

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 81 20757**

---

⑤④ Circuit hybride adaptatif.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. 3). H 04 B 3/20, 1/58.

②② Date de dépôt..... 5 novembre 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 6-5-1983.

---

⑦① Déposant : SOCIETE ANONYME DE TELECOMMUNICATIONS. — FR.

⑦② Invention de : Mohamed Habib Wajih.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Martinet,  
62, rue des Mathurins, 75008 Paris.

- 1 -

CIRCUIT HYBRIDE ADAPTATIF

La présente invention concerne un convertisseur "deux fils - quatre-fils" ou annuleur d'échos comprenant un coupleur hybride et un équilibreur et, plus particulièrement, un tel annuleur d'échos dans lequel l'équilibreur est actif et adaptatif, c'est-à-dire présente une  
 5 impédance qui est maintenue automatiquement sensiblement égale à l'impédance de la ligne à deux fils.

Ce dispositif est utilisable aussi bien en téléphonie analogique classique qu'en transmission numérique à bas et haut débit (téléphonie numérique, données) sur ligne d'abonné.

10 On sait qu'un coupleur hybride est un circuit octopôle dont les quatre accès 1 à 4 sont respectivement reliés aux voies émettrice et réceptrice de la ligne à quatre fils, à la ligne à deux fils et à l'équilibreur.

Le coupleur hybride peut être caractérisé par la quantité :

$$15 \quad \chi = \frac{S_{13} \times S_{23}}{S_{12}}$$

où  $S_{12}$ ,  $S_{13}$  et  $S_{23}$  sont respectivement les coefficients de transfert entre les accès 1 et 2, 1 et 3, et 2 et 3.

Dans le cas où le coupleur hybride est un transformateur différentiel passif (Figs. 1A et 1B) de rapport de transformation  
 20  $n = n_1/n_2$ , on a :

$$\chi = \frac{(Z_0 + 2n^2 Z_e) (Z_0 + 2 Z_{eq})}{4 Z_0 (Z_{eq} - n^2 Z_e)} \quad (1)$$

où  $Z_0$ ,  $Z_e$  et  $Z_{eq}$  sont respectivement les impédances du circuit hybride aux accès 1 et 2, 3 et 4.

Si  $Z_{eq} = n^2 Z_e$ ,  $\chi$  est maximal et infini.

25 Dans le cas où le coupleur hybride est un transformateur différentiel actif (Figs. 2A et 2B) de rapport 1/1, la quantité  $\chi$  est donnée par :

$$\chi = - \frac{(Z_{eq} + Z_0) (Z_e + Z_0)}{2 Z_0 (Z_{eq} - Z_e)} \quad (2)$$

- 2 -

$\chi$  est maximal et infini si :

$$Z_{eq} = Z_e$$

Il résulte des formules (1) et (2) que pour avoir une bonne annuleur d'échos, l'impédance de l'équilibreur doit être égale  
5 à celle de la ligne à deux fils, ce qui entraîne la nécessité de modifier l'impédance de l'équilibreur quand plusieurs lignes à deux fils de longueurs différentes ou de diamètres de fils différents sont commutables à l'accès du coupleur hybride.

L'objet de l'invention est un coupleur hybride à équilibreur  
10 adaptatif où l'équilibreur est formé d'un dipôle dont au moins deux composants sont variables sous l'effet d'une tension de commande qui dépend de l'amplitude de l'écho résiduel dans la voie réceptrice de la ligne à quatre fils.

L'article "Digital Full Duplex Operation on Two-Wires Lines"  
15 par W. DIETZE et J. REUTTER paru dans Electrical Communication, Volume 53, N° 2, 1978, pages 161 - 164 a décrit un coupleur hybride à équilibreur adaptatif. L'équilibreur est formé d'une résistance fixe en série avec un condensateur fixe, une résistance variable étant en parallèle sur ce condensateur. La variation de la résistance est  
20 commandée par un signal de commande obtenu en faisant la différence du signal à l'entrée de la voie émettrice de la ligne à quatre fils redressé et du signal à l'entrée-sortie de la ligne à deux fils redressé.

