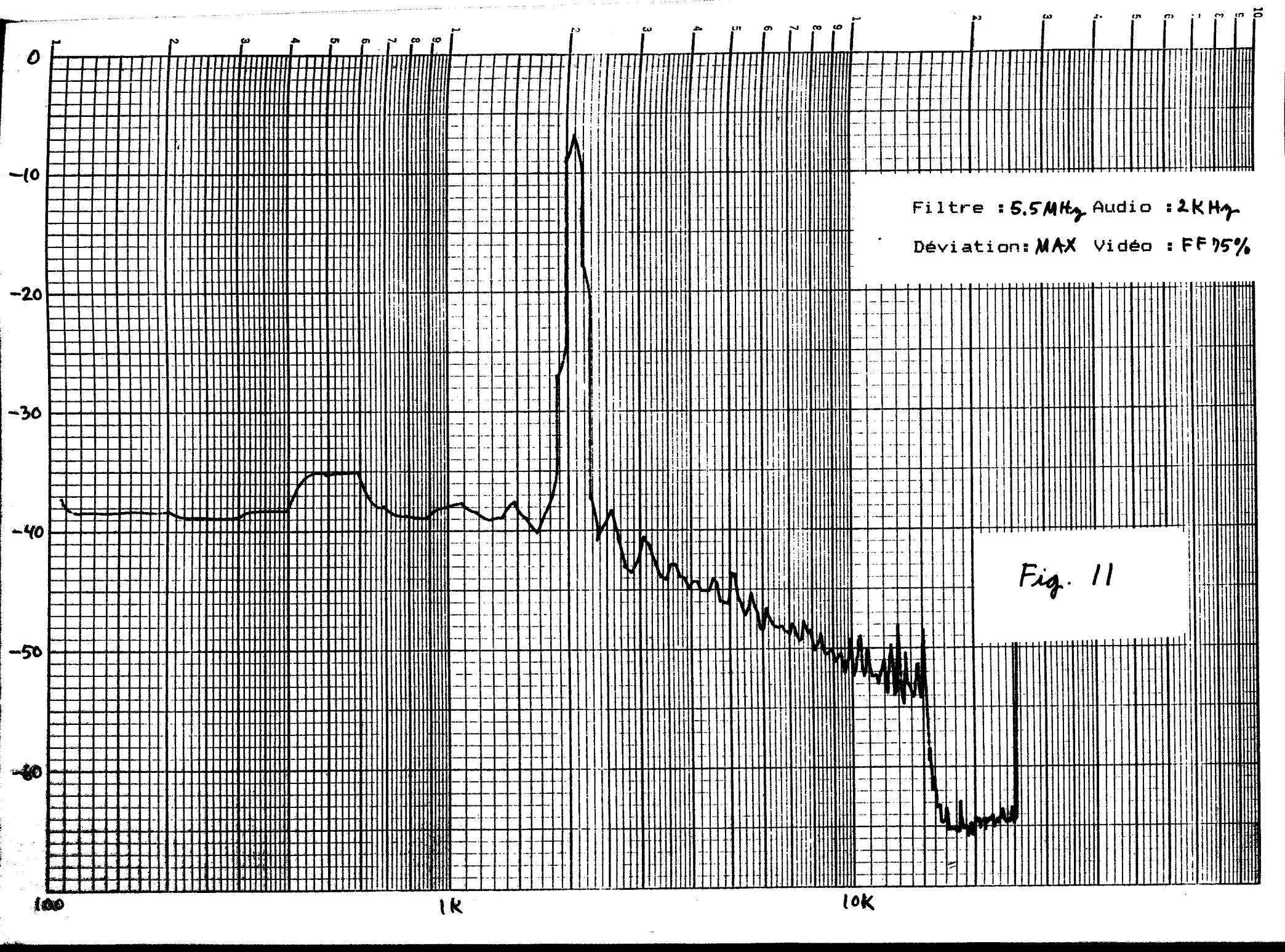

Filtre : 5.5 MHz Audio : 2 KHz
Déviation: MAX Vidéo : FF 75%
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K

