



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numéro de publication:

**0 170 574
B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
14.09.88

⑤① Int. Cl.4: **F 02 D 41/08**

②① Numéro de dépôt: **85401364.6**

②② Date de dépôt: **05.07.85**

⑤④ **Procédé et dispositif de commande du débit d'air d'un moteur thermique au ralenti.**

③⑥ Priorité: **23.07.84 FR 8411667**

⑦③ Titulaire: **REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT,
Boîte postale 103 8-10 avenue Emile Zola,
F-92109 Boulogne-Billancourt (FR)**

④③ Date de publication de la demande:
05.02.86 Bulletin 86/6

⑦② Inventeur: **Lefevre, Rémi, 38 bis, rue Henry Litolff,
F-92700 Colombes (FR)**
Inventeur: **Saint-Leger, Gérard, 5, Allée Rembrandt,
F-94800 Villejuif (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
14.09.88 Bulletin 88/37

⑥④ Etats contractants désignés:
CH DE GB IT LI NL SE

⑦④ Mandataire: **Saint Martin, René et al, Régie Nationale
des Usines Renault Direction des Recherches et
Développements Service 0804 8-10, Avenue Emile-Zola,
F-92109 Boulogne Billancourt Cedex (FR)**

⑤⑥ Documents cités:
**FR - A - 2 462 562
FR - A - 2 538 034
GB - A - 1 347 304
GB - A - 2 085 619
US - A - 4 280 189
US - A - 4 386 591**

EP O 170 574 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif de commande du débit d'air à l'admission d'un moteur thermique alimenté par injection de carburant dans lequel le débit d'air est régulé en fonction de la vitesse de rotation du moteur. L'invention s'applique en particulier à la régulation du débit d'air au voisinage de la vitesse nominale de rotation au ralenti d'un moteur thermique de véhicule automobile.

On sait que le régime de ralenti d'un moteur thermique est principalement réglé par le débit d'air dans le conduit d'admission. En réglant correctement la richesse et l'avance, on parvient à obtenir un régime stable en l'absence de perturbations extérieures au moteur thermique. Par contre, lorsqu'on demande au moteur thermique une puissance supplémentaire pour actionner par exemple un élément périphérique tel qu'une direction assistée ou un autre organe, l'équilibre du ralenti se trouve perturbé et le réglage statique du régime ne peut compenser la variation de charge imposée.

On a déjà prévu pour rétablir alors le régime de ralenti d'un tel moteur thermique d'utiliser un actionneur capable de modifier le débit d'air dans la conduite d'admission. La commande de cet actionneur permet de conserver un régime de ralenti indépendant des conditions extérieures du moteur thermique et d'obtenir un ralenti plus stable en compensant les petites variations inévitables sur un moteur.

L'action sur le débit d'air peut être réalisée de différentes manières. C'est ainsi que l'on peut commander une vanne indépendante disposée en by-pass sur le circuit d'admission principal du moteur. On peut également agir directement sur le papillon relié à la commande d'accélérateur du véhicule.

Dans les dispositifs connus de ce type, la commande de l'actionneur peut donc être assimilée à un asservissement du débit d'air à l'admission au régime moteur ou vitesse de rotation du moteur thermique. Le document GB-A-2 085 619 décrit un procédé de régulation de la vitesse de ralenti d'un moteur thermique dans lequel un actionneur est commandé pour réguler le débit d'air du ralenti, cette commande étant assurée par un système asservi recevant en entrée l'écart entre la vitesse de rotation du moteur et une valeur de consigne. On constate cependant dans la pratique des difficultés d'application, en particulier lors des phénomènes transitoires. Il est en effet difficile pour les régulations de type classique d'effectuer une différence entre une action de stabilisation du ralenti et les phénomènes transitoires mal définis pouvant exister dans un moteur thermique. Il en est ainsi en particulier lors d'une décélération rapide du moteur thermique qui peut entraîner un sous-régime trop important du moteur ou même un calage complet avec arrêt du moteur.

La présente invention a pour objet d'améliorer le fonctionnement de la régulation du débit d'air à

l'admission, en particulier lors des phénomènes transitoires en apportant une anticipation dans la commande de l'actionneur de la vanne de régulation.

