

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 14706

(54) Méthode de commande d'arrêt de trains en un point-cible.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 61 L 3/02; G 05 B 11/01.

(22) Date de dépôt..... 2 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 13 juillet 1979, n° 88117.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 5 du 30-1-1981.

(71) Déposant : Société dite : HITACHI, LTD., résidant au Japon.

(72) Invention de : Makoto Nohmi, Hirokazu Ihara et Masahiro Yasunami.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : R. G. Dupuy et J. M. L. Loyer,
14, rue La Fayette, 75009 Paris.

La présente invention concerne une méthode de commande d'arrêt des trains avec précision en un point-cible.

La méthode classique de commande d'arrêt des trains utilisant un dispositif de commande automatique (appelé 5 ci-après "dispositif ATO") pour arrêter un train ou un véhicule analogue est la suivante.

- [1] Des marqueurs de position sont placés en des positions en deçà du point-cible, comme transmetteurs pour informer le véhicule de la position de ce dernier.
- 10 [2] Le véhicule détecte sa position dès réception des signaux des marqueurs de position, et produit un type de vitesse décroissante (dénommé simplement ci-dessous, "type de vitesse").
- [3] Le véhicule effectue une commande ultérieure suivant 15 le type de vitesse pour décélérer et s'arrêter au point-cible.

Une méthode de commande typique et classique d'arrêt d'un train qui arrive en gare en un point-cible est décrite dans le mémoire descriptif du brevet US N°4.066.230 et 20 sera expliquée en se référant à la figure 1.

Sur cette figure 1, le dispositif ATO placé sur un train destiné à une gare S détecte son arrivée en un point A dès réception d'un signal provenant d'un marqueur de première position.

- 25 Suivant le signal de détection, le dispositif ATO produit un premier type de vitesse V_{p1} qui doit décélérer le train à raison de 2,5 km/h/sec à partir d'une vitesse initiale de 75 km/h, par exemple.

Comme le train roule de plus pour arriver en un point 30 B, sa vitesse actuelle coïncide avec le premier type de vitesse, de sorte que le dispositif ATO produise une commande de freinage pour décélérer le train suivant le premier type de vitesse V_{p1} . Quand le train en décélération atteint un point C, le dispositif ATO reçoit un signal 35 d'un marqueur de seconde position et est informé de l'arrivée au point C. Le dispositif ATO produit alors un second type de vitesse V_{p2} , suivant le signal de détection,

pour décélérer le train à raison de 1,5 km/h/sec à partir d'une vitesse initiale de 15 km/h, par exemple. Le dispositif ATO est adapté à faire une sélection de niveau plus élevé, c'est à dire à choisir le niveau plus

5 élevé entre les deux types de vitesse V_{P1} et V_{P2} . En conséquence, la commande est aiguillée de la commande suivante du premier type de vitesse à la commande suivante du second type de vitesse qui est de plus haut niveau. Le dispositif ATO agit donc pour décélérer le train selon

10 un type de vitesse V_{P2} et, quand il atteint un point D au voisinage du point-cible E, il détecte l'arrivée au point D dès réception d'un signal provenant d'un marqueur de troisième position placé en D. Dès réception de ce signal, le dispositif ATO envoie une commande de freinage

15 au dispositif de commande de la vitesse du train pour arrêter ce dernier au point-cible.

En se référant maintenant à la figure 2 qui représente une unité de commande d'arrêt de trains d'un dispositif ATO classique, un récepteur 20 reçoit un signal d'un

20 marqueur de position 10 et produit un signal de position PS. Ce signal de position PS est appliqué ainsi que des impulsions de distance ΔS produites par un tachygénérateur qui est un détecteur de la distance de roulement du véhicule à une unité arithmétique 40.

25 L'unité arithmétique 40 possède un dispositif de réglage 41 de la vitesse initiale et un dispositif de réglage 42 du taux de décélération qui établissent, respectivement, une vitesse initiale et un taux de décélération selon le signal de position PS émis du

30 récepteur 20. L'unité arithmétique 40 possède en outre un compteur d'impulsions de distance 43 qui calcule la distance de roulement à partir des impulsions de distance ΔS émises du tachygénérateur 30 et le signal de position PS. Cette distance de roulement calculée est appliquée

35 à un calculateur 44 du type de vitesse.

Un calculateur 46 de la vitesse présente calcule la vitesse réelle du train à partir de l'impulsion de distance

ce ΔS . Le calculateur 44 du type de vitesse produit un signal selon le signal de distance calculée, le signal de positionnement de la vitesse initiale et le signal de positionnement du taux de décélération, et l'applique
5 à un comparateur 45 qui produit une sortie de freinage sous forme d'une commande C proportionnelle à la différence entre le type de vitesse et la vitesse actuelle du train. La vitesse du train est commandée selon ce signal de commande C.

10 Dans la méthode classique de commande d'arrêt des trains selon le type de vitesse de niveau supérieur, le train peut être aisément arrêté de façon précise au point-cible, si la production du premier type de vitesse est correcte et convenable.

15 Cependant, si le dispositif de positionnement 41 de la vitesse initiale ne produit pas correctement le signal du premier type de vitesse, ou si le dispositif de positionnement 42 du taux de décélération ne fournit pas correctement le signal du premier type de vitesse, le premier type de
20 vitesse V_{P1A1} , représenté sur la figure 3, ou un type de vitesse V_{P1A2} , représenté sur cette même figure, se produisent. Dans un tel cas, le second type de vitesse V_{P2} ne prend pas le niveau supérieur par rapport au premier type de vitesse V_{P1A1} ou V_{P1A2} . Par conséquent, la commande
25 d'arrêt s'effectue pour régler la vitesse du train en fonction du premier type de vitesse V_{P1A1} ou V_{P1A2} , plutôt qu'en fonction du second type de vitesse, de sorte que le train roule trop loin par rapport au point-cible comme on le comprendra sur la figure 3.