Fig. 11

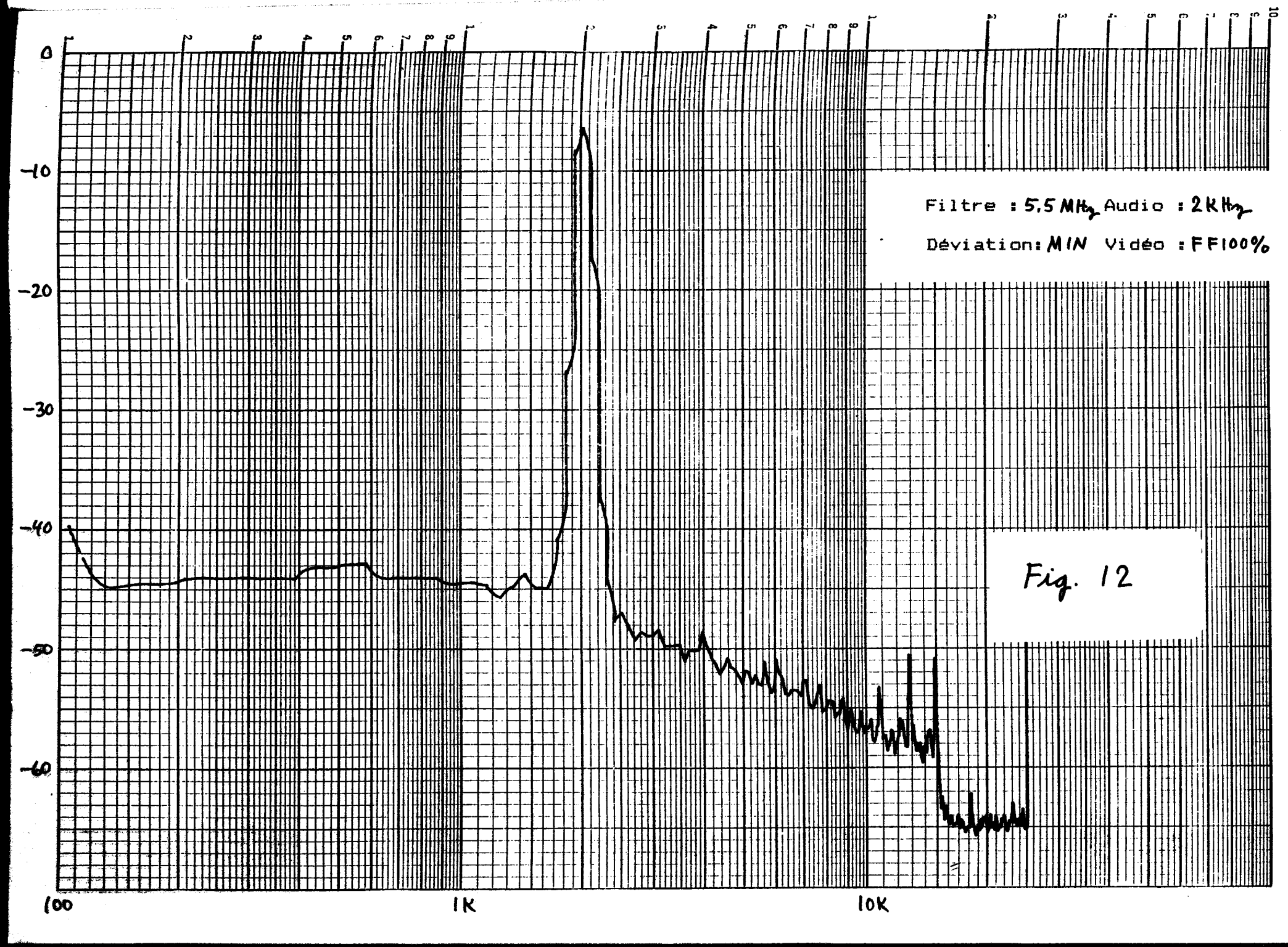

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K
Filtre : 5,5 MHz Audio : 2KHz
Déviation: MIN Vidéo : FF100%

Fig. 12

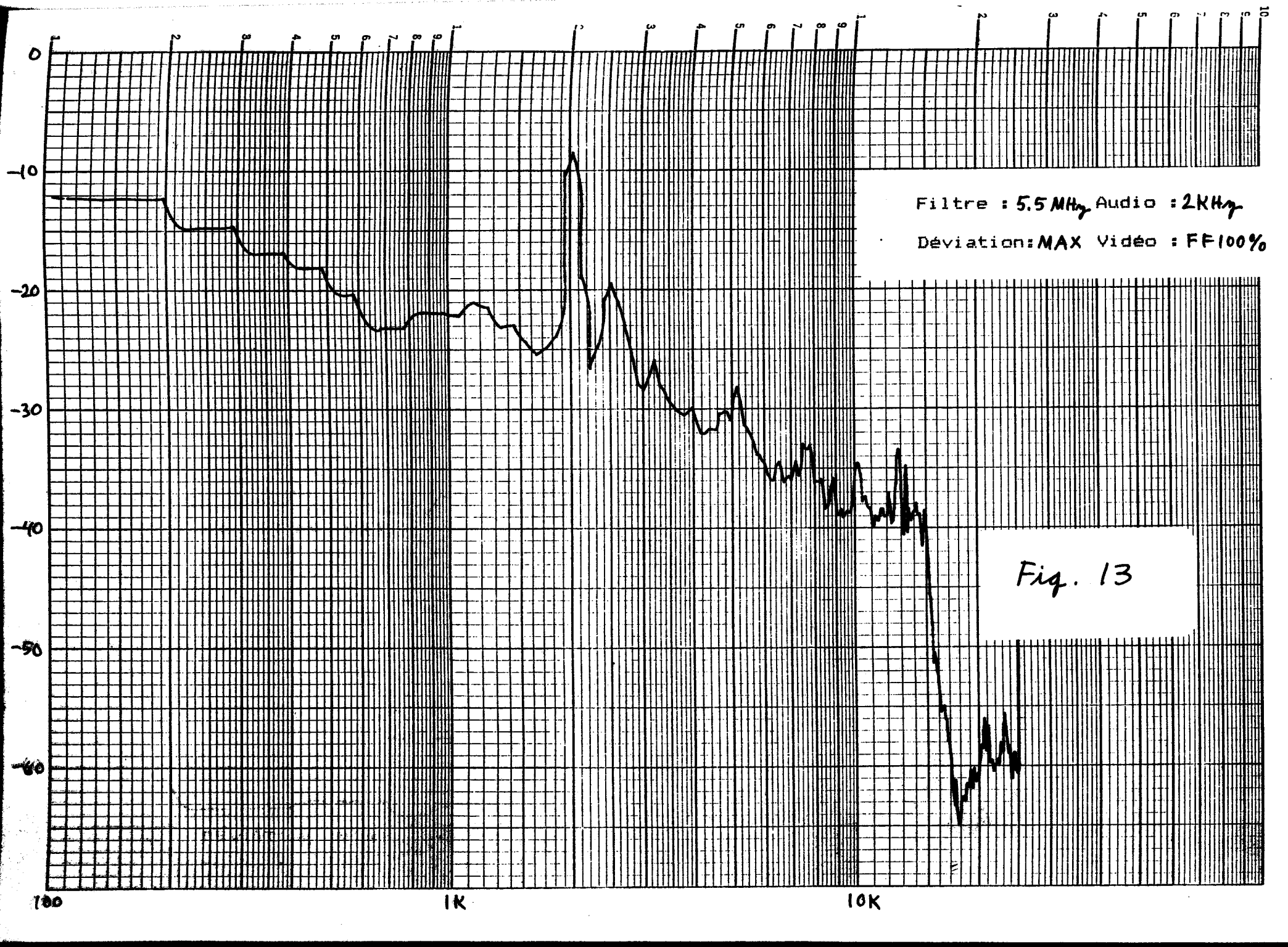

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K
Filtre : 5.5 MHz Audio : 2KHz
Déviation: MAX Vidéo : FF100%

