

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 03881

(54) Installation pour produire un signal de dosage de carburant pour un moteur à combustion interne.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 02 D 33/00, 5/00; G 05 B 11/01.

(22) Date de dépôt..... 26 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 28 février 1980, n° P 30 07 463.6.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 36 du 4-9-1981.

(71) Déposant : Société dite : ROBERT BOSCH GMBH, résidant en RFA.

(72) Invention de : Ingo Gorille et Edmund Jeenicke.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention a pour objet une installation pour produire un signal de dosage de carburant pour un moteur à combustion interne, comportant un compteur massique d'air non linéaire ainsi qu'un étage producteur de signaux de dosage contenant un organe accumulateur.

5 Dans une installation de dosage de carburant, les grandeurs les plus importantes à traiter sont la vitesse de rotation et la condition de charge. Pour déterminer la charge, on se sert en général de capteurs de pression ou de compteurs massiques d'air fonctionnant avec un volet de retenue. Récemment, les compteurs massiques
10 d'air à fil chauffant se sont révélés particulièrement avantageux parce qu'ils ne comportent aucun élément mécanique mobile et en outre parce qu'ils peuvent tenir compte de la température de l'air d'admission dans le résultat de mesure.

Pour que l'on puisse doser un mélange voulu le
15 plus exactement possible, il est nécessaire de déterminer la masse d'air aspiré pendant un temps de fonctionnement du moteur à combustion interne. Cependant, les compteurs massiques d'air existants ne mesurent que le débit d'air, c'est-à-dire la masse d'air par unité de temps, de sorte que la masse d'air désirée pour un temps d'admission doit être
20 déterminée indirectement par une intégration du débit d'air en fonction du temps.

Le débit ou masse d'air s'écoulant par unité de temps n'est pas constant pendant un temps de fonctionnement mais a une allure ondulée en fonction du temps en raison des mouvements d'ouverture et de fermeture différents des diverses soupapes d'admission ainsi
25 que des phénomènes de résonance se produisant dans la tubulure d'admission. Dans le cas d'un organe de mesure de masse d'air linéaire, dans lequel le signal de sortie électrique de l'organe de mesure est proportionnel au débit d'air, cette allure ondulée en fonction du temps
30 n'entraîne pas de difficultés parce que l'intégrale du signal électrique est également proportionnelle à l'intégrale du débit d'air (= masse d'air). Pour cette raison, cette intégrale peut servir directement à la commande de l'organe de temps d'une installation d'injection.

Cependant, la proportionnalité entre l'intégrale
35 du débit d'air et le signal électrique n'est en général plus vérifiée pour un compteur massique d'air non linéaire, par exemple pour un compteur massique d'air à fil chauffant. Des problèmes surgissent alors dans la mesure où ce défaut de proportionnalité ne peut pas être corrigé par un champ de caractéristiques stocké en mémoire parce que l'intégrale
40 du signal électrique f , qui est à son tour une fonction du flux d'air g ,

c'est-à-dire du temps t et des conditions de fonctionnement spécifiques X_i du moteur (X_1 = charge, X_2 = vitesse de rotation, etc.,) n'est pas une fonction unique des conditions de fonctionnement X_i . Elle ne peut donc pas être utilisée pour caractériser l'état du moteur à l'instant
 5 considéré et pour déterminer la quantité de carburant à doser :

$$I(X_1, X_2, \dots, X_i) = \int f[g(X_1, X_2, \dots, X_i, t)] dt$$

≠ fonction univoque ($X_1, X_2, \dots, X_i$)

En conséquence, l'invention pose le problème de
 10 transformer avec des moyens simples la fonction de transmission ou de transfert $f(g)$ du compteur massique d'air, de manière que l'intégrale I du signal de mesure électrique f ainsi modifié devienne une fonction univoque des conditions de fonctionnement spécifiques du moteur (vitesse de rotation, charge). La valeur de l'intégrale détermine alors, par
 15 l'intermédiaire d'un champ de caractéristiques, la quantité de carburant à doser.