Ce système présente deux inconvénients ;

25 Il ne s'applique qu'à des signaux numériques et encore à des signaux numériques d'un type particulier, des signaux numériques biphasés. En effet, le fonctionnement convenable du système exige que l'on puisse distinguer l'écho résiduel du signal reçu par la ligne à deux fils qui peuvent être tous les deux présents sur la voie  
30 réceptrice de la ligne à quatre fils. Or dans le cas de signaux analogiques, ces signaux avant redressement ont la même bande de fréquences et ne sont pas distinguables ; la distinction ne peut se faire que sur des signaux numériques de type particulier.

L'équilibreur à un seul élément variable

ne donne pas une bonne simulation de la variation de l'impédance d'une ligne téléphonique en fonction de la fréquence pour plusieurs longueurs discrètes de cette ligne, chaque valeur de la résistance variable de l'équilibreur correspondant à une longueur de ligne.

5 L'objet de l'invention est de réaliser un annuleur d'échos dans lequel l'équilibreur a une impédance variable et qui comprend des moyens de commander l'impédance de l'équilibreur en fonction de l'amplitude de l'écho résiduel pour annuler ce dernier. L'écho résiduel est évalué d'une manière indépendante de la présence ou de  
10 l'absence de la réception d'un signal reçu produit à l'extrémité distante de la ligne à deux fils.

Le supprimeur d'échos de l'invention comprend un circuit hybride ayant quatre accès vers respectivement les voies émettrice et réceptrice d'une ligne à quatre fils, l'entrée-sortie d'une ligne  
15 à deux fils et un équilibreur à impédance variable commandée par tension et il est caractérisé en ce qu'il comprend en outre un circuit de corrélation entre le signal produit sur la voie émettrice de la ligne à quatre fils, retardé, et l'écho résiduel, le signal de sortie dudit circuit corrélateur commandant l'impédance commandée  
20 par tension.

L'invention va être maintenant décrite en détail en relation avec les dessins annexés dans lesquels :

- les Figs. 1A et 1B représentent un circuit hybride connu constitué par un transformateur différentiel passif ;
- 25 - les Figs. 2A et 2B représentent un circuit hybride connu constitué par un transformateur différentiel actif ;
- la Fig. 3 représente l'impédance d'entrée de lignes téléphoniques bouclées sur une impédance de charge en fonction de la fréquence pour plusieurs longueurs de lignes ;
- 30 - la Fig. 4 représente le circuit hybride à équilibreur adaptatif de l'invention ;
- la Fig. 5 représente un premier dipôle équilibreur à quatre éléments dont deux variables ;
- la Fig. 6 représente l'impédance de l'équilibreur de la Fig. 5  
35 en fonction de la fréquence angulaire ;

- la Fig. 7 représente un second dipôle équilibreur à quatre éléments dont deux variables ; et

- la Fig. 8 représente l'impédance de l'équilibreur de la Fig. 7 en fonction de la fréquence angulaire ;

5 La Fig. 3 montre des courbes représentatives de l'impédance d'entrée  $Z_e$  d'une ligne téléphonique fermée sur une impédance d'utilisation de 600 Ohms dans une gamme de fréquences allant de 500 à 2500 Hz et pour la longueur indiquée sur la Figure à côté de chaque courbe.

10 On voit que ces courbes ont l'allure de segments de cercle et les impédances variables commandées par tension de l'invention simulent avec une bonne approximation ces segments de cercle ainsi qu'on va le voir.

En se référant maintenant à la Fig. 4, 31 et 32 désignent les  
15 voies émettrice et réceptrice de la ligne à quatre fils, 33 désigne la ligne à deux fils et 100 l'équilibreur. Le numéro de référence 35 désigne une source de signaux analogiques sur la voie 31. La voie 31 est reliée à l'équilibreur 100 ou 100' par le fil 34 et au circuit de soustraction 36 à travers la résistance 37. Elle est reliée également à  
20 l'autre entrée du circuit de soustraction 36 et au transformateur 38 à travers la résistance 39. Mis à part le fait que l'équilibreur 100 ou 100' a une impédance variable commandée par tension, la partie de la Fig. 4 décrite jusqu'à présent n'est pas différente des Figs. 2A et 2B.