30 Une solution au problème décrit ci-dessus de la technique antérieure est décrite dans le brevet japonais n°59409/1977, dans lequel le dispositif ATO reçoit un signal de position d'un marqueur de première ou de seconde position après que le train ait roulé dans une région de
35 commande d'arrêt prédéterminée et, si la vitesse du train est supérieure à une vitesse préétablie, ce dispositif ATO actionne un freinage d'urgence ou freinage normal

maximum ou, alternativement, actionne le freinage en plusieurs étapes selon la différence de vitesse, de manière à empêcher le train d'aller au delà de la limite imposée.

Cette méthode de commande peut arrêter le train en un point proche du point-cible même en cas d'un mauvais fonctionnement du dispositif de réglage de la vitesse initiale ou du dispositif de réglage du taux de décélération, parceque le frein est utilisé pour obliger le train à s'arrêter. Cependant, cette méthode ne peut pas encore arrêter le train précisément au point-cible, parceque la distance d'arrêt varie en fonction des conditions atmosphériques ou d'autres.

La présente invention a donc pour buts de proposer une méthode de commande d'arrêt des trains, capable d'arrêter de façon précise et sûre le train au point-cible quand la production du premier type de vitesse est correcte et, dans le cas contraire, d'arrêter le train précisément au point-cible, de manière à surmonter le problème décrit ci-dessus de la technique antérieure.

Dans ce but, l'invention propose de former un troisième type de vitesse présentant un taux de décélération supérieur à celui du premier type de vitesse, et d'utiliser les premier et troisième types de vitesse en sélection de niveau inférieur. La vitesse du train est commandée selon le premier ou le troisième type choisi. Ainsi, il est possible d'arrêter le train précisément au point-cible, même si la production du premier type de vitesse correcte a failli.

La figure 1 est un diagramme de distance-type de vitesse montrant un exemple d'une méthode de commande d'arrêt des trains, appliquée à un train arrivant en gare et utilisant un dispositif ATO classique;

La figure 2 représente une unité de commande d'arrêt des trains d'un dispositif ATO classique;

La figure 3 est un diagramme de distance-type de vitesse, destiné à expliquer la raison du dépassement qui intervient en utilisant le dispositif ATO classique;

La figure 4 est un diagramme de distance-type de vitesse, destiné à expliquer le principe de la présente invention;

La figure 5 est un schéma simplifié d'un dispositif ATO selon un premier mode de réalisation de l'invention où la commande d'arrêt des trains est modifiée en fonction du niveau supérieur ou inférieur du type de vitesse;

La figure 6 est un schéma simplifié d'un dispositif ATO selon un second mode de réalisation de l'invention où la commande d'arrêt des trains est modifiée quand la différence entre deux types de vitesse a atteint une valeur prédéterminée;

Les figures 7A et 7B sont des schémas simplifiés montrant des parties d'un dispositif ATO suivant un troisième mode de réalisation de l'invention selon lequel la commande par poursuite du type est modifiée en un point en deçà du point-cible où le type de vitesse vient prendre le niveau supérieur ou inférieur;

Les figures 7C et 7D représentent l'agencement des parties des figures 7A et 7B;

La figure 8 est un schéma simplifié d'un dispositif ATO suivant un quatrième mode de réalisation de l'invention selon lequel la commande de poursuite est modifiée en un point où les commandes pour poursuivre les types viennent prendre le même niveau; et

La figure 9 représente un autre exemple d'un générateur de type de vitesse, utilisé dans les premier, second et troisième modes de réalisation de l'invention.

En se référant particulièrement à la figure 4, on va décrire ci-dessous le principe de l'invention. Un premier type de vitesse, utilisé aussi dans la méthode de commande classique, est indiqué en V_{P1} qui est produit suivant un signal émis quand le train a passé un premier point A. Quand le réglage de la vitesse initiale du premier type de vitesse V_{P1} est erroné, un premier type V_{P1A1} se forme. Le symbole V_{P2} désigne un second type de vitesse présentant un taux de décélération inférieur

à celui du premier type de vitesse V_{p1} . Ce second type de vitesse V_{p2} est produit suivant un signal émis quand le train a passé un second point C. Le symbole V_{p3} représente un troisième type de vitesse particulier à la méthode 5 de l'invention et présentant un taux de décélération supérieur à celui du premier type de vitesse V_{p1} . Sur la figure 3, le troisième type V_{p3} est produit suivant un signal engendré quand le train passe le second point C. Cela n'est cependant pas exclusif et le troisième 10 type de vitesse V_{p3} peut être formé selon un signal provenant d'un marqueur de troisième position placé entre le premier et le second point A et C ou entre le second point C et le point-cible E.

On utilise de préférence la logique de sélection 15 suivante pour déterminer quel type de vitesse V_{p1} , V_{p2} ou V_{p3} la commande de vitesse du train doit suivre.

[1] La sélection entre les premier et second types de vitesse se fait selon la sélection de niveau supérieur comme dans le cas de la commande classique. Sur la figure 4, 20 les types de vitesse V_{p1} et V_{p2} se croisent l'un l'autre en un point Q. Ainsi, le premier type de vitesse V_{p1} prend le niveau supérieur dans la région située entre le premier point A et le point Q, tandis que dans la région entre le point Q et le point-cible, le second 25 type de vitesse V_{p2} prend le niveau supérieur, par rapport à l'autre type.