La nature univoque de la valeur I de l'intégrale est évidemment garantie lorsque, comme c'est le cas pour les installations de dosage de carburant actuellement connues, le signal de mesure de
 20 masse d'air est rendu linéaire d'une façon se rapprochant le plus possible de l'idéal, de telle sorte qu'il y ait une proportionnalité exacte entre le débit d'air et le signal électrique rendu linéaire;

On connaît, d'après le brevet US 4 043 196, un montage donnant une correction linéaire maximale possible. Dans ce
 25 montage, un générateur de fonction est branché à la suite d'un compteur massique d'air à fil chauffant, ce générateur pouvant produire la fonction $(Y/Z)^n$ avec des valeurs Z et n réglables de façon définie.

Compte tenu de la fabrication en grande série des installations de dosage de carburant, l'utilisation de montages correc-
 30 teurs purement linéaires s'est révélée trop complexe et, par suite, trop onéreuse. Le problème se pose en outre de l'exactitude de la correction linéaire et, à cet égard, aussi la question de l'interchangeabilité possible des groupes individuels, sans que l'on ait à prendre des mesures d'étalonnage importantes.

Eu égard au problème posé, l'invention a pour but
 35 de modifier la caractéristique de transfert du compteur massique d'air simplement pour que le caractère univoque de la valeur de l'intégrale reste garanti. Il suffit donc de rendre la valeur du signal électrique du compteur massique d'air sensiblement linéaire (= quasi linéaire)
 40 en fonction du débit d'air dans la tubulure d'admission.

L'invention concerne à cet effet une installation du type ci-dessus caractérisé, en ce qu'entre le compteur massique d'air et l'organe accumulateur avec champ de caractéristiques, est branché le montage en série d'un organe correcteur tel que circuit de correction
5 préalable ou de correction linéaire et d'un organe sommateur tel qu'intégrateur ou compteur.

Pour réaliser cette correction quasi-linéaire, on peut faire appel à des montages électroniques simples et donc économiques à condition de garantir que le signal électrique intégré I ne
10 soit utilisé pour déterminer la quantité de carburant à injecter qu'après passage par l'intermédiaire d'un champ de caractéristiques.

L'invention sera mieux comprise en regard de la description ci-après et des dessins annexés représentant deux exemples de réalisation de l'invention, dessins dans lesquels :

- 15 - la figure 1a et la figure 1b sont des schémas d'ensemble par blocs de la partie électrique d'installations d'injection,
- la figure 2 est un diagramme représentant la caractéristique d'un compteur massique d'air à fil chauffant,
- la figure 3 représente la variation en fonction
20 du temps du débit d'air passant au compteur massique d'air et la variation correspondante, non proportionnelle, en fonction du temps de la tension électrique de sortie du compteur massique d'air ainsi que les surfaces d'intégration correspondantes,
- les figures 4a à 4c sont des graphiques destinés à expliquer le comportement de transmission lors d'une correction
25 quasi-linéaire correspondant au montage de la figure 1a,
- les figures 5a à 5c représentent l'adaptation de la caractéristique de transfert du montage de correction quasi-linéaire suivant la figure 1b (ici un convertisseur tension-fréquence non linéaire) à la caractéristique du compteur massique d'air à fil
30 chauffant,
- la figure 6 représente un premier exemple de réalisation de convertisseur tension-fréquence non linéaire,
- la figure 7 représente un second exemple de
35 réalisation d'un tel convertisseur.

La description ci-après concerne des exemples se rapportant à des installations d'injection de carburant. L'invention ne concerne cependant pas l'installation d'injection en tant que telle, mais premièrement la préparation et le traitement de la valeur d'un
40 signal se présentant sous forme analogique. Pour cette raison, l'inven-

tion peut aussi être mise en application, par exemple dans le cadre d'installations à carburateurs commandés ou d'installations d'injection Diesel.

Les figures 1a et 1b sont des schémas d'ensemble par blocs de la partie électrique d'installations d'injection. On a désigné par 10 un appareil de mesure de vitesse de rotation et par 11 un compteur massique d'air. Les deux sorties de ces appareils sont reliées directement ou indirectement à un organe de temps ou organe accumulateur 12 pour former des impulsions d'injection t_p destinées à une soupape d'injection 13. Entre le compteur massique d'air 11 et l'organe de temps 12 est disposé un montage en série comprenant soit un montage de correction quasi-linéaire 14a et un intégrateur 15a, soit un convertisseur tension-fréquence non linéaire 14b (corrigeant à peu près linéairement la caractéristique non linéaire du fil chauffant) et un compteur 14b. Les limites d'intégration de l'intégrateur 15a ainsi que les limites de comptage du compteur 15b sont déterminées par des signaux de l'appareil de mesure de vitesse de rotation 10.