25 Selon l'invention, la voie 31 est également reliée à travers un circuit de retard 41 à un circuit multiplicateur et intégrateur 40 qui reçoit sur sa seconde entrée le signal de sortie du circuit de soustraction 36. Le signal sortant du multiplicateur intégrateur 40 sert de signal de commande à l'équilibreur adaptatif. Ce multiplicateur  
30 intégrateur mesure la corrélation entre le signal émis et l'écho

Soit  $x(t)$  le signal produit par la source 35,  $x(t-\tau)$  le signal sortant du circuit de retard 41,  $V_r(t)$  le signal de réception sur la voie à quatre fils provenant du signal distant  $y(t)$  et  $\varepsilon(t)$  l'écho résiduel. La corrélation à estimer est :

- 5 -

$$E[x(t-\tau) \varepsilon(t)]$$

où E désigne l'espérance mathématique.

Or,

$$E[x(t-\tau) \varepsilon(t)] = -E[x(t-\tau) V_r(t)] + E[x(t-\tau) \{\varepsilon(t) + V_r(t)\}]$$

5 Comme  $x(t)$  et  $V_r(t)$  sont par définition non corrélés, il en résulte que :

$$E[x(t-\tau) V_r(t)] = E[x(t-\tau)] E[V_r(t)]$$

si l'un des signaux  $x(t)$  et  $V_r(t)$  est centré (de moyenne nulle), alors :

$$10 \quad E[x(t-\tau) V_r(t)] = 0$$

d'où :

$$E[x(t-\tau) \varepsilon(t)] = E[x(t-\tau) \{\varepsilon(t) + V_r(t)\}]$$

le deuxième terme est directement exploitable car on dispose du signal  $\varepsilon(t) + V_r(t)$ .

15 L'estimateur est donc un multiplicateur analogique suivi d'un intégrateur.

L'équilibreur 100 comprend la résistance 11(r) et, en série avec cette résistance, une inductance 14(L) fixe, une chaîne de circuits électroniques produisant une résistance variable et une chaîne de  
20 circuits électroniques produisant un condensateur variable, l'inductance et les deux chaînes étant en parallèle les unes avec les autres.

La chaîne de résistance variable comprend un amplificateur 101 de gain  $K_R$ , un transistor à effet de champ 102 de résistance  $R_{T1}$  et un amplificateur différentiel 103 dont la résistance de contre réaction  
25 104 a pour valeur  $R_1$ . Une résistance 105 de valeur R' est en parallèle entre l'entrée de l'amplificateur 101 et la sortie de l'amplificateur 103.

- 6 -

La résistance de la chaîne entre entrée et terre de sortie est :

$$R = R' / \left[ 1 + K_R (R_1 / R_{T1}) \right]$$

La chaîne de condensateur variable comprend une résistance 114 de valeur  $R_2$ , un transistor à effet de champ 112 de résistance  $R_{T2}$ , un amplificateur différentiel 113 et un amplificateur de gain  $K_C$ . Un condensateur 115 de capacité  $C'$  est en parallèle entre la borne d'entrée de la résistance 114 et la sortie de l'amplificateur 111. La capacité de la chaîne entre entrée et terre de sortie est :

$$C = C' \left[ 1 + K_C (R_{T2} / R_2) \right]$$

10 La Fig. 5 représente l'équilibre 100 dans lequel les chaînes produisant respectivement la résistance variable et le condensateur variable sont remplacées par une résistance variable  $12(R)$  et un condensateur variable  $13(C)$ .

L'impédance de l'équilibre 100 de la Fig. 5 est :

$$15 \quad Z_{eq} = r + \frac{RL^2 \omega^2 + jR^2 L\omega (1-LC \omega^2)}{R^2(1-LC \omega^2)^2 + L^2 \omega^2} \quad (3)$$

$Z_{eq}$  représente (Fig. 6) un cercle de diamètre  $R$  et de centre  $x = r + R/2$  et  $y = 0$ . Pour  $\omega = 0$  et  $\omega = \infty$ , le point figuratif est :

$$x = r \quad y = 0$$

20 et pour  $\omega = 1/\sqrt{LC}$ , le point figuratif est :

$$x = r+R \quad y = 0.$$

- 7 -

L'équilibre 100' de la Fig. 7 est un circuit parallèle comprenant dans une de ses branches une résistance 21 de valeur  $\rho$  et dans son autre branche une résistance 22 de valeur  $\rho_0$  en série avec un condensateur 23 de capacité  $C$  et une inductance 24 de valeur  $L$  en parallèle l'un avec l'autre. La résistance 21 et le condensateur 23 sont variables. La résistance 22 et l'inductance 24 sont fixes.