[2] La sélection entre le troisième type et le premier ou second type se fait selon la sélection de niveau inférieur. Quand tous ces types de vitesse [premier, second et 30 troisième] sont corrects, ils sont représentés, respectivement par V_{p1} , V_{p2} et V_{p3} , de sorte que les types de vitesse V_{p1} , V_{p2} prennent toujours le niveau inférieur par rapport au troisième type de vitesse V_{p3} . Dans le cas où la vitesse initiale du premier type est erronée pour 35 former un premier type de vitesse V_{p1A} , les types de vitesse V_{p1A} et V_{p3} se croisent en un point R. Dans un tel cas, le type de vitesse V_{p1A} est choisi de niveau inférieur

dans la région située entre le premier point A et le point R, tandis que dans la région entre le point R et le point-cible E, le type de vitesse V_{P3} est choisi de niveau inférieur. La vitesse du train est commandée
5 par poursuite du type de vitesse ainsi choisi.

En se référant particulièrement à la figure 4, on va expliquer comment se fait la commande de la vitesse actuelle du train.

On suppose ici que le train passe le premier point
10 A à une vitesse V_0 et que le premier signal de positionnement soit produit.

(A) Formation correcte du premier type de vitesse V_{P1} .

Dans ce cas, la commande de poursuite s'effectue pour décélérer la vitesse du train suivant le premier
15 type de vitesse V_{P1} . Alors, quand le train passe le second point, le dispositif ATO produit les second et troisième types de vitesse V_{P2} et V_{P3} dès réception du second signal de positionnement. La logique de sélection mentionnée précédemment est exercée. C'est à dire que les
20 types de vitesse V_{P1} et V_{P2} sont de niveau inférieur par rapport au type de vitesse V_{P3} . Aussi, dans la région située entre le second point et le point Q, le type de vitesse V_{P1} est de niveau supérieur par rapport au type de vitesse V_{P2} . En outre, le type de vitesse V_{P2} est de
25 niveau supérieur par rapport au type de vitesse V_{P1} . Par conséquent, la vitesse du train est commandée et la décélération s'effectue selon le type de vitesse V_{P1} jusqu'à ce que le train vienne à proximité du point Q. Ensuite, le type de commande passe du type V_{P1} au
30 type V_{P2} dans la zone proche du point Q pour décélérer le train jusqu'à son arrêt total. Dans ce cas, la vitesse actuelle du train suit une courbe V_T . Grâce à cette commande, il est possible d'arrêter le train avec précision et aisément au point-cible.

35 (B) Formation d'une erreur dans la vitesse initiale du premier type de vitesse.

Dans ce cas, le type de vitesse V_{P1A} est produit, et

le train est décéléré selon ce type. Les troisième et second types de vitesse V_{P2} et V_{P3} sont produits selon le second signal de positionnement. La logique de sélection mentionnée précédemment est alors adoptée.

- 5 C'est à dire, que le type de vitesse V_{P1A} est toujours de niveau supérieur par rapport au type de vitesse V_{P2} . Dans la région située entre le second point C et le point R, le type de vitesse V_{P1A} est de niveau inférieur par rapport au type de vitesse V_{P3} . En outre, 10 dans la région entre le point R et le point-cible E, le type de vitesse V_{P3} est choisi de niveau inférieur par rapport au type de vitesse V_{P1A} . Par conséquent, le train est décéléré suivant le type de vitesse V_{P1A} jusqu'à ce qu'il atteigne un point proche du point R, 15 mais le type de vitesse passe de V_{P1A} à V_{P3} au point proche du point R et le train est décéléré et arrêté suivant ce type de vitesse V_{P3} . Dans ce cas, la vitesse du train suit actuellement une courbe V_T représentée par un trait discontinu sur la figure. 20 Comme la vitesse du train suit finalement le type de vitesse V_{P3} , il est possible d'arrêter le train précisément au point-cible.

Dans l'explication précédente, les types de vitesse V_{P2} et V_{P3} sont produits dès réception du second signal 25 de positionnement. Cependant, ce système n'est pas exclusif, et il est possible d'obtenir le troisième type de vitesse selon un troisième signal de positionnement produit d'un troisième marqueur placé en un troisième point plus proche du point-cible que le premier point, 30 en obtenant le second type de vitesse selon le second signal de positionnement.

En se référant aux dessins, on va décrire ci-dessous des modes de réalisation préférés de l'invention. Ce mémoire descriptif décrit quatre modes de réalisation 35 préférés et représentés, respectivement, sur les figures 5 à 8. La différence entre ces modes de réalisation réside dans la synchronisation à laquelle la commande de

poursuite passe d'un type de vitesse à l'autre.

Plus particulièrement, dans le premier mode de réalisation représenté sur la figure 5, l'aiguillage s'effectue au moment où le second ou le troisième type de vitesse vient prendre le niveau supérieur ou inférieur.

Dans le second mode de réalisation représenté sur la figure 6 l'aiguillage s'effectue au moment où la différence entre le second ou le troisième type de vitesse et le premier type de vitesse atteint une valeur prédéterminée.

Dans le troisième mode de réalisation représenté sur la figure 7, l'aiguillage s'effectue en un point situé à une distance prédéterminée en deçà d'un point où le second ou le troisième type de vitesse vient prendre le niveau supérieur ou inférieur.