Avec les montages représentés sur les figures 1a et 1b, on obtient dans l'intégrateur 15a ou dans le compteur 15b, une grandeur pouvant être associée de façon univoque à la masse d'air s'écoulant dans la tubulure d'admission à chaque temps de fonctionnement. A partir de la valeur finale se trouvant dans l'intégrateur ou dans le compteur ainsi que du signal de sortie de l'appareil de mesure de vitesse de rotation, on reprend une valeur d'injection appropriée, par exemple dans un champ de caractéristiques à trois dimensions contenu dans l'organe de temps 12. La ligne de liaison dessinée en trait interrompu entre l'organe de temps ou organe accumulateur 12 et la soupape d'injection 13 a pour but d'indiquer que l'on peut encore prévoir dans cette ligne des étages de correction, par exemple pour un enrichissement d'accélération.

La figure 2 représente la caractéristique d'un débitmètre d'air à fil chauffant. Sur le diagramme, on a reporté le signal de sortie du débitmètre d'air à fil chauffant en fonction de la masse d'air par unité de temps qui s'écoule dans la tubulure d'admission d'air. Le cas idéal serait d'avoir une droite initiale avec une pente ascendante. Pour diverses raisons, on ne peut cependant pas obtenir ce cas idéal, mais on a sensiblement une branche de parabole partant d'une valeur de tension du fil chauffant différente de zéro pour un débit massique d'air égal à zéro.

La figure 3 représente le problème qui se pose

pour la détermination correcte de la masse d'air dans le cas d'un comp-
teur massique d'air non linéaire. Dans le premier quadrant du système de
coordonnées, on a dessiné la caractéristique du fil chauffant. Dans le
second quadrant (en tournant à droite), on a représenté les variations
5 de la masse d'air effective dont la courbe représentative a une forme
ondulée en raison des mouvements d'ouverture et de fermeture différents
des diverses soupapes d'admission. La tension du fil chauffant représen-
tée dans le quatrième quadrant correspond à une transposition de la
masse d'air suivant la caractéristique représentée dans le premier
10 quadrant. La forme de la courbe est déformée par rapport à celle du
second quadrant. On a indiqué par des hachures l'intégrale en fonction
du temps pour les courbes de second quadrant et du quatrième quadrant.

Pour le traitement numérique des signaux, il s'est
révélé judicieux de reporter chaque débit d'air sur une grille de temps
15 et de faire la sommation des valeurs correspondantes après les avoir
multipliées par un intervalle de temps. L'erreur est visible dans ce cas
également en raison du défaut d'écart linéaire du fil chauffant.

Par suite du défaut de linéarité du compteur
massique d'air à fil chauffant, on peut avoir des significations doubles
20 pour chaque valeur intégrée, de sorte que des erreurs peuvent se produire
au cours du traitement ultérieur des signaux. La tâche d'éviter cela est
remplie par la correction quasi-linéaire effectuée au moyen du montage
de correction quasi-linéaire 14a suivant la figure 1a ou au moyen du
convertisseur tension-fréquence non linéaire 14a du montage suivant la
25 figure 1b. Le degré de correction linéaire dépend alors de la probabilité
d'apparition de significations doubles dans le signal de sortie de
l'intégrateur. Cela est mis en évidence en se référant aux diagrammes
des figures 4a à 4c et 5a à 5c. Les figures 4a à 4c représentent l'adap-
tation de la caractéristique de transfert du montage de corrections
30 quasi-linéaire suivant la figure 1a à la caractéristique du compteur
massique d'air à fil chauffant. Les figures 5a à 5c représentent l'adap-
tation de la caractéristique de transfert du montage de correction quasi-
linéaire se présentant sous forme d'un convertisseur tension fréquence
non linéaire correspondant au montage de la figure 1b à la caractéristique
35 du compteur massique d'air à fil chauffant. Sur la figure 4a ainsi que
sur la figure 4b, on a reporté le signal de sortie du compteur massique
d'air à fil chauffant en fonction du débit ou quantité d'air par unité
de temps qui s'écoule dans la tubulure d'admission. La figure 4b repré-
sente la caractéristique du montage de correction quasi-linéaire 14a
40 de l'objet de la figure 1a, de sorte que la tension de sortie, représentée

sur la figure 4c, du montage de correction quasi-linéaire 14a est reportée en fonction du débit d'air.