L'impédance de l'équilibre de la Fig. 7 est :

$$Z_{eq} = \frac{\rho\rho_0(\rho+\rho_0)(1-LC\omega^2)^2 + \rho L^2\omega^2 + j[\rho L\omega(\rho+\rho_0)(1-LC\omega^2)] - jL\omega\rho\rho_0(1-LC\omega^2)}{(\rho+\rho_0)^2(1-LC\omega^2) + L^2\omega^2} \quad (4)$$

$Z_{eq}$  représente (Fig. 8) un cercle de diamètre  $\rho^2 / (\rho+\rho_0)$  et de

$$10 \quad \text{centre } x = \frac{\rho(\rho+2\rho_0)}{2(\rho+\rho_0)} \quad y = 0$$

Pour  $\omega = 0$  et  $\omega = \infty$ , le point figuratif (Fig. 8) est :

$$x = \frac{\rho\rho_0}{\rho+\rho_0} \quad y = 0$$

Pour  $\omega = 1/\sqrt{LC}$ , le point figuratif est :

$$x = \rho \quad y = 0$$



Re v e n d i c a t i o n s

1 - Annuleur d'échos comprenant un circuit hybride ayant quatre accès vers respectivement les voies émettrice et réceptrice d'une ligne à quatre fils, l'entrée-sortie d'une ligne à deux fils et un équilibreur (100 ou 100') à impédance variable commandée par tension, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un circuit de corrélation (40) entre le signal produit sur la voie émettrice de la ligne à quatre fils, retardé, et l'écho résiduel et des moyens de commander l'impédance commandée par tension par le signal de sortie dudit circuit corrélateur.

2 - Annuleur d'échos conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de corrélation est un circuit multiplicateur-intégrateur.

3 - Annuleur d'échos conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que l'équilibreur (100) à impédance variable commandée par tension comprend une résistance fixe 11 en série avec un circuit parallèle formé d'une résistance variable (12), d'un condensateur variable (13) et d'une inductance fixe (14).

4 - Annuleur d'échos conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que l'équilibreur (100') à impédance variable commandée par tension comprend deux branches parallèles, l'une formée d'une résistance variable (21) et l'autre d'une résistance fixe (22) en série avec un circuit parallèle L-C constitué d'un condensateur variable (23) et d'une inductance fixe (24).

5 - Annuleur d'échos conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que la résistance variable (12), partie de l'impédance variable commandée par tension est formé d'une résistance fixe (105) et d'un circuit en parallèle sur ladite résistance fixe comprenant un amplificateur opérationnel (103) ayant une résistance de contre-réaction fixe (104) et une résistance d'entrée formée par un transistor à effet de champ (102) commandé par le circuit corrélateur (40),

et en ce que

le condensateur variable (13) partie de l'impédance variable commandée par tension est formé d'un condensateur fixe (115) et d'un circuit en parallèle sur ledit condensateur fixe comprenant un amplificateur opérationnel (113) ayant une résistance de contre-réaction formée par un transistor à effet de champ (112) et une résistance d'entrée fixe (114).

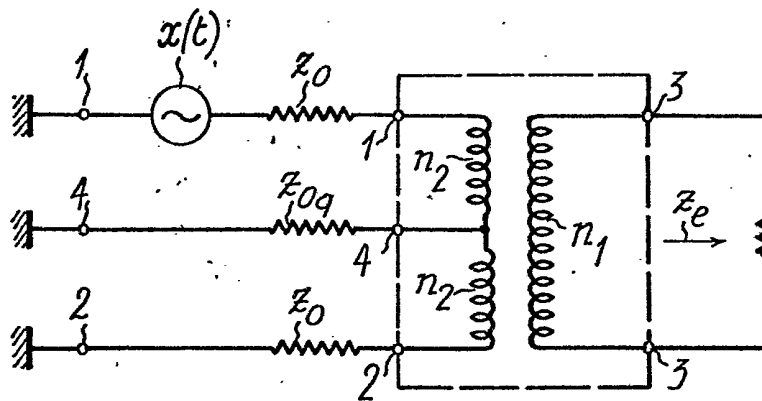
6 - Annuleur d'échos conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que