Dans le quatrième mode de réalisation représenté sur la figure 8, l'aiguillage s'effectue à un moment où la commande de poursuite du premier type de vitesse vient prendre le même niveau que la commande de poursuite du second ou du troisième type de vitesse.

[1] Mode de réalisation 1

La figure 5 montre le premier mode de réalisation de l'invention selon lequel la commande de poursuite est aiguillée vers le second ou troisième type de vitesse au moment où le second ou le troisième type de vitesse vient prendre le niveau supérieur ou inférieur.

Sur cette figure, les références 10, 11 désignent des marqueurs de repérage et la référence 20 un récepteur. En 30 se trouve un tachygénérateur et en 400 une unité arithmétique. La référence 50 désigne un dispositif d'entrée, la référence 60 un circuit de sélection du niveau inférieur et la référence 70 un dispositif de commande de vitesse du train. L'unité arithmétique 400 comporte un premier, second et troisième calculateur du type de vitesse 410, 420 et 430, un sélecteur 450, un calculateur de la vitesse actuelle 460 et un calculateur de commande de la vitesse 470. Le calculateur 410 du

type de vitesse comprend un dispositif de réglage 411 de la vitesse initiale et un dispositif de réglage 412 du taux de décélération, un compteur 413 d'impulsions de distance et un circuit calculateur 414 du type de
 5 vitesse. De la même façon, le calculateur 410 du type de vitesse comprend un dispositif de réglage 421 de vitesse initiale, un dispositif de réglage 422 du taux de décélération, un compteur d'impulsions de distance 423 et un circuit calculateur 424 du type de vitesse. Le calcula-
 10 teur 430 comprend aussi des dispositifs de réglage 431, 432, un compteur d'impulsions de distance 433 et un circuit calculateur 434 du type de vitesse.

Quand le train commence à rouler, le dispositif d'entrée 50 émet un signal de restauration R. Les compteurs
 15 d'impulsions de distance 413, 423 et 433 des premier, second et troisième calculateurs du type de vitesse sont remis à zéro par ce signal de restauration R.

Les valeurs V_{10} , V_{20} , V_{30} , β_1 , β_2 , β_3 et V_{M0} sont déterminées d'avance comme suit, par rapport à la figure 4.

20 C'est à dire que la vitesse initiale du premier type de vitesse V_{P1} est déterminée à un niveau qui est une valeur préétablie au dessus de la vitesse maximale à laquelle le train passe le premier point.

L'opération arithmétique s'effectue selon l'équation
 25 suivante [1] qui représente la distance entre un point X et le premier point y_{1x} .

$$\beta_1 = \frac{V_{10}^2}{2y_{1x}} \dots\dots\dots [1]$$

30

Le taux de décélération β_1 est déterminé suivant l'équation [1] ci-dessus.

Les taux de décélération β_2 et β_3 sont déterminés supé-
 35 rieurs à β_1 . Les opérations arithmétiques qui représentent la distance entre le second point et le point-cible y_{20} se font selon les équations [2] et [3] suivantes.

$$v_{20} = \sqrt{2 \beta_2 y_{20}} \dots\dots\dots (2)$$

$$v_{30} = \sqrt{2 \beta_3 y_{20}} \dots\dots\dots (3)$$

5

Les vitesses initiales v_{20} et v_{30} des second et troisième types de vitesse sont déterminées selon les équations (2) et (3) ci-dessus. D'autre part, une vitesse fictive v_{M0} est déterminée à un niveau considéra-

10 blement plus grand que celui de la vitesse v_{10} .
 Quand le train roule en un point en deçà du premier point, les compteurs d'impulsions de distance 413, 423 et 433 ne font aucune opération de comptage, et les sorties S_1 , S_2 et S_3 de ces circuits sont maintenues au
 15 niveau zéro. Le circuit calculeur 414 du type de vitesse produit, quand le signal S_1 est au niveau zéro, une vitesse fictive v_{M0} comme vitesse v_{P1} . De la même façon, quand les signaux S_2 et S_3 prennent le niveau zéro, les circuits calculeurs 424, 434 du type de vitesse produi-
 20 sent zéro et v_{M0} comme vitesses v_{P2} et v_{P3} . Puisque la sélection entre les types de vitesse v_{P1} et v_{P2} se fait selon la sélection de niveau supérieur, et puisque la sélection entre les types de vitesse v_{P1} ou v_{P2} et v_{P3} se fait par sélection de niveau inférieur, le sélecteur
 25 450 réalise une opération arithmétique selon l'équation (4) suivante.

$$v_p = \min \left\{ \max [v_{P1}, v_{P2}], v_{P3} \right\} \dots (4)$$

30 Une opération arithmétique suivant l'équation (5) représentée ci-dessous peut être faite à la place de l'équation (4).

$$v_p = \max \left\{ \min [v_{P1}, v_{P3}], v_{P2} \right\} \dots (5)$$

35

Dans ces équations, le terme $\max [A, B]$ signifie une logique pour choisir la valeur la plus élevée entre A et B

tandis que le terme $\min [A, B]$ représente une logique pour choisir la valeur la plus basse entre A et B. C'est à dire que lorsque la valeur de A est supérieure à celle de B, $\max [A, B]$ et $\min [A, B]$ sont, respectivement, A et B.