De façon similaire, on a reporté en fonction du débit d'air, sur la figure 5b le comportement de transfert du convertisseur tension-fréquence non linéaire 14b de l'objet de la figure 1b et, sur la figure 5c, le signal de sortie de ce convertisseur 14b.

On n'a pas donné d'exemple de réalisation du montage de correction quasi-linéaire 14a parce que les générateurs de fonction pour des niveaux de signaux analogues sont connus d'une façon générale et peuvent être réalisés, par exemple, au moyen de réseaux à diodes et résistances. Le dimensionnement doit être effectué en tout cas suivant le compteur massique d'air utilisé et ne peut donc pas être donné ici de façon forfaitaire.

Les figures 6 et 7 représentent deux exemples de réalisation de convertisseur tension-fréquence non linéaire.

Les parties principales du convertisseur tension-fréquence représenté sur la figure 6 sont un condensateur 20, un étage comparateur 21 ainsi qu'une bascule D 22. A partir d'une borne d'entrée 23, une résistance 24 est reliée à l'entrée négative de l'étage comparateur 21 ainsi qu'à une borne du condensateur 20 qui est en outre raccordé à la masse. L'entrée positive de l'étage comparateur 21 est reliée à la masse par l'intermédiaire du montage en parallèle d'un condensateur 25 et d'une résistance 26. Cette entrée est en outre reliée, par l'intermédiaire d'une résistance 27, à une source de tension de référence non désignée de façon particulière. Du côté de la sortie, l'étage comparateur 21 est raccordé à un conducteur positif 29 par l'intermédiaire d'une résistance 28 et il fournit simultanément le signal d'entrée destiné à la bascule D 22. Tandis que la sortie $\bar{Q}$ de cette bascule 22 est couplée avec une borne de sortie 30 du convertisseur tension-fréquence, le signal de la sortie Q commande un inverseur 31 par lequel les signaux de deux points de connexion 33 et 34 peuvent être envoyés au condensateur 20 par l'intermédiaire d'une résistance 32. Au point de connexion 33 est appliqué le signal d'une source de tension de référence 35. Le point de connexion 34 est relié au point de connexion de deux résistances 36 et 37 formant conjointement un diviseur de tension entre la borne d'entrée 23 et la masse.

Un point essentiel de l'objet de la figure 6 est constitué par la charge et la décharge du condensateur 20 en fonction du signal de sortie de la bascule D 22 au moyen de deux sources de signalisation (35 et 36, 37) indépendantes du reste de l'alimentation

électrique, la non linéarité du convertisseur tension-fréquence étant obtenue par la valeur de tension non constante régnant à l'entrée 34.

Le mode de fonctionnement du convertisseur tension-fréquence représenté sur la figure 6 est tel que la mise en circuit de l'étage comparateur 21 à chaque fois pour conséquence un changement de potentiel à la borne de sortie 30 du convertisseur. En raison de la charge et de la décharge du condensateur 20 commandées par le signal de sortie, la fréquence du signal de sortie est en relation définie avec le signal d'entrée analogique.

Avec l'objet de la figure 6, il y a une relation déterminée entre le changement du potentiel de sortie de l'étage comparateur 21, la fréquence de cadence commandant la bascule D 22, ainsi que l'instant de commutation de l'inverseur 31. Cette relation déterminée ne se révèle pas très profitable lorsqu'on désire une relation constante entre le signal d'entrée et le signal de sortie. Dans ce cas, il s'est révélé judicieux de compléter la bascule D 22 de la figure 6 pour obtenir un étage basculant monostable avec une base de temps à quantification numérique. Un exemple correspondant est représenté sur la figure 7.