Fig. 13

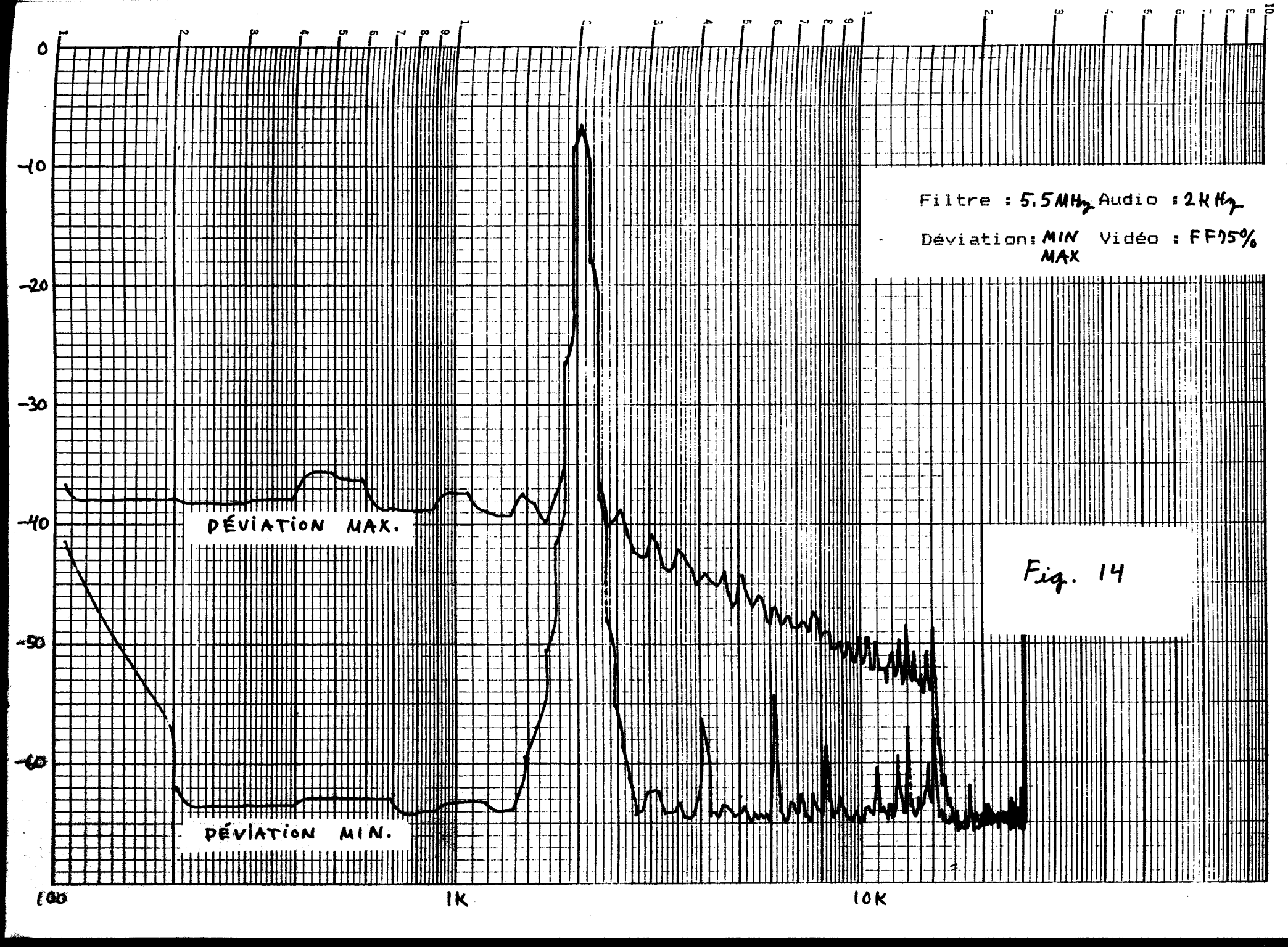

Filtre : 5.5 MHz Audio : 2 KHz
Déviation: MIN MAX Vidéo : FF75%
DÉVIATION MAX.
DÉVIATION MIN.
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K