10 la résistance variable (21) partie de l'impédance variable commandée par la tension est formée d'une résistance fixe (105) et d'un circuit en parallèle de ladite résistance fixe comprenant un amplificateur opérationnel (103) ayant une résistance de contre réaction (104) et une résistance d'entrée formée par un transistor à effet de champ (102) commandé par le circuit corrélateur (40),

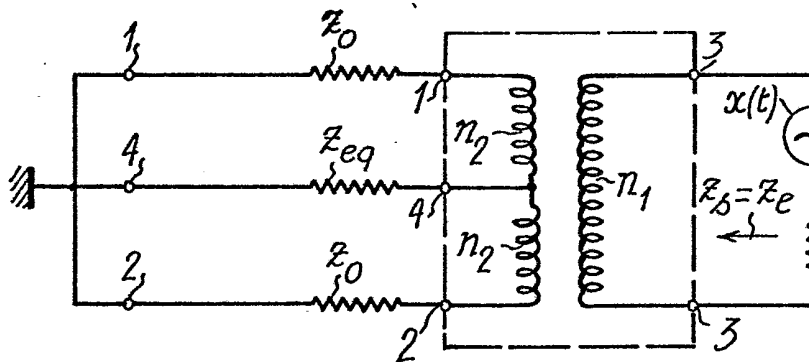
et en ce que

le condensateur variable (23), partie de l'impédance variable commandée par la tension est formée d'un condensateur fixe (115) et d'un circuit en parallèle sur ledit condensateur fixe comprenant un amplificateur opérationnel (113) ayant une résistance de contre-réaction formée par un transistor à effet de champ (112) et une résistance d'entrée fixe (114).

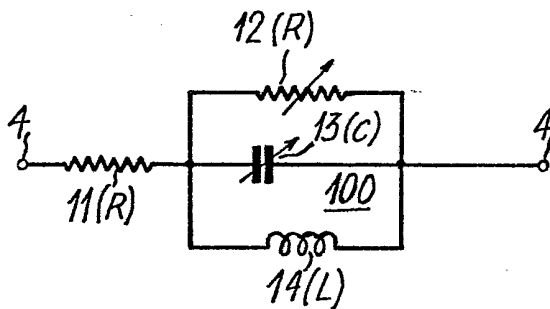
1/4



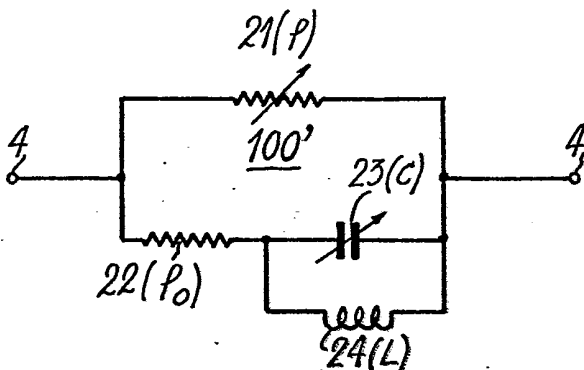
**FIG.1A**  
TRANSFORMATEUR  
DIFFERENTIEL A  
L'EMISSION