La figure 7 s'inspire de la construction de la figure 6, la bascule D 22 représentée sur la figure 6 étant cependant remplacée par le montage en série d'un étage de synchronisation 40 et d'un étage basculant monostable 41 à fonctionnement numérique. L'étage de synchronisation 40 comporte deux inverseurs (déclencheurs de Schmitt) 42 et 43 branchés l'un à la suite de l'autre et disposés dans la ligne allant de la sortie de l'étage comparateur 21 à une entrée D d'une bascule D 44 de l'étage de synchronisation 40. Du côté de la sortie, cette bascule D est reliée à l'ensemble de l'étage basculant monostable avec le montage en série d'un étage basculant bistable 45, d'une bascule D 46, d'un compteur 47 et d'un dispositif décodeur 48. Les deux sorties de l'étage basculant bistable 45 sont combinées avec la bascule D suivante 46 ainsi qu'avec l'entrée de commande de l'inverseur 31. La sortie Q de la bascule D 46 est reliée à l'entrée de rappel du compteur 47. Le dispositif décodeur 48 est essentiellement constitué par une porte NON-ET 49 dont la sortie est reliée à la seconde entrée de l'étage basculant bistable 45. L'une des entrées de cette porte NON-ET 49 est encore combinée avec la première entrée de l'étage basculant bistable 45 à laquelle est aussi appliqué le signal de sortie de l'étage de synchronisation 40. Il en résulte que le dispositif décodeur 48 n'envoie une impulsion de rappel à la seconde entrée de l'étage basculant bistable 45 que si, au préalable, l'étage comparateur 21 et l'étage

de synchronisation 40 ont été commutés. A la sortie 30 est enfin relié un conducteur 50 partant de la borne MSB du compteur 57.

Dans l'objet de la figure 7, un élément essentiel est constitué par la bascule monostable réalisée au moyen du compteur et du dispositif décodeur, cette bascule pouvant donc fournir un temps de pause à quantification numérique correspondant à la fréquence de cadence. Avec cet étage basculant monostable on peut régler une durée d'impulsion, tandis que la durée de la période du signal de sortie régnant à la sortie 30 est fonction du signal régnant à la borne d'entrée 23.

Les deux convertisseurs tension-fréquence décrits précédemment se sont révélés extrêmement judicieux en liaison avec le montage représenté sur la figure 1b. En raison de la correction linéaire seulement partielle du signal de masse d'air et de la correction résiduelle effectuée dans l'organe de temps 12 par l'intermédiaire d'un champ de caractéristiques, il n'est pas nécessaire que la caractéristique de transfert corresponde à priori à une fonction mathématique précise. Il suffit qu'elle soit de nature strictement reproductible, ce qui s'est révélé avantageux dans l'intérêt d'une fabrication en série extrêmement économique.

REVENDICATIONS

1.- Installation pour produire un signal de dosage de carburant pour un moteur à combustion interne, comportant un compteur massique d'air non linéaire (11) ainsi qu'un étage producteur
5 de signaux de dosage contenant un organe accumulateur (12), installation caractérisée en ce qu'entre le compteur massique d'air (11) et l'organe accumulateur (12) avec champ de caractéristiques est branché le montage en série d'un organe correcteur tel que circuit de correction préalable ou de correction linéaire (14a, 14b) et d'un organe sommateur tel
10 qu'intégrateur (15a) ou compteur (15b).

2.- Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le degré de correction linéaire dépend de la probabilité ou de l'existence de doubles significations apparaissant dans le signal de sortie de l'intégrateur (15a) ou dans le niveau de
15 comptage final du compteur (15b) dans le cas d'un signal d'entrée non linéaire.

3.- Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le montage de correction linéaire est agencé sous forme de convertisseur tension-fréquence non linéaire (14b).

20 4.- Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le compteur massique d'air (11) comporte un fil chauffant et/ou un film chauffant.

5.- Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que le convertisseur tension-fréquence (14b) comporte
25 le montage en série d'un organe accumulateur (20), d'un étage comparateur (21) et d'un étage basculant (22, 41), le signal de sortie de l'étage basculant branche l'organe accumulateur sur les sources de charge et de décharge.

30 6.- Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'étage basculant (41) est constitué par un étage basculant monostable avec une base de temps quantifiable au moyen d'un circuit de comptage et de décodage.

7.- Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que le signal de décharge de l'organe accumulateur
35 (20) dépend du signal d'entrée du convertisseur tension-fréquence (14b).