Fig. 14

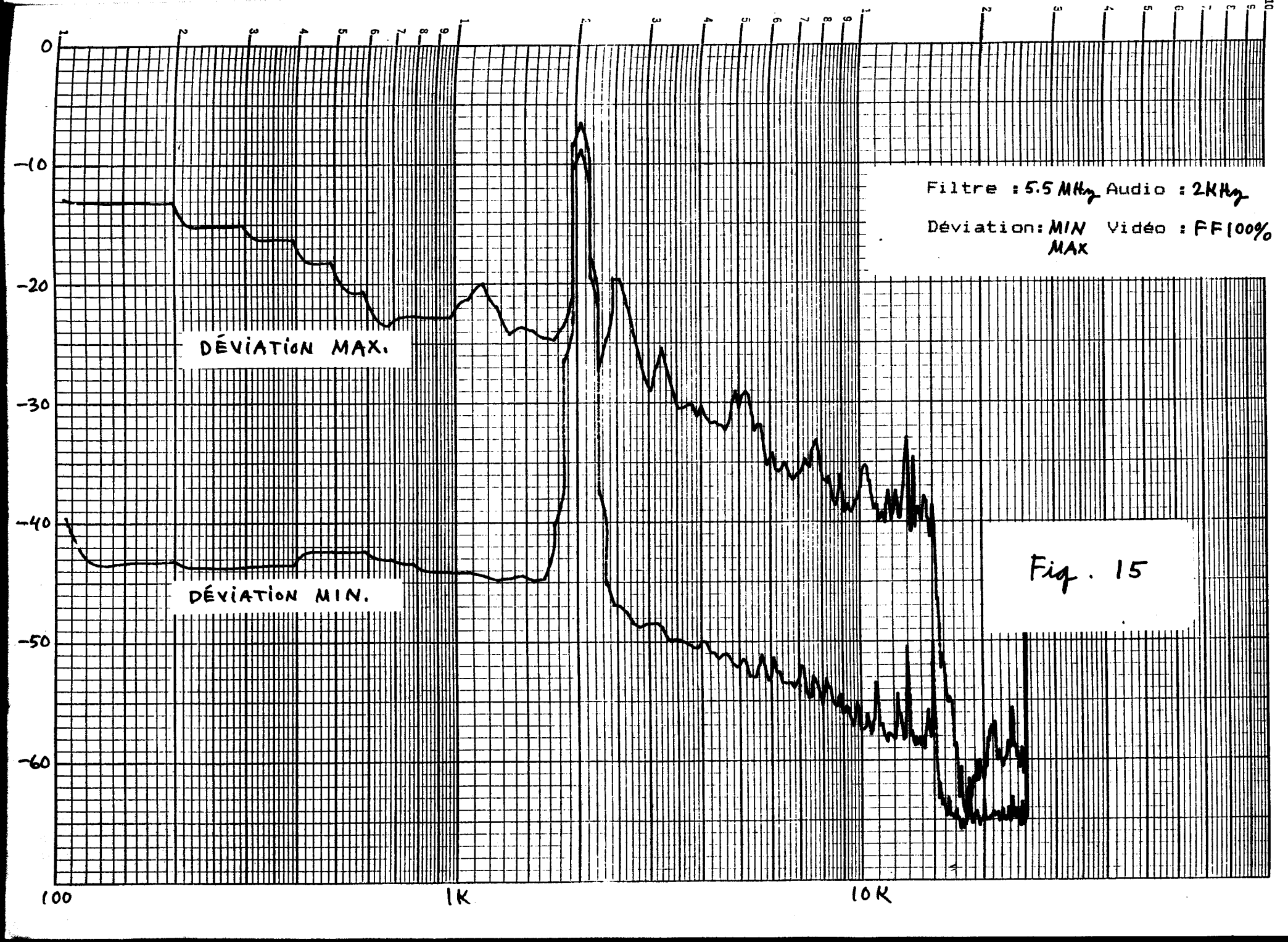

Filtre : 5.5 MHz Audio : 2KHz
Déviation: MIN Vidéo : FF100%
MAX
DÉVIATION MAX.
DÉVIATION MIN.
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
100
1K
10K

Fig. 15

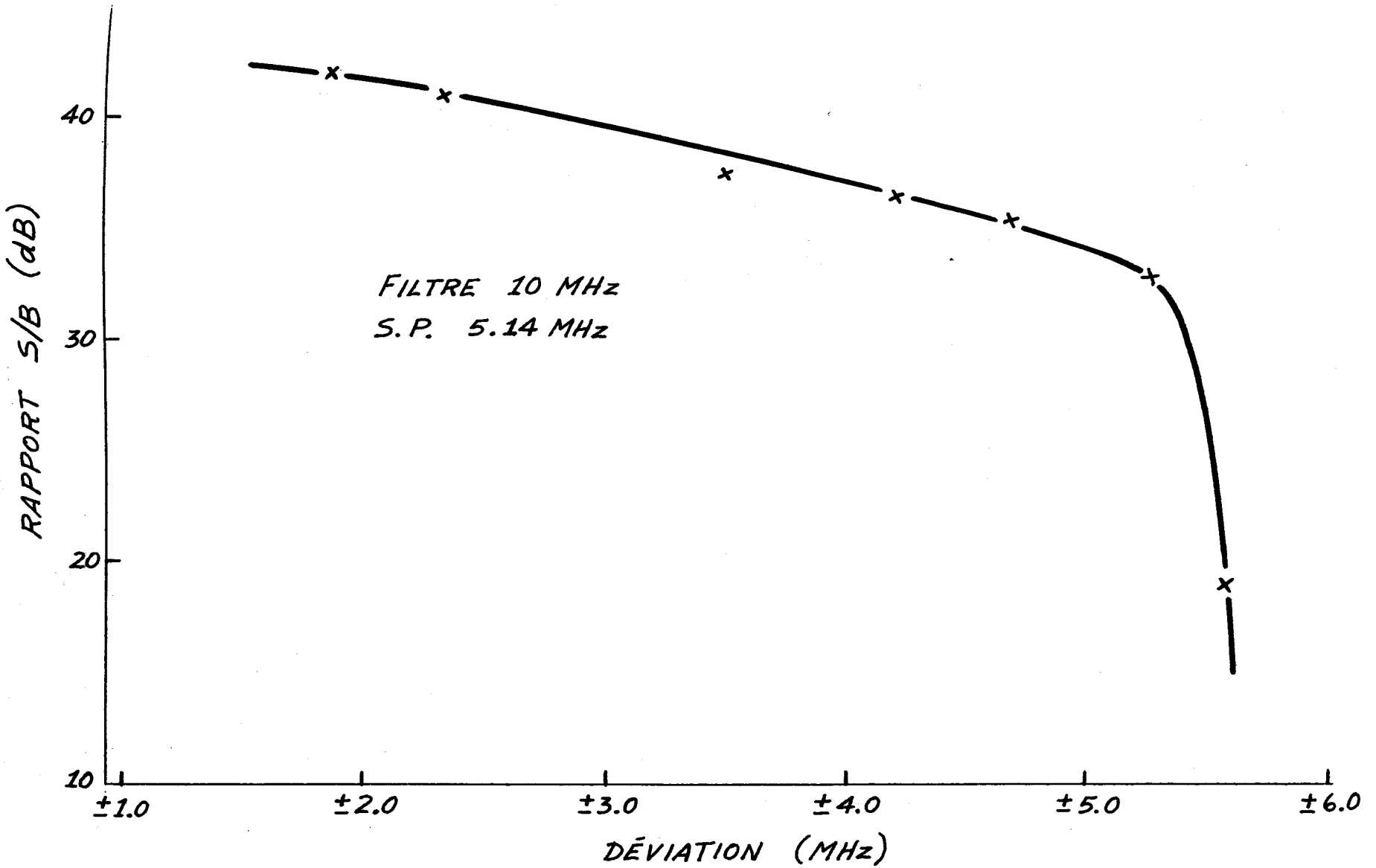

RAPPORT S/B (dB)
40
30
20
10
FILTRE 10 MHz
S.P. 5.14 MHz
±1.0
±2.0
±3.0
±4.0
±5.0
±6.0
DÉVIATION (MHz)