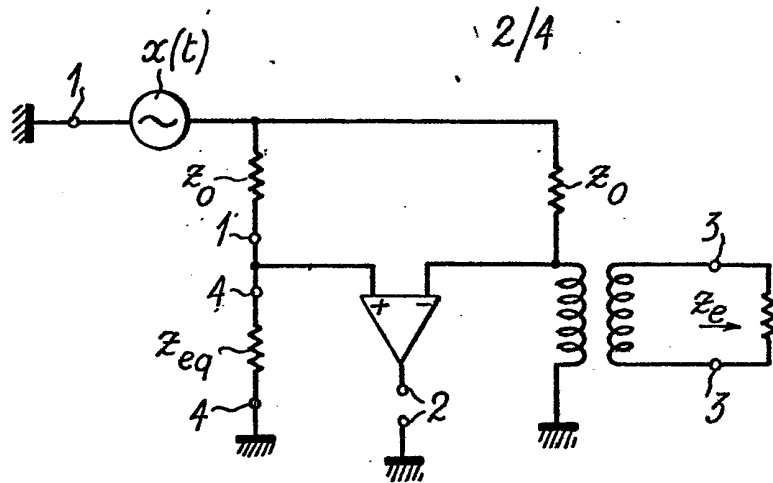
**FIG.1B**  
TRANSFORMATEUR  
DIFFERENTIEL A  
LA RECEPTION



**FIG.5**

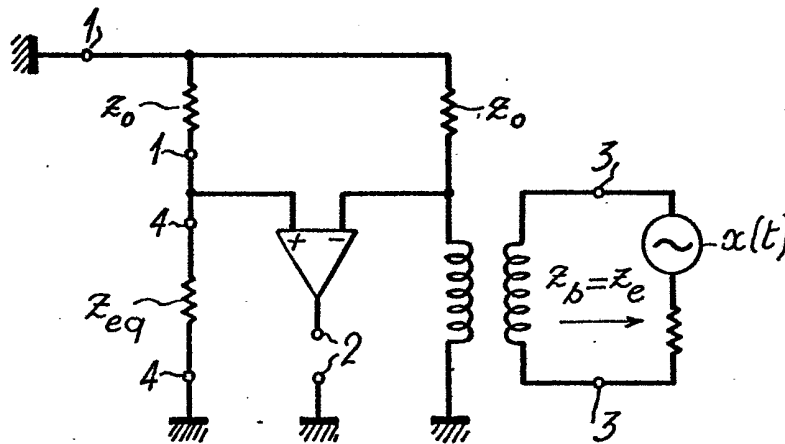


**FIG.7**



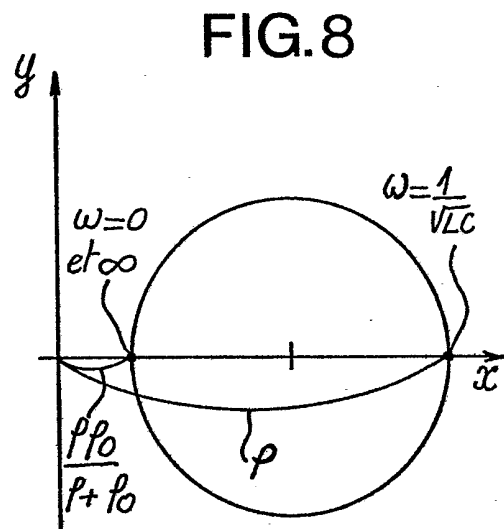
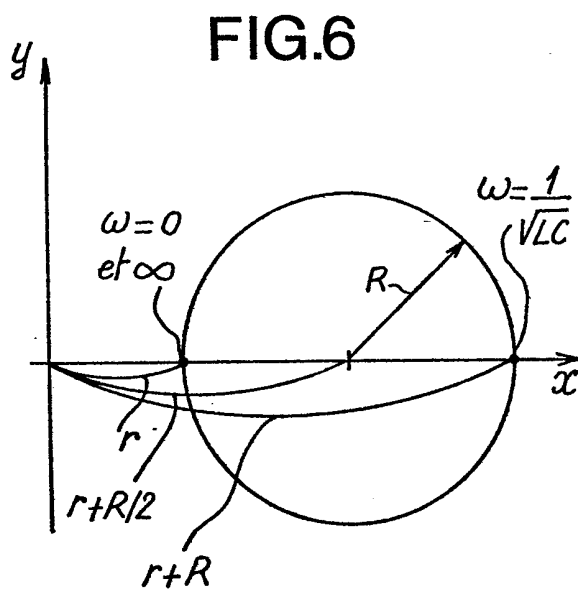
**FIG. 2A**