Le procédé de commande du débit d'air à l'admission d'un moteur thermique alimenté par injection de carburant, selon l'invention, dans lequel le débit d'air est régulé en fonction de la vitesse de rotation du moteur au voisinage de sa vitesse nominale de ralenti, consiste à prendre comme valeur de consigne C de la régulation, le résultat d'un filtrage effectué sur une grandeur P liée à la valeur instantanée de la vitesse de rotation du moteur thermique suivi d'une moyenne pondérée entre la valeur filtrée P' ainsi obtenue et une grandeur R liée à la vitesse nominale de ralenti, de sorte que $C = KP' + (1-K)R$.

Le filtrage est de préférence effectué par un système du premier ordre analogue à un filtre passe-bas.

Le gain et la constante de temps du système du premier ordre utilisé pour le filtrage sont de préférence choisis de façon que la fonction de transfert globale apporte une avance de phase maximale aux alentours de la fréquence maximale des oscillations du moteur à sa vitesse de ralenti.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un exemple de réalisation décrit à titre nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, sur lesquels:

– la figure 1 est un schéma fonctionnel des principaux éléments d'un système asservi comprenant le régulateur de l'invention;

– la figure 2 illustre certaines courbes permettant de comprendre le fonctionnement de l'invention;

– et les figures 3 et 4 représentent respectivement le module et la phase de la fonction de transfert d'un exemple de réalisation du régulateur utilisé dans la présente invention.

La régulation du débit d'air à l'admission dans un moteur thermique nécessite une action convenablement asservie sur l'air admis dans le moteur thermique. Dans le cas d'une régulation au moyen d'une vanne, il s'agit donc d'ouvrir cette vanne lorsque le régime ou vitesse de rotation du moteur thermique est trop faible et au contraire de la fermer lorsque le régime ou vitesse de rotation du moteur thermique est trop élevé. Pour effectuer une régulation convenable dans le cas d'un phénomène transitoire, il ne suffit pas d'ouvrir la vanne au-dessous du régime de ralenti, c'est-à-dire au-dessous de la vitesse nominale de ralenti du moteur thermique, car l'action sur l'air à l'admission interviendrait alors trop tard pour compenser une chute rapide de régime du moteur thermique entraînant éventuellement un arrêt brusque du moteur.

Sur la figure 1 on a représenté à titre d'exemple de façon très schématique une vanne de commande 1 capable d'agir sur l'air admis dans un moteur thermique non représenté. Le signal de commande de la vanne, référencé V, est issu d'un système asservi référencé 2 dans son ensemble, effectuant à partir du signal d'entrée s, une cor-

rection proportionnelle par l'organe 3 et une correction intégrale par l'organe 4.

Dans un système classique, l'entrée s du système asservi 2 serait constituée par l'écart entre une grandeur P liée à la valeur instantanée de la vitesse de rotation du moteur thermique et une grandeur R liée au régime de ralenti ou vitesse de rotation nominale du moteur thermique au ralenti, cette valeur étant prédéterminée pour un moteur thermique donné.

Selon l'invention, cet écart $e=P-R$, est tout d'abord soumis à une transformation dans le régulateur 5. En d'autres termes, la commande de la vanne 1 n'est pas réalisée en prenant directement comme valeur de consigne le régime de ralenti constant souhaité lié à la grandeur R , mais au contraire, à partir d'un régime de consigne fictif variable et dépendant du régime instantané.

Le régulateur selon l'invention comprend une première branche 6 munie d'un organe 7 se comportant comme un système du premier ordre et d'un organe 8 proportionnel.

On va maintenant, à titre d'exemple, préciser l'action des différents organes du système de l'invention dans le cas où les grandeurs mesurées liées aux valeurs des vitesses de rotation du moteur thermique sont des périodes, c'est-à-dire l'inverse des régimes ou vitesses de rotation.

Dans ces conditions, le régime instantané du moteur est représenté par la valeur de la période instantanée P . Le régime de ralenti, qui est une constante, est représenté par la période du ralenti R .