FIG. 1a

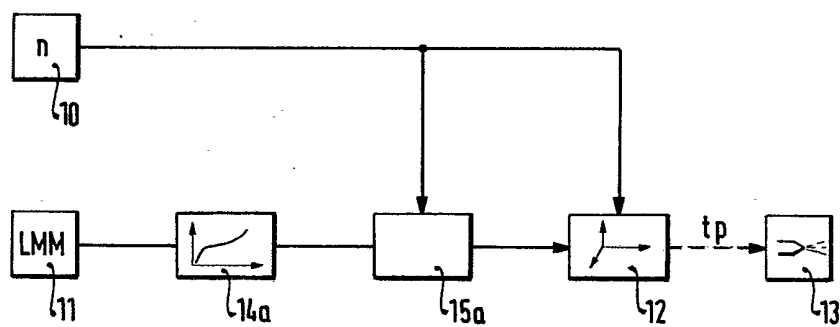
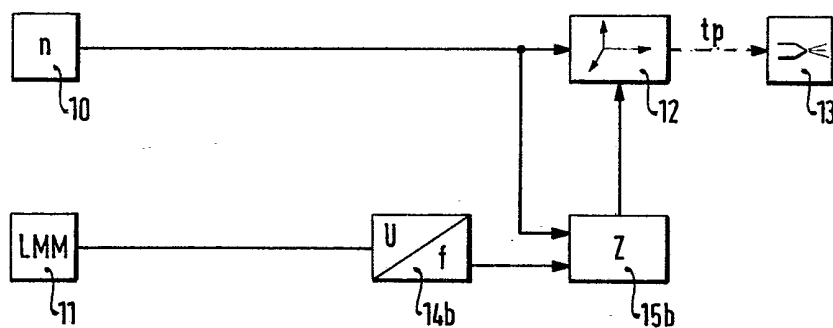


FIG. 1b



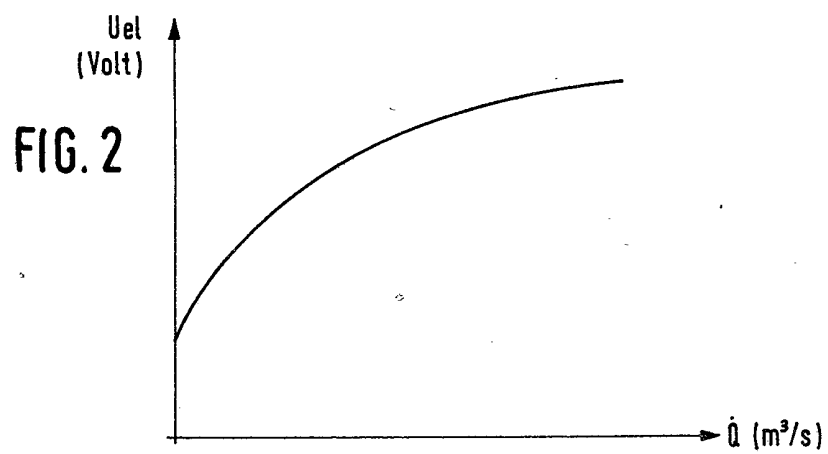


FIG. 4

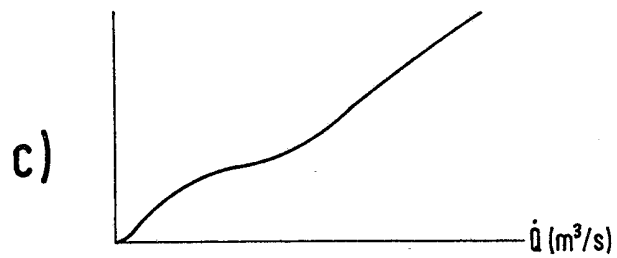
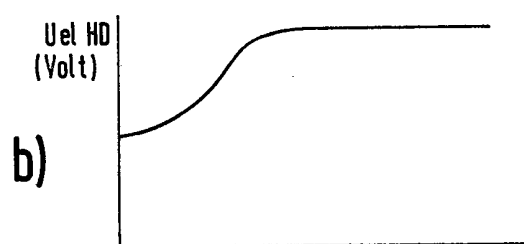
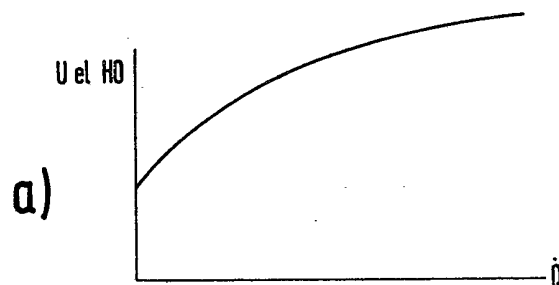