CIRCUIT HYBRIDE  
ACTIF A  
L'EMISSION



**FIG. 2B**

CIRCUIT HYBRIDE  
ACTIF A LA  
RECEPTION



3/4

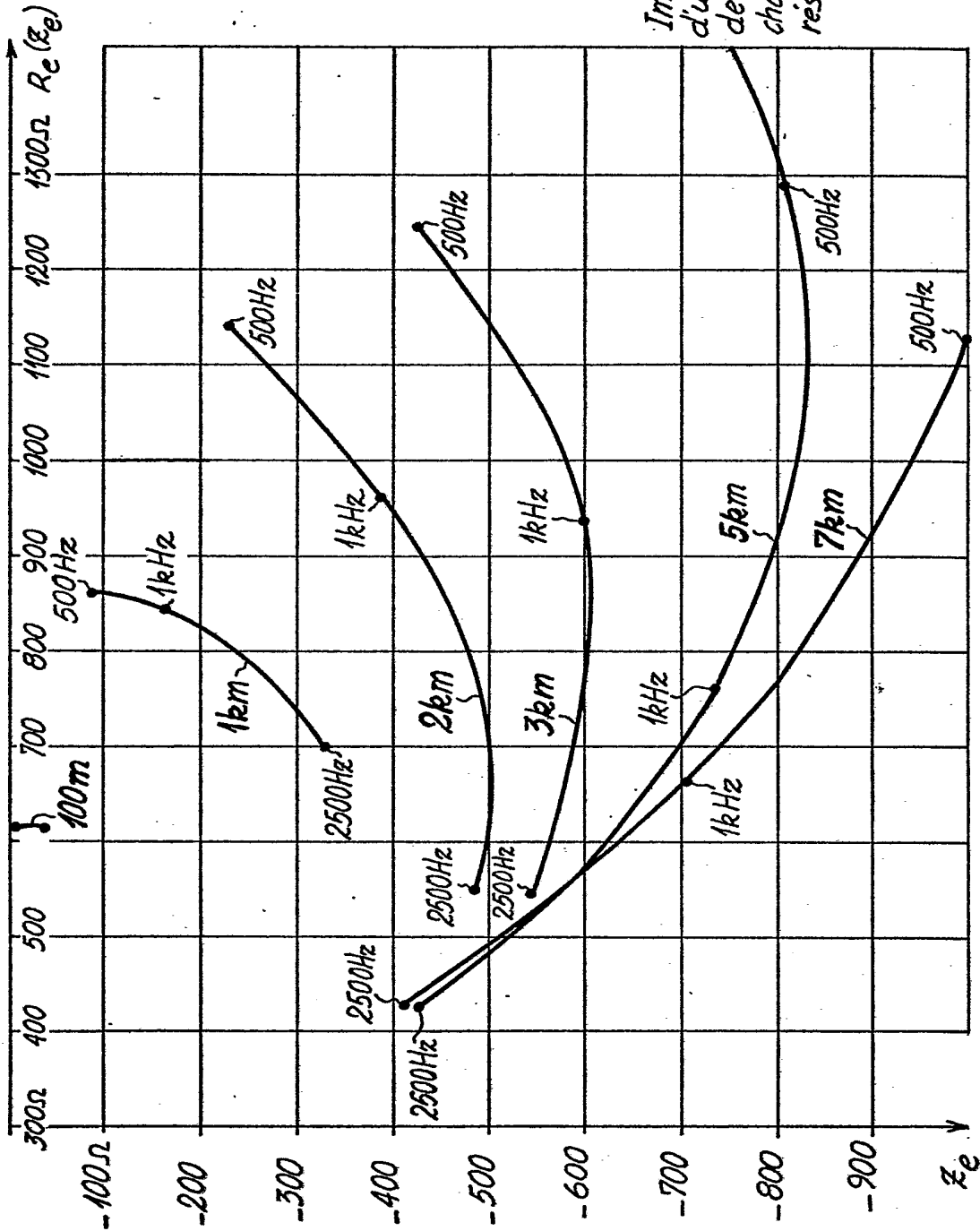


FIG.3

Impédance d'entrée  
d'une ligne de câble  
de la série 88  $\phi$  0.4 mm  
chargée par une  
résistance de 600 $\Omega$

4/4

FIG. 4