Selon l'invention, on effectue tout d'abord un filtrage de la période instantanée P de façon à obtenir une valeur filtrée P' . Ce filtrage est effectué par le système de premier ordre 7 dont l'entrée P est liée à la sortie P' par l'équation différentielle du premier degré:

$$P = P' + T \frac{dP'}{dt}$$

Dans le cas du régulateur de la figure 1, l'entrée du filtre 7 est l'écart $P-R$. En raison du fait que la période de ralenti R est constante, la sortie du filtre 7 est donc $P'-R$.

Selon l'invention, la valeur de consigne choisie pour l'asservissement de la vanne de commande 1 est une période de consigne C qui est constituée par la moyenne pondérée entre la valeur filtrée de la période instantanée P' et la période de ralenti R . Cette valeur de consigne est donc choisie par définition de la manière suivante:

$$C = KP' + (1-K)R$$

Dans ces conditions, le signal d'entrée s de l'asservissement 2 qui est l'écart entre la période instantanée P et la période de consigne C est obtenu par l'équation suivante:

$$P - C = P - R - K(P' - R)$$

Cette équation peut se lire: $s = e - Ké$ en adop-

tant les symboles figurant sur la figure 1 où e représente le signal d'entrée du régulateur 5, e' représente la sortie du filtre 7 et s représente la sortie du régulateur 5.

Dans ces conditions et selon l'invention, le signal e à l'entrée du régulateur 5 est soumis dans une première branche à un premier filtrage 7 fournissant le signal filtré e' qui est ensuite soumis à un organe proportionnel 8 de coefficient K . Le même signal d'entrée e est soumis dans la deuxième branche 9 du régulateur 5 à l'action d'un organe proportionnel 10 de coefficient 1. La sortie de la première branche 6 est soustraite de la sortie de la deuxième branche 9 de façon à fournir le signal de sortie s .

On voit que la fonction de transfert du régulateur 5 est de la forme:

$$f_1 = 1 - \frac{K}{1 + T_p}$$

La fonction de transfert de l'asservissement 2 placé en aval et en série du régulateur 5 est de la forme:

$$f_2 = K_p + \frac{K_i}{p}$$

où K_p est le coefficient de l'organe proportionnel 3, tandis que K_i est le coefficient de l'organe intégral 4. La fonction de transfert global du système peut alors s'écrire:

$$\frac{1 + T_p - K}{1 + T_p} \left(K_p + \frac{K_i}{p} \right)$$

On se reportera maintenant à la figure 2 sur laquelle on a représenté en ordonnées les valeurs des vitesses de rotation instantanées N d'un moteur thermique, c'est-à-dire les valeurs inverses des périodes P et en abscisses le temps t . Dans le cas d'un phénomène transitoire matérialisé par une décélération rapide du régime du moteur thermique visible sur la courbe référencée N , on voit que dans un asservissement de type classique, la vanne de commande d'admission d'air serait ouverte au temps t_2 lorsque le régime instantané N devient égal au régime de ralenti N_R constant et prédéterminé (intersection B des courbes N et N_R).

Selon l'invention, le régime instantané N est filtré de façon à obtenir un régime filtré N' variable dont l'évolution est représentée sur la courbe de la figure 2 référencée N' . On transforme encore la valeur filtrée en effectuant la moyenne pondérée qui a été explicitée précédemment de façon à obtenir une valeur de consigne pour le régime du moteur dont l'évolution est représentée par la courbe référencée N_c . C'est cette valeur de consigne qui est utilisée comme entrée du système asservi. Dans ces conditions, l'action sur la vanne de commande intervient au temps t_1 , c'est-à-dire au mo-

ment où l'écart entre la valeur de consigne N_c et la valeur instantanée N est nul, au point A.

L'invention permet donc d'anticiper l'action sur la commande de la vanne, évitant ainsi en cas de chute rapide du régime instantané du moteur thermique, que le moteur ne s'arrête brutalement.

Dans un asservissement de type classique, le signal d'entrée est constitué par l'écart entre le régime instantané (N ou P) et le régime de ralenti (N_R ou R) tandis que selon l'invention, la valeur de consigne est constituée par la sortie s du régulateur 5, c'est-à-dire la différence entre le régime de consigne N_c ou sa période C et le régime de ralenti (N_R ou R).