Si l'on substitue $V_{P1}=V_{MO}$, $V_{P2}=0$ et $V_{P3}=V_{MO}$ à l'équation [4], $V_P=V_{MO}$, de sorte que le sélecteur 450 produise V_{MO} comme sortie. Les impulsions de distance ΔS , émises comme sorties du tachygénérateur 30, sont appliquées au calculateur 460 et sont transformées en vitesse actuelle V_T du train. Ensuite, le circuit de commande de vitesse 470 effectue une opération selon l'équation [6] suivante, à partir de V_P et de la vitesse actuelle du train V_T .

$$Cs = (V_P - V_T) G - B_0 \dots\dots\dots [6]$$

En conséquence, l'ordre de commande Cs est obtenu. Dans l'équation [6] précédente, les symboles G et B_0 représentent respectivement la constante de gain de commande et la pente de freinage.

Si $V_P=V_{MO}$, l'ordre de commande Cs prend une grande valeur positive pour actionner le train, parceque la vitesse fictive V_{MO} est beaucoup plus grande que la vitesse actuelle V_T .

Le symbole Cx représente un ordre de commande pour effectuer une commande de poursuite suivant une vitesse à atteindre, déterminée par le dispositif ATO et les instructions de commande données par la gare. Dans la région en deçà du premier point, l'ordre de commande prend habituellement une valeur plus petite que l'ordre de commande Cs. Par exemple, quand le train roule à une vitesse qui suit sensiblement la vitesse visée, l'ordre de commande Cx prend sensiblement le niveau zéro et, est donc beaucoup plus petit que Cs.

Le sélecteur 60 de niveau inférieur fonctionne de manière à choisir l'un des deux ordres Cx ou Cs selon une logique de sélection de niveau inférieur. Par conséquent,

quand le train se trouve en un point en deçà du premier point, le dispositif de commande 70 de la vitesse du train reçoit l'ordre C_x qui est plus petit que l'ordre C_s . La vitesse du train est donc commandée en repérant la vitesse visée avant que le train passe le premier point.

Quand le train roule vers le premier point, le récepteur 20 reçoit un signal d'un marqueur de première position 10 situé au premier point. Le récepteur 20 applique alors un signal de position PS1 au premier calculateur 410, de sorte que le dispositif de réglage 411 de la vitesse initiale et le dispositif de réglage 412 de décélération du calculateur 410 établissent la vitesse initiale V_{10} et le taux de décélération β_1 selon le signal de position PS1. Plus concrètement, le récepteur 20 réalise une discrimination de fréquence pour le signal provenant du marqueur de position 10, et le dispositif de réglage 411 de la vitesse initiale ainsi que le dispositif de réglage 412 du taux de décélération établissent la vitesse initiale et le taux de décélération selon le signal PS1 correspondant à la fréquence discriminée. Le compteur 413 d'impulsions de distance, remis à zéro, commence le comptage des impulsions de distance ΔS débitées du tachygénérateur 30 dès réception du signal de position PS1, et calcule la distance de translation S_1 entre le premier point et la position instantanée du train. Le circuit calculateur du type de vitesse calcule la vitesse V_{P1} à des moments successifs à partir de la vitesse initiale V_{10} , du taux de décélération β_1 et de la distance de translation S_1 , selon l'équation [7] suivante.

$$V_{P1} = \sqrt{V_{10}^2 - 2 \beta_1 S_1} \dots\dots\dots [7]$$

La vitesse est donc transformée de V_{M0} en V_{P1} qui est déterminé selon l'équation [7] précédente. Pendant ce temps là, les vitesses V_{P2} et V_{P3} sont maintenues, respectivement, à 0 et V_{M0} . Par conséquent, la vitesse V_p est déterminée à partir de l'équation [4] mentionnée ci-dessus, selon l'équation [8] suivante.

$$V_P = \min \left\{ \max \left[\sqrt{V_{10}^2 - 2\beta_1 S_1}, 0 \right], V_{M0} \right\} \dots [8]$$

En soumettant l'équation [6] à cette équation [8], la
5 sortie Cs du calculateur 470 de commande de vitesse du
train devient donc

$$Cs = \left[\sqrt{V_{10}^2 - 2\beta_1 S_1} - V_T \right] G - B_0 \dots [9]$$

10 Par conséquent, quand la vitesse du train approche le
type de vitesse V_{P1} , la valeur de l'ordre de commande Cs
diminue graduellement à partir d'une valeur positive et
vient prendre une valeur négative. C'est à dire que l'ordre
Cs passe d'une instruction de grande puissance à une
15 instruction de faible puissance pour atteindre ensuite
une instruction de freinage de niveau croissant. A
l'instant où la valeur de l'ordre de commande Cs est
devenue inférieure à celle de l'ordre de commande Cx, la
vitesse du train est commandée suivant le type de vitesse
20 V_{P1} .

Quand le train décélère suivant le type de vitesse
normale V_{P1} et atteint un second point, le récepteur
20 reçoit un signal de seconde position PS2 provenant
d'un marqueur 11 de seconde position placé au second
25 point, et applique ce signal PS2 aux second et troisième
calculateurs 420 et 430 qui fonctionnent de la même manière
que le calculateur 410.

C'est à dire que les dispositifs de réglage 421, 431
de la vitesse initiale et les dispositifs de réglage 422,
30 432 du taux de décélération établissent les vitesses
initiales V_{20} , V_{30} et les taux de décélération β_2 , β_3
selon le signal de position PS2. De la même façon, les
compteurs 423, 433 d'impulsions de distance -qui ont été
remis à zéro- commencent à compter les impulsions de distan-
35 ce ΔS pour calculer les distances S_2 et S_3 . Les signaux
 S_2 et S_3 représentent la distance entre le second point
que le train vient de passer et la position instantanée du

train, et sont égaux l'un à l'autre en fonctionnement normal.