Fig. 16

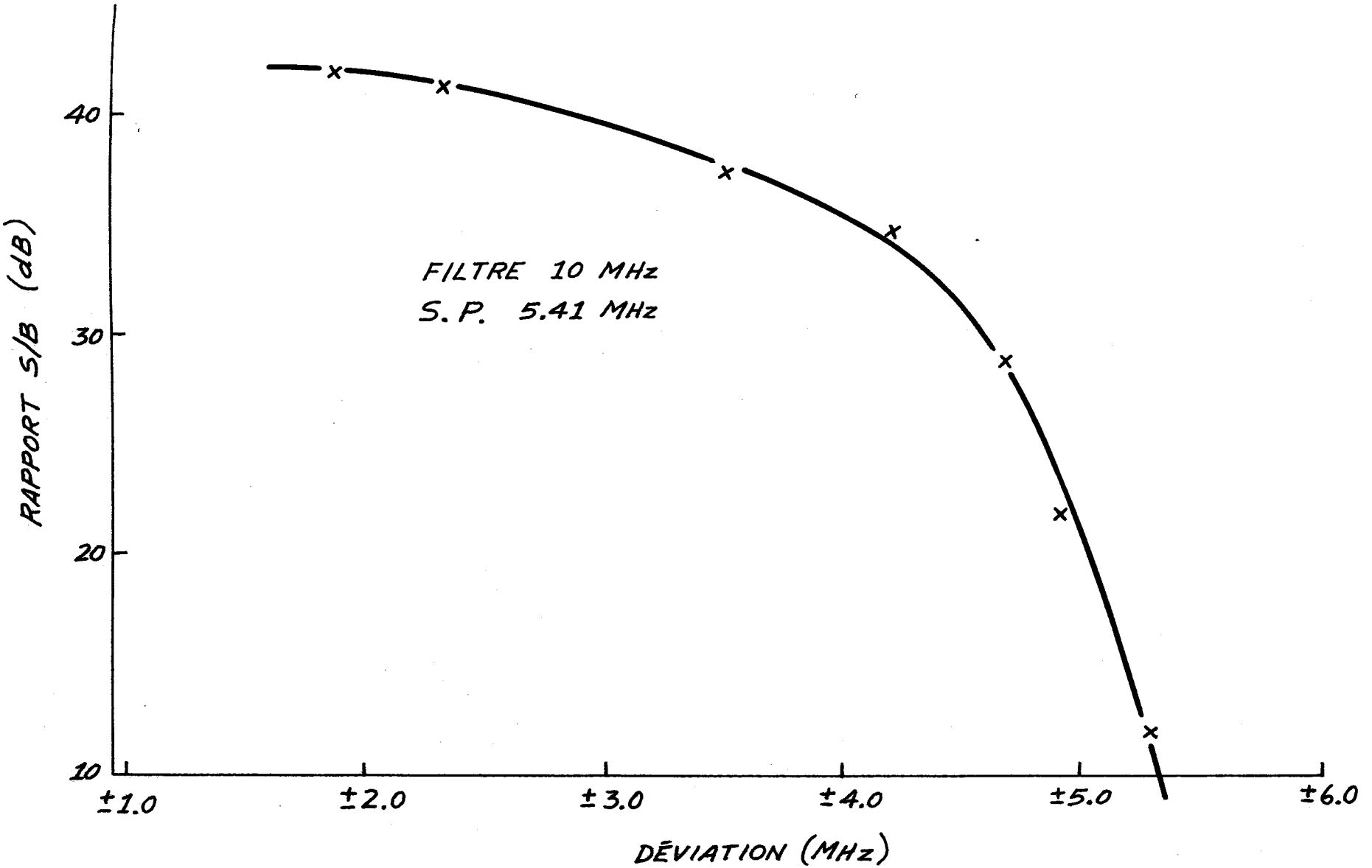

FILTRE 10 MHz
S. P. 5.41 MHz
RAPPORT S/B (dB)
40
30
20
10
±1.0
±2.0
±3.0
±4.0
±5.0
±6.0
DÉVIATION (MHz)