On a illustré à titre d'exemple les réponses fréquentielles en amplitude et en phase du régulateur 5 de la figure 1. La figure 3 représente les variations du module ou rapport d'amplitudes du signal de sortie au signal d'entrée exprimées en décibels en fonction de la pulsation exprimée en Hertz et représentée sur une échelle logarithmique: Si l'on désire atténuer la diminution de gain au voisinage des basses fréquences, il est possible d'agir sur les caractéristiques de l'asservissement 2, par exemple par une augmentation du terme intégral K_i .

La figure 4 représente les variations de la phase exprimée en degrés en fonction de la pulsation exprimée en Hertz sur une échelle logarithmique. Comme on peut le voir, le régulateur de l'invention apporte une avance de phase avec un maximum qui se situe aux alentours de 0,7 à 0,8 Hz. Dans ces conditions, l'avance de phase maximale se trouve aux alentours de la fréquence maximale des oscillations du moteur à sa vitesse de ralenti qui est en général de l'ordre de 0,5 à 1 Hz.

En définitive, l'adjonction du régulateur de l'invention permet d'agir sur l'asservissement et par exemple d'ouvrir la vanne de commande d'admission d'air dans le moteur thermique en régime transitoire, par exemple dans le cas d'une décélération à vide avant que le régime du moteur thermique soit inférieur au régime du ralenti.

Revendications

1. Procédé de commande du débit d'air à l'admission d'un moteur thermique alimenté par injection de carburant, le débit d'air étant régulé en fonction de la vitesse de rotation du moteur au voisinage de sa vitesse nominale de ralenti, caractérisé par le fait que la valeur de consigne (C) de la régulation est constituée par le résultat d'un filtrage effectué sur une grandeur (P) liée à la valeur instantanée de la vitesse de rotation du moteur, suivi d'une moyenne pondérée entre la valeur filtrée (P') et une grandeur (R) liée à la vitesse nominale de ralenti, autrement dit:

$$C = KP' + (1-K)R$$

K étant une constante.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le filtrage est effectué par un système du premier ordre.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le gain et la constante de temps du système de premier ordre sont choisis de façon que la fonction de transfert globale apporte une avance de phase maximale aux alentours de la fréquence maximale des oscillations du moteur thermique à sa vitesse de ralenti.

4. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la régulation est du type proportionnel intégral.

5. Dispositif de commande du débit d'air à l'admission d'un moteur thermique alimenté par injection de carburant permettant la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant un moyen de variation du débit d'air dans le conduit d'admission, un actionneur lié audit moyen de variation et un système asservi introduisant une correction proportionnelle intégrale au signal d'entrée de l'actionneur, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre un régulateur placé en amont du système asservi, dont l'entrée est constituée par l'écart entre une grandeur (P) liée à la valeur instantanée de la vitesse de rotation du moteur et une grandeur (R) liée au régime de ralenti, et dont la fonction de transfert est du type:

$$f = \frac{1 + T.p - K}{1 + T.p}$$

p étant l'opérateur de Laplace,
 T et K étant des constantes.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern des Luftdurchsatzes im Einlass einer Wärmekraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, wobei der Luftdurchsatz als Funktion der Drehgeschwindigkeit des Motors in der Nähe der Nenndrehzahl im Leerlauf gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert C der Steuerung aus dem Ergebnis einer Filterung einer Grösse P besteht, die dem Augenblickswert der Drehgeschwindigkeit der Maschine entspricht, gefolgt von einem gewichteten Mittelwert eines gefilterten Wertes P' und einer Grösse R , die der Nenndrehzahl im Leerlauf entspricht, d.h.

$$C = K P' + (1-K) R$$

wobei K eine Konstante ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterung von einem System erster Ordnung durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkung und die Zeitkonstante des Systems erster Ordnung derart gewählt sind, dass die globale Übertragungsfunktion eine Voreilung der Maximalphase in der Umgebung der Maximalfrequenz der Schwingungen der Wärmekraftmaschine bei ihrer Leerlaufdrehzahl bewirkt.

4. Verfahren zur Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet

net, dass eine proportionale Integralsteuerung verwendet wird.