FIG. 3

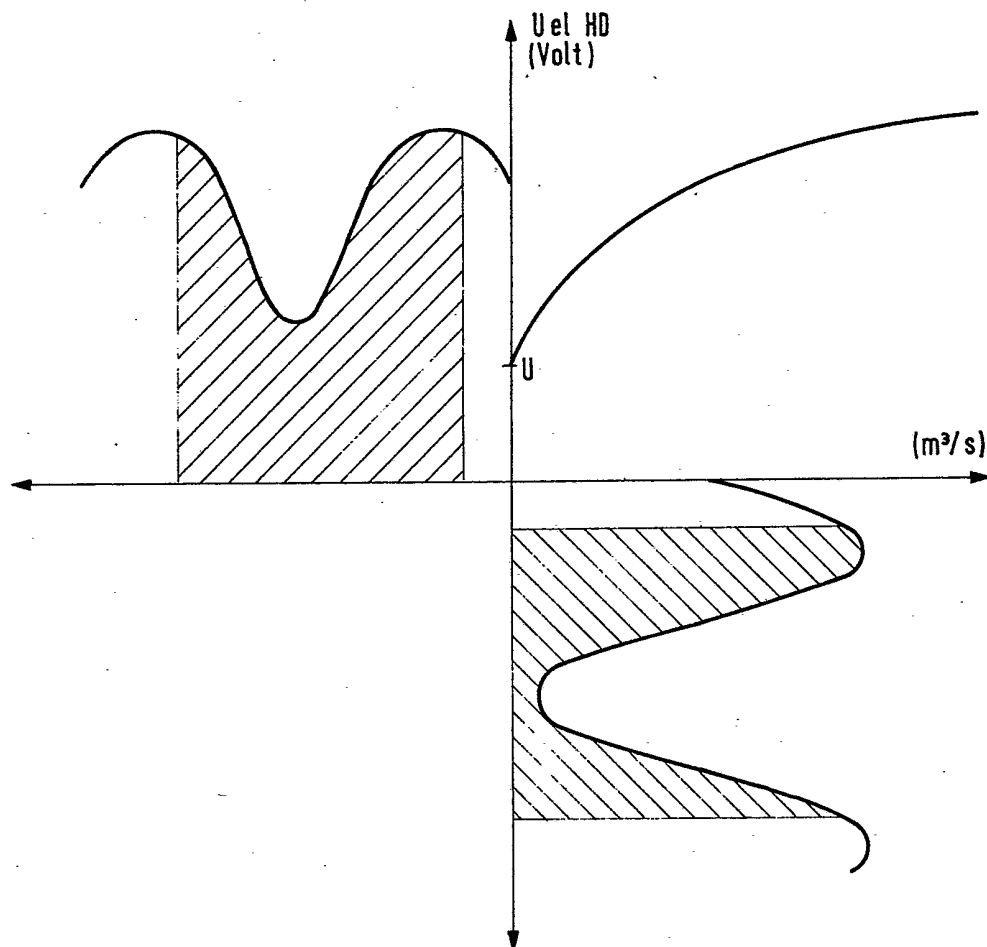


FIG. 5

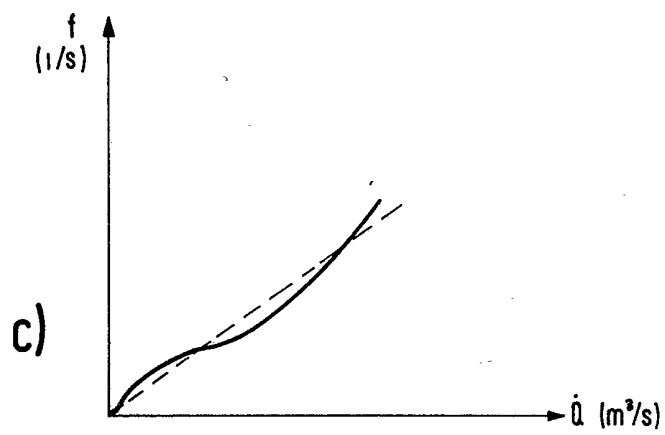
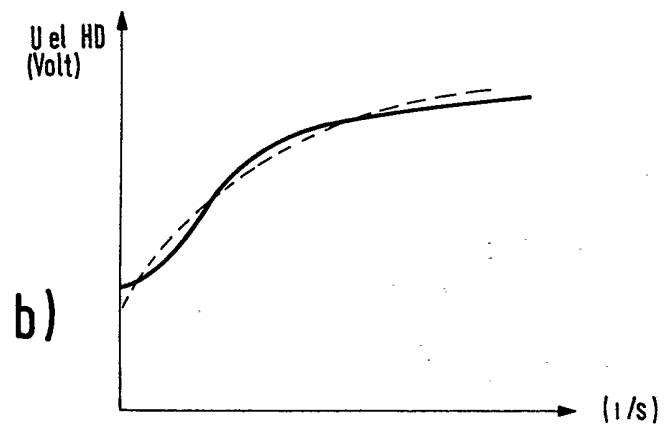