Le circuit calculateur 424 du type de vitesse calcule la vitesse v_{P2} à des moments successifs du second type de vitesse V_{P2} , à partir de la vitesse V_{20} , du taux de décélération β_2 et de la distance S_2 selon l'équation [10] suivante.

$$v_{P2} = \sqrt{V_{20}^2 - 2 \beta_2 S_2} \dots\dots\dots [10]$$

De la même façon, le calculateur du type de vitesse réalise une opération arithmétique selon l'équation [11] suivante.

$$v_{P3} = \sqrt{V_{30}^2 - 2 \beta_2 S_2} \dots\dots\dots [11]$$

Comme on peut s'en rendre compte sur la figure 4, la relation V_{P1} , V_{P2} , V_{P3} est toujours établie quand les types de vitesse V_{P1} , V_{P2} et V_{P3} sont bons. Par conséquent, le sélecteur 450 fournit la sortie v_P suivant l'équation [4], comme on la représente dans l'équation [12] ci-dessous.

$$\begin{aligned} v_P &= \min \max [v_{P1}, v_{P2}], v_{P3} \\ &= \max [v_{P1}, v_{P2}] \\ &= \max [\sqrt{V_{10}^2 - 2 \beta_1 S_1}, \sqrt{V_{20}^2 - 2 \beta_2 S_2}] \dots [12] \end{aligned}$$

Ensuite, la sortie du sélecteur 450 est commutée de V_{P1} en V_{P2} à un moment où le second type de vitesse V_{P2} est devenu supérieur au premier type de vitesse V_{P1} , c'est à dire au point Q. Par conséquent, la sortie Cs du calculateur 470 d'ordre de commande de vitesse du train prend une valeur donnée par les équations suivantes [13] et [14], respectivement, avant et après la commutation.

$$Cs = [\sqrt{v_{10}^2 - 2 \beta_1 s_1 - v_T}] G - Bo \dots\dots [13]$$

$$Cs = [\sqrt{v_{20}^2 - 2 \beta_2 s_2 - v_T}] G - Bo \dots\dots [14]$$

5

Le sélecteur 60 de niveau inférieur produit la sortie Cs avant et après la commutation, parceque le niveau Cs est inférieur au niveau Cx avant et après la commutation du type.

10 Par conséquent, la vitesse du train est commandée suivant le type de vitesse V_{p1} jusqu'au moment où ce dernier vient prendre le niveau inférieur au type de vitesse V_{p2} et, ensuite, le train est décéléré et arrêté selon le type de vitesse V_{p2} .

15 On va supposer maintenant que le dispositif de réglage de vitesse initiale a positionné de façon erronée V_{10A} pour la vitesse initiale V_{10} . Dans ce cas, la sortie du circuit calculateur 414 est donnée par l'équation [15] suivante, en remplaçant V_{10} de l'équation [7] par

20 V_{10A} .

$$v_{p1} = \sqrt{[V_{10A}]^2 - 2 \beta_1 s_1} \dots\dots\dots [15]$$

De la même façon, en substituant l'équation [15],

25 $v_{p2} = 0$ et $v_{p3} = V_{M0}$ dans l'équation [4], la sortie v_p du sélecteur 450 est donnée par l'équation [16] suivante.

$$v_p = \sqrt{[V_{10A}]^2 - 2 \beta_1 s_1} \dots\dots\dots [16]$$

30 De plus, en substituant l'équation [16] à l'équation [6], la sortie Cs du calculateur 470 d'ordre de commande est donnée par l'équation [17] suivante.

$$Cs = [\sqrt{[V_{10A}]^2 - 2 \beta_1 s_1 - v_T}] G - Bo \dots\dots [17]$$

35

Dans ce cas, l'ordre de commande de vitesse Cs est réduit graduellement d'un niveau positif à un niveau négatif,

quand le type de vitesse approche le type erroné V_{P1A} après le passage du train au premier point. C'est à dire que l'ordre de commande Cs passe d'une instruction de grande puissance à une instruction de plus petite puissance et ensuite d'une instruction de faible freinage pour atteindre finalement une instruction de freinage plus important. A l'instant où l'ordre de commande Cs est devenu inférieur à l'ordre de commande Cx, le sélecteur de niveau inférieur 60 produit Cs comme sortie, de sorte que la vitesse du train soit ensuite commandée par repérage du type de vitesse V_{P1A} .

Quand le train est décéléré suivant le type de vitesse V_{P1A} et atteint le second point, les circuits calculateurs 424, 434 du type de vitesse produisent des sorties v_{P2} , v_{P3} selon les équations précédentes [10], [11].

Comme on peut le voir sur la figure 4, le type erroné de vitesse V_{P1A} prend toujours le haut niveau par rapport au second type de vitesse V_{P2} , de manière à toujours maintenir la relation $V_{P2} < V_{P1}$.