Fig. 17

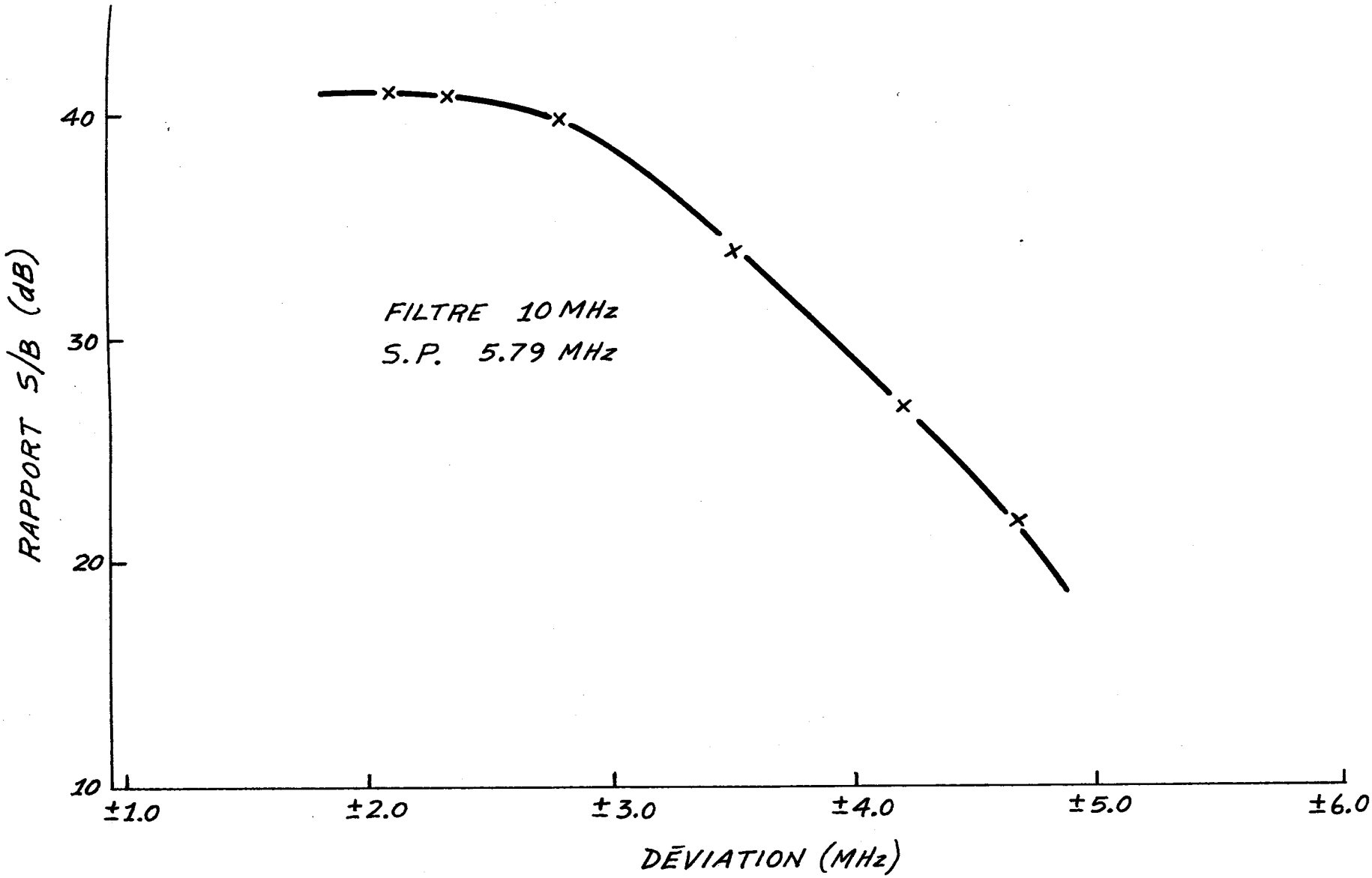

RAPPORT S/B (dB)
40
30
20
10
FILTRE 10 MHz
S.P. 5.79 MHz
±1.0
±2.0
±3.0
±4.0
±5.0
±6.0
DÉVIATION (MHz)

Fig. 18

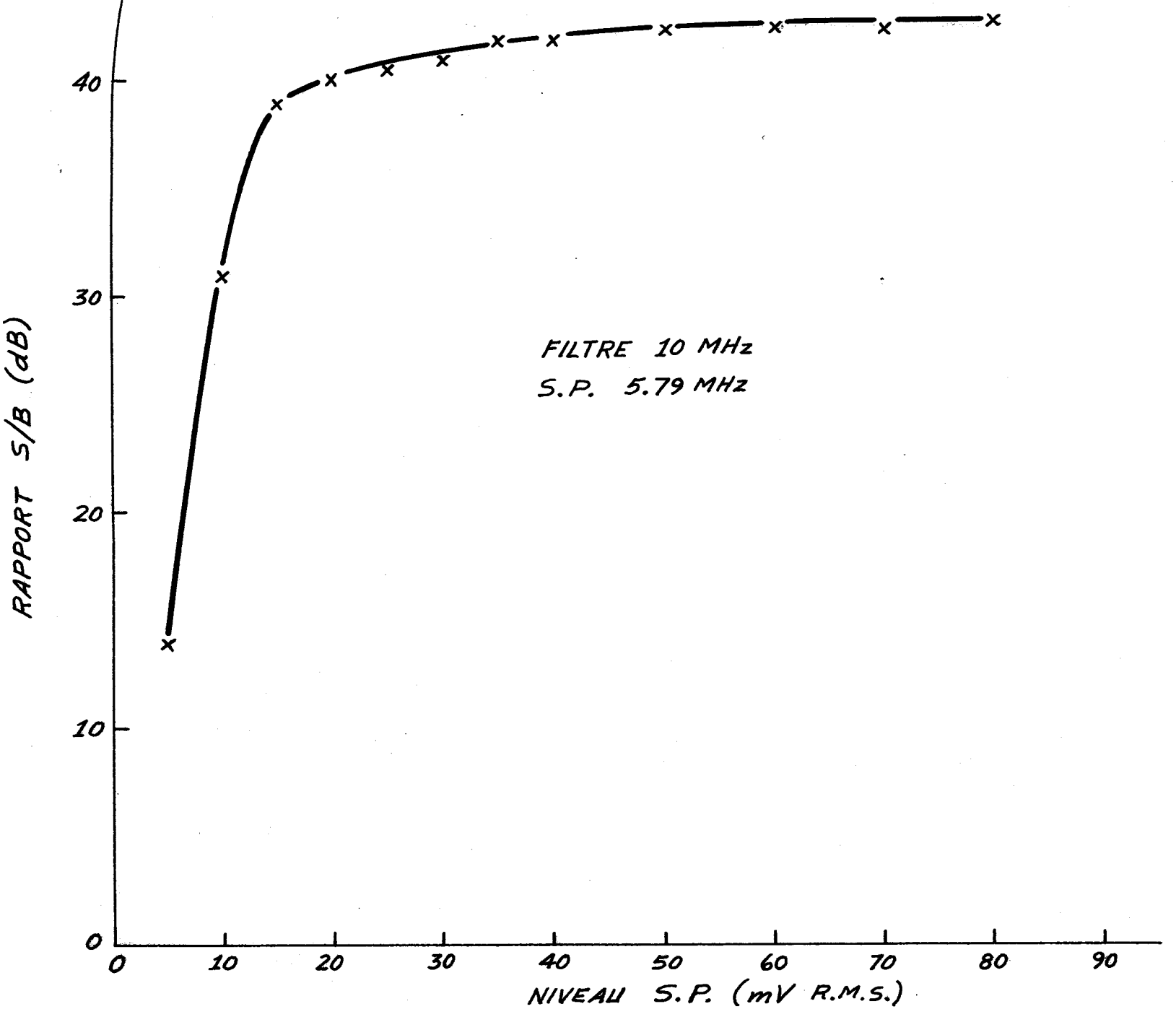

RAPPORT S/B (dB)
0
10
20
30
40
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
NIVEAU S.P. (mV R.M.S.)
FILTRE 10 MHz
S.P. 5.79 MHz