5. Vorrichtung zum Steuern des Luftdurchsatzes im Einlass einer Wärmekraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine Anordnung zur Veränderung des Luftdurchsatzes in der Einlassleitung aufweist, sowie eine Betätigungsanordnung, die mit der Anordnung zur Änderung verbunden ist und mit einem Servosystem zum Einführen eines proportionalen Korrektursignals zum Eingangssignal der Betätigungsanordnung, dadurch gekennzeichnet, dass sie ausserdem einen Regler aufweist, der vor dem Servosystem angeordnet ist, dessen Eingang aus dem Abstand besteht zwischen einer Grösse (P), die dem Augenblickswert der Drehgeschwindigkeit der Maschine entspricht und einer Grösse R, die dem Leerlauf entspricht, wobei die Übertragungsfunktion die folgende Formel aufweist:

$$f = \frac{1 + T.p - K}{1 + T.p}$$

wobei P ein Laplace-Operator und T und K Konstanten sind.

Claims

1. A process for controlling the air flow rate at the intake of a heat engine with fuel injection, the air flow rate being regulated in dependence on the speed of rotation of the engine in the vicinity of its nominal idling speed, characterised in that the reference value (C) in respect of regulation is formed by the result of a filtering operation performed on a parameter (P) linked to the instantaneous value of the speed of rotation of the engine, followed by a weighted average between

the filtered value (P') and a parameter (R) linked to the nominal idling speed, in other words:

$$C = K P' + (1 - K) R$$

K being a constant.

2. A process according to claim 1 characterised in that the filtering operation is effected by a system of the first order.

3. A process according to claim 2 characterised in that the gain and the time constant of the first-order system are so selected that the overall transfer function provides a maximum phase advance in the regions of the maximum frequency of the oscillations of the heat engine at its idling speed.

4. A control process according to any one of the preceding claims characterised in that the regulation is of the proportional-integral type.

5. Apparatus for controlling the air flow rate at the intake of a heat engine with fuel injection for carrying out the process according to any one of the preceding claims comprising a means for varying the air flow rate in the intake duct, an actuator connected to said variation means and a slave system introducing a proportional-integral correction to the input signal of the actuator, characterised in that it further comprises a regulator disposed upstream of the slave system, the input of which is formed by the difference between a parameter (P) linked to the instantaneous value of the speed of rotation of the engine and a parameter (R) linked to the idling speed, and in which the transfer function is of the type:

$$f = \frac{1 + T.p - K}{1 + T.p}$$

p being the Laplace operator and T and K being constants.