Par conséquent, la sortie v_P du sélecteur 450 est donnée dans l'équation [18] suivante, à partir de l'équation [4] ci-dessus.

$$\begin{aligned}
 v_P &= \min \left\{ \max [v_{P1}, v_{P2}], v_{P3} \right\} \\
 &= \min [v_{P1}, v_{P3}] \\
 &= \min \left[\sqrt{(V_{10A})^2 - 2 \beta_1 s_1}, \sqrt{v_{30}^2 - 2 \beta_3 s_3} \right] \\
 &\dots\dots [18]
 \end{aligned}$$

La sortie du sélecteur 450 est donc commutée du type de vitesse V_{P1A} au type de vitesse V_{P3} au moment où le troisième type de vitesse V_{P3} est devenu inférieur au premier type de vitesse V_{P1A} , c'est à dire au point R. Par conséquent, le calculateur 470 d'ordre de commande de vitesse produit la sortie Cs, exprimée dans les équations

suivantes (19) et (20) avant et après la commutation.

$$Cs = [\sqrt{(V_{10A})^2 - 2 \beta_1 S_1 - V_T}] G - Bo \dots\dots [19]$$

$$5 \quad Cs = [\sqrt{V_{30}^2 - 2 \beta_3 S_3 - V_T}] G - Bo \dots\dots\dots [20]$$

Comme l'ordre de commande Cs est plus petit que Cx même après le passage du second point, le sélecteur 60 de niveau inférieur produit une sortie Cs. Par conséquent, jusqu'au moment où le type de vitesse V_{P3} est inférieur à V_{P1A} , la vitesse du train est commandée suivant le type de vitesse V_{P1A} , et ensuite elle suit le type de vitesse V_{P3} .

Selon ce premier mode de réalisation, la vitesse du train est donc commandée suivant le second type de vitesse de sorte que le train puisse être arrêté de façon précise et sûrement au point-cible, si le premier type de vitesse est correct. Dans le cas où il se produit un mauvais premier type de vitesse, la vitesse du train est commandée suivant le troisième type, de sorte que le train puisse être arrêté précisément au point-cible.

[2] Mode de réalisation 2

La figure 6 montre un second mode de réalisation de l'invention selon lequel la commande est commutée au second ou au troisième type de vitesse, au moment où une différence prédéterminée se forme entre le premier type et le second ou troisième type. Ce mode de réalisation offre une aisance plus élevée au moment de la commutation du mode de commande, par rapport au premier mode de réalisation selon lequel la commutation se fait quand deux types se sont égalés l'un l'autre.

Le second mode de réalisation de l'invention qui sera expliqué ci-dessous en se référant particulièrement à la figure 6, diffère du premier mode de réalisation décrit sur la figure 5 en ce qu'une combinaison de registres 491, 492, d'un circuit de décision 451 et d'un circuit de sélection 452 est utilisée à la place du sélecteur 450 de

l'unité arithmétique 400 du premier mode, et en ce que les registres 491, 492 sont adaptés à recevoir des vitesses de polarisation v_{P120} , v_{P130} du dispositif d'entrée 51 pour permettre de réaliser la commande suivante.

5 Tout d'abord, la relation entre l'aisance et la différence de niveau entre les premier et second types de vitesse v_{P1} , v_{P2} au moment de la commutation du type se fait par des expériences ou analogues. Cette valeur est exprimée par v_{P120} . De la même façon, la relation entre
 10 l'aisance et la différence de niveau entre les types de vitesse v_{P1} et v_{P3} est déterminée au préalable. Cette valeur est représentée par v_{P130} . Ces valeurs v_{P120} et v_{P130} sont préétablies dans les registres 491, 492 au moyen du dispositif d'entrée 51. Les calculateurs du type de vitesse 410,
 15 420 et 430 réalisent l'opération de la même façon que précédemment en se référant à la figure 5, et produisent v_{P1} , v_{P2} et v_{P3} .

Le circuit de décision 451 fait un calcul selon l'équation (21) suivante.

20

$$v_{PSEL} = \min \left\{ \max [v_{P1}, v_{P2} + v_{P120}], v_{P3} - v_{P130} \right\} \dots\dots [21]$$

Le circuit de décision 451 décide alors si les condi-
 25 tions données par les équations suivantes (22), (23) et (24) sont remplies.

$$v_{PSEL} = v_{P1} \dots\dots\dots [22]$$

30 $v_{PSEL} = v_{P2} + v_{P120} \dots\dots\dots [23]$

$$v_{PSEL} = v_{P3} - v_{P130} \dots\dots\dots [24]$$

Le circuit de décision 451 délivre alors au circuit de
 35 sélection 452 un signal SEL qui représente que la vitesse v_{P1} , v_{P2} ou v_{P3} doit être choisie quand l'équation (22), (23) ou (24) est remplie.

Le circuit de sélection 452 choisit ensuite l'une de ces trois vitesses v_{p1} , v_{p2} ou v_{p3} comme vitesse v_p qui est alors appliquée au calculateur 470 d'ordre de commande de vitesse pour y être traitée de la même façon que dans le premier mode de réalisation, de manière à être utilisée dans la commande de vitesse du train. Par exemple, v_{p120} et v_{p130} sont choisies pour être égales respectivement à 0,5 km/h/sec et 1 km/h/sec.

Ainsi, il est possible de commuter la commande du premier type de vitesse en second ou troisième type au moment où la différence entre le premier et le second ou troisième types a atteint une valeur prédéterminée.

(3) Mode de réalisation 3

Les figures 7A, 7B et 7C représentent un troisième mode de réalisation de l'invention dans lequel l'aisance est améliorée en adoptant une commande telle que la commutation du premier type de vitesse au second ou troisième type est réalisée en un point y_0 en deçà du point où le second ou troisième type de vitesse vient prendre le niveau supérieur ou inférieur au premier type. La distance y_0 est obtenue expérimentalement du point de vue de l'amélioration de l'aisance.