Fig. 19

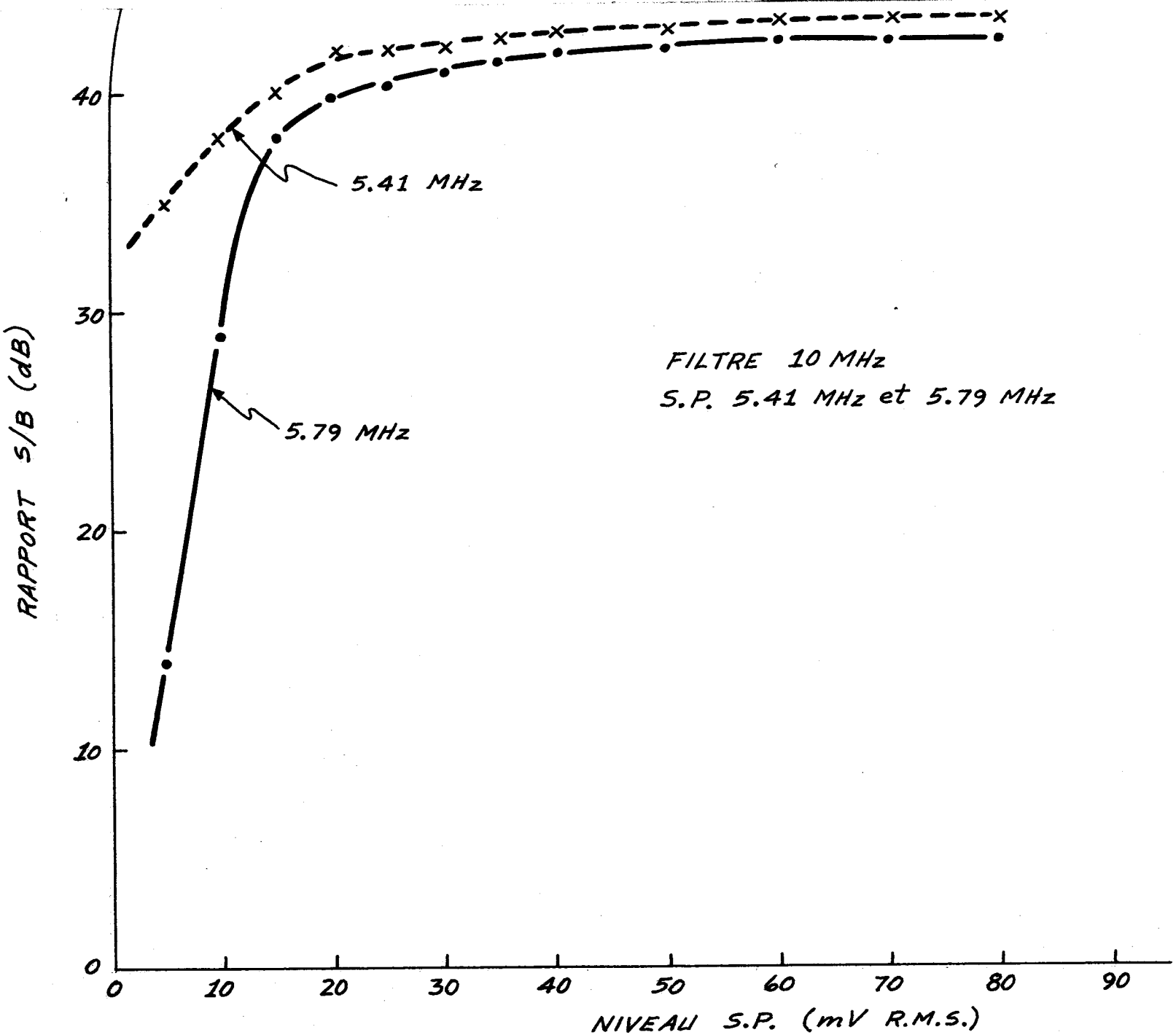

RAPPORT S/B (dB)
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
NIVEAU S.P. (mV R.M.S.)
5.41 MHz
5.79 MHz
FILTRE 10 MHz
S.P. 5.41 MHz et 5.79 MHz