1/4

FIG.1

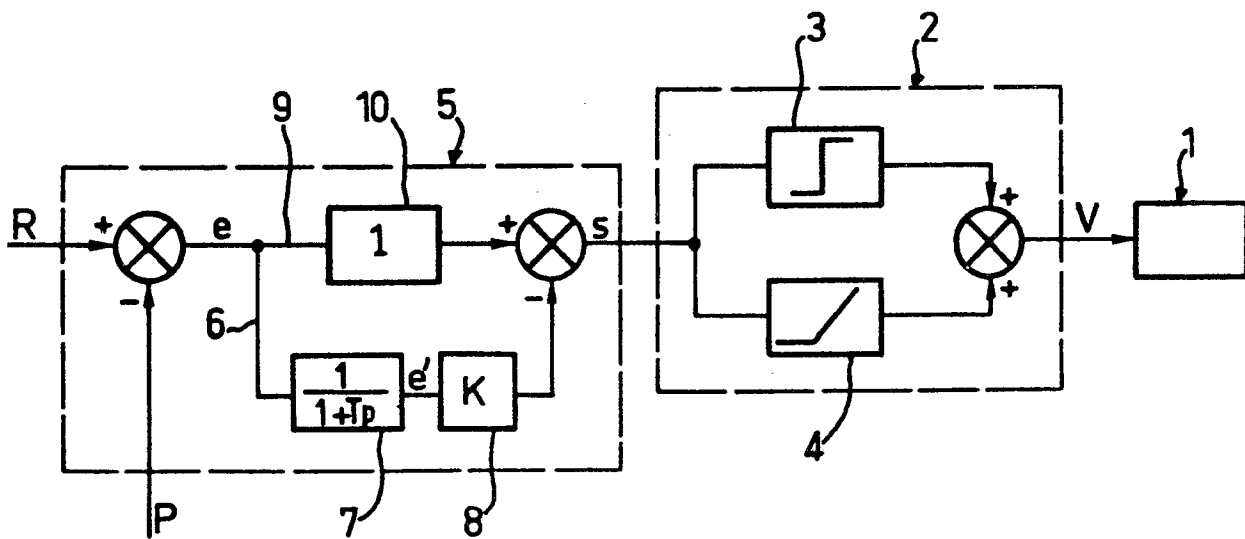


FIG.2

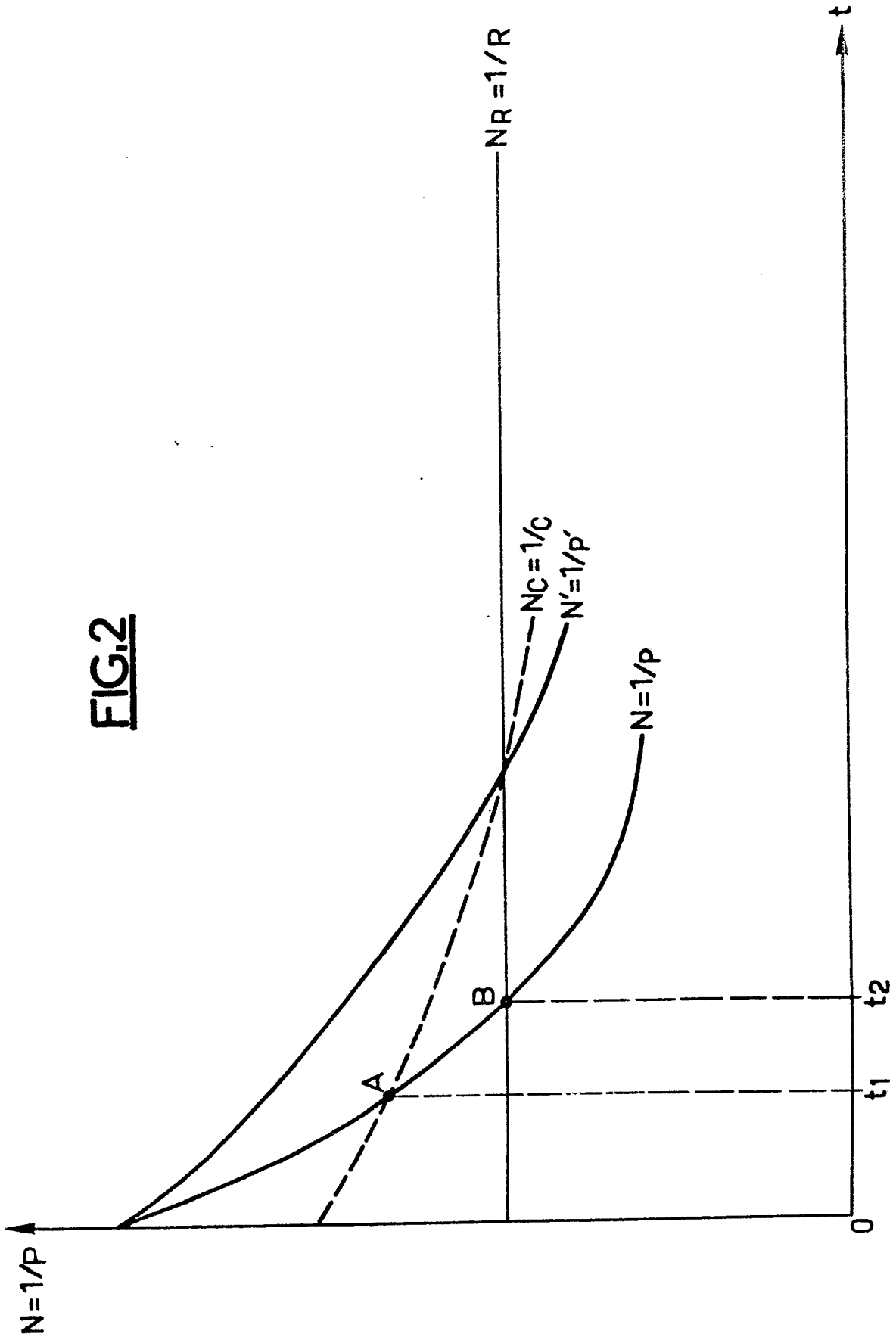