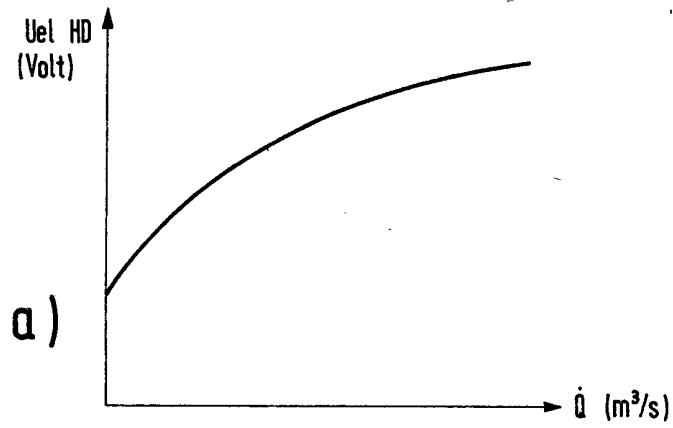


FIG. 6

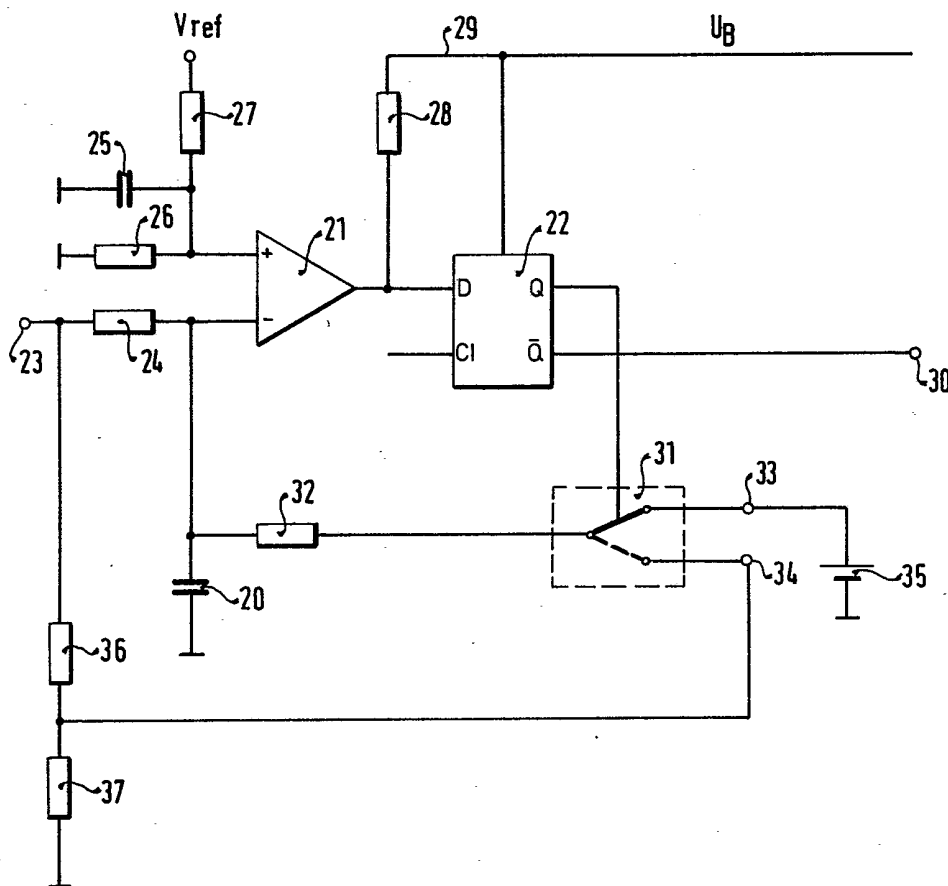


FIG. 7