Fig. 20

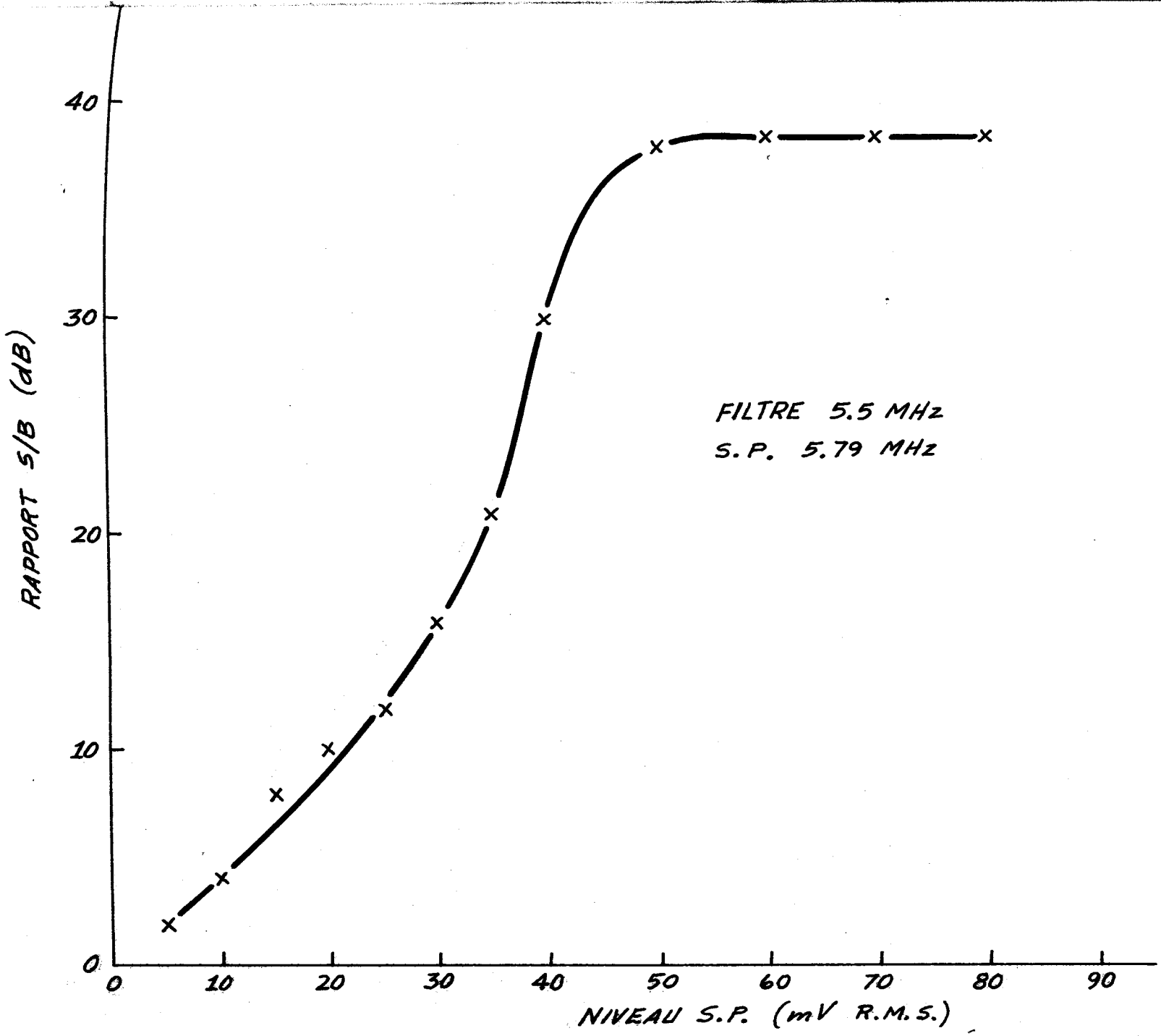

RAPPORT S/B (dB)
40
30
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
NIVEAU S.P. (mV R.M.S.)
FILTRE 5.5 MHz
S.P. 5.79 MHz

Fig. 21

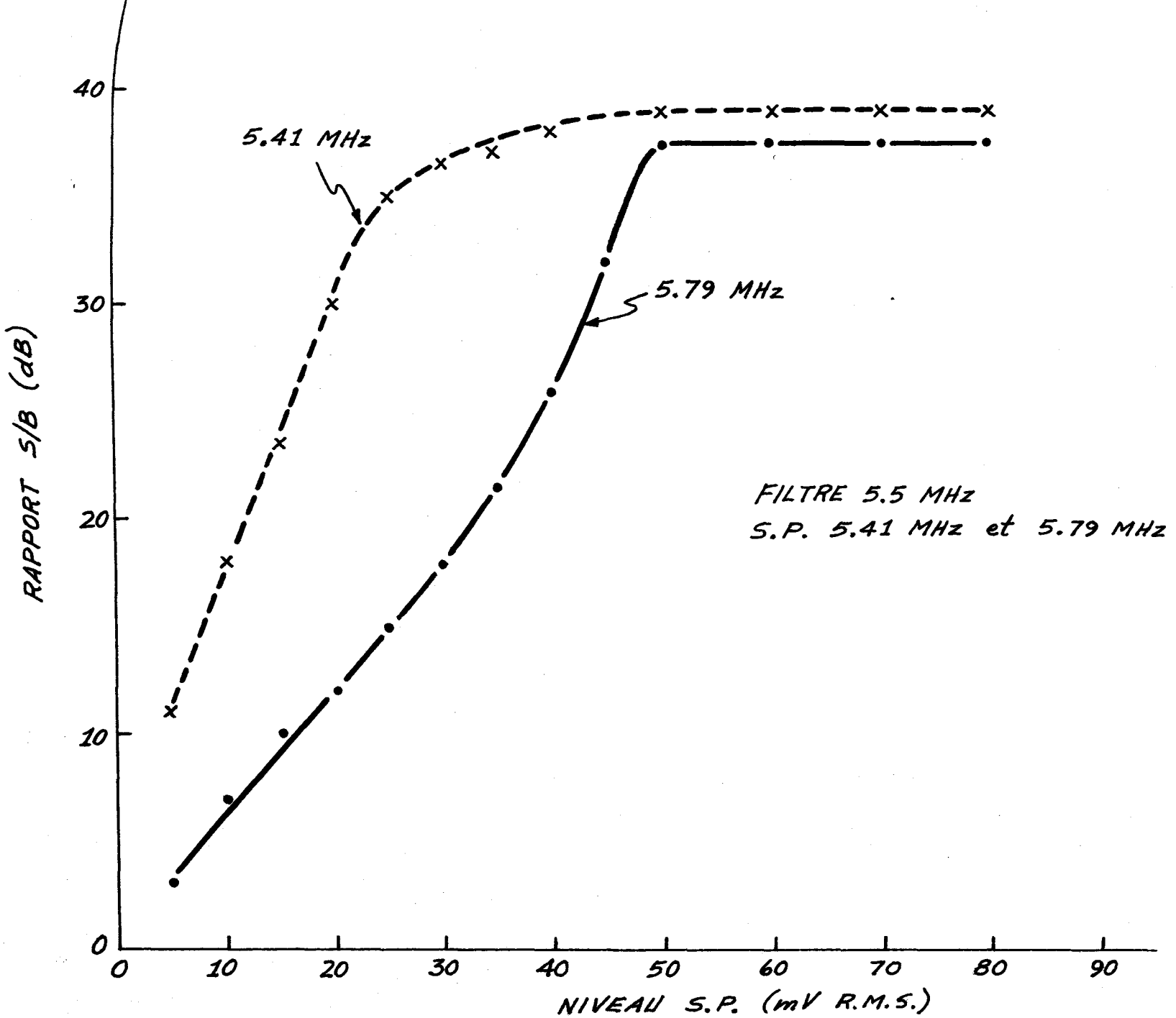

40
30
20
10
0
RAPPORT S/B (dB)
5.41 MHz
5.79 MHz
FILTRE 5.5 MHz
S.P. 5.41 MHz et 5.79 MHz
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
NIVEAU S.P. (mV R.M.S.)

Fig. 22