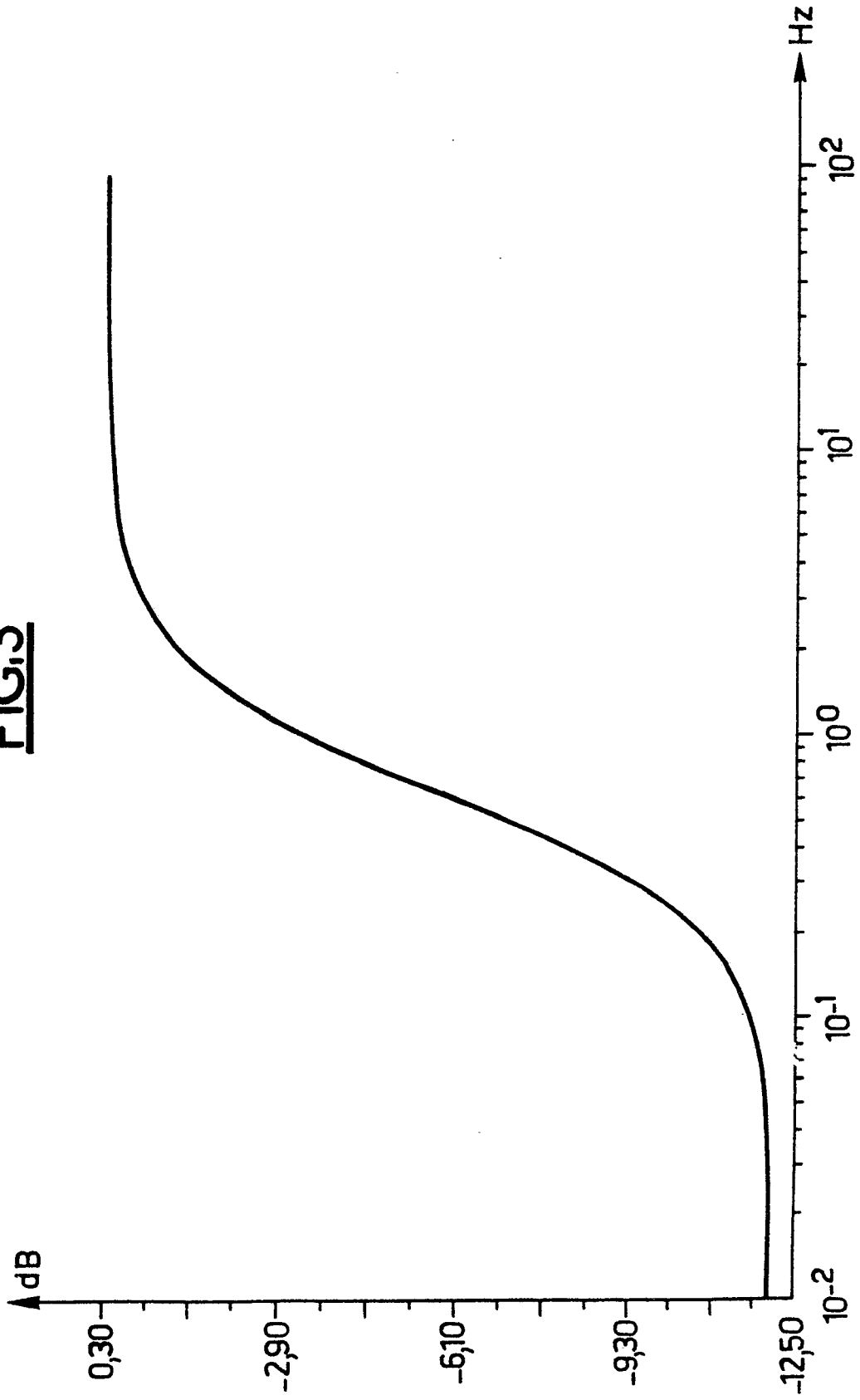


FIG.3



4/4

FIG.4