La valeur de la distance y_0 est préétablie dans les registres 415, 425 et 435 au moyen du dispositif d'entrée 52. Ensuite, comme dans le cas du premier mode de réalisation expliqué sur la figure 5, les vitesses v_{p1} , v_{p2} et v_{p3} sont déterminées expérimentalement par la combinaison des circuits 411, 412, 413, 414, la combinaison des circuits 421, 422, 423, 424 et la combinaison des circuits 431, 432, 433, 434, respectivement, et sont appliquées à un sélecteur 452 identique à celui du second mode de réalisation. Les circuits 417, 427, 437 ont la même fonction que les circuits 414, 424, 434. Les références 416, 426, 436 désignent des additionneurs.

L'additionneur 416 ajoute un signal S à la distance y_0 et applique le signal de sortie ($S_1 = y_0$) au circuit 417. Ce dernier réalise un calcul selon l'équation (25) suivante,

21

en utilisant v_{10} , β_1 et $[s_1+y_0]$.

$$v_{p1y_0} = \sqrt{v_{10}^2 - 2 \beta_1 [s_1+y_0]} \dots\dots\dots [25]$$

5 Le circuit 417 émet v_{M0} comme signal v_{p1y_0} , quand la sortie de l'additionneur 416 est y_0 , c'est à dire quand $s_1=0$.

L'additionneur 426 ajoute le signal s_2 à y_0 et applique la sortie $[s_2+y_0]$ au circuit 427. Ce dernier réalise le

10 calcul suivant en utilisant v_{20} , β_2 et $[s_2+y_0]$.

$$v_{p2y_0} = \sqrt{v_{20}^2 - 2 \beta_2 [s_2+y_0]} \dots\dots\dots [26]$$

Le circuit 427 produit un signal de niveau zéro comme
15 sortie v_{p2y_0} , quand la sortie de l'additionneur 426 est y_0 , c'est à dire quand $s_2=0$.

L'additionneur 436 ajoute le signal s_3 à y_0 et applique une sortie $[s_3+y_0]$ au circuit 437. Ce dernier réalise le calcul suivant en utilisant v_{30} , β_2 et $[s_3+y_0]$.

20

$$v_{p3y_0} = \sqrt{v_{30}^2 - 2 \beta_2 [s_3+y_0]} \dots\dots\dots [27]$$

Le circuit 437 produit un signal v_{M0} comme sortie
25 v_{p3y_0} , quand la sortie de l'additionneur 436 est y_0 , c'est à dire quand $s_3=0$.

On obtient ainsi les vitesses v_{p1y_0} , v_{p2y_0} et v_{p3y_0} en avant du point instantané.

Ensuite, le circuit de décision 451 réalise un calcul selon l'équation [28] suivante.

30

$$v_{PSEL} = \min \left\{ \max [v_{p1y_0}, v_{p2y_0}], v_{p3y_0} \right\} \dots\dots [28]$$

Le circuit de décision 451 décide alors si les conditions exprimées dans les équations suivantes [29], [30] et
35 [31] sont remplies.

$$V_{PSEL} = v_{p1y_0} \dots\dots\dots [29]$$

$$V_{PSEL} = v_{p2y_0} \dots\dots\dots [30]$$

$$5 \quad V_{PSEL} = v_{p3y_0} \dots\dots\dots [31]$$

Le circuit de décision 451 applique alors au circuit de sélection 452 un signal SEL qui représente que v_{p1} , v_{p2} ou v_{p3} doit être choisi quand les équations [29], [30] ou [31] sont remplies. Ensuite, selon ce signal SEL, le circuit de sélection 452 choisit l'une de ces trois vitesses v_{p1} , v_{p2} ou v_{p3} comme vitesse v_p qui est alors appliquée au calculateur 470 d'ordre de vitesse pour y être traitée de la même façon que dans le premier mode de réalisation, de manière à être utilisée dans la commande de la vitesse du train. La distance y_0 est choisie, par exemple, égale à 0,5m.

Selon ce mode de réalisation, la commande est commutée au second ou troisième type de vitesse en un point prédéterminé en deçà du point où le second type de vitesse ou le troisième vient prendre le niveau supérieur ou inférieur au premier type de vitesse.

[4] Mode de réalisation 4

La figure 8 montre un quatrième mode de réalisation de l'invention dans lequel la commutation au second ou troisième type de vitesse est réalisée à un instant où l'ordre de commande pour repérer le premier type de vitesse vient prendre le même niveau que l'ordre de commande pour repérer le second ou troisième type de vitesse. Ainsi, il est possible d'éliminer l'étape de discontinuité de l'ordre de commande au moment de la commutation. L'aisance est donc considérablement améliorée par rapport aux second et troisième modes de réalisation.

La différence entre le quatrième mode de réalisation et le premier est la suivante. La combinaison du sélecteur 450 et du calculateur 470 d'ordre de commande de vitesse

de l'unité arithmétique 400 de la figure 5 est remplacée par la combinaison de calculateurs d'ordre de commande de vitesse 471, 472, 473 et d'un sélecteur 455.

Ces calculateurs 471, 472 et 473 sont adaptés pour faire des calculs selon les équations [32], [33] et [34] suivantes, respectivement, en utilisant les vitesses v_{P1} , v_{P2} et v_{P3} , ainsi que v_T , et appliquent leurs sorties C_{S1} , C_{S2} et C_{S3} au sélecteur 455.

$$C_{S1} = [v_{P1} - v_T] G_1 - B_1 \dots\dots\dots [32]$$

$$C_{S2} = [v_{P2} - v_T] G_2 - B_2 \dots\dots\dots [33]$$

$$C_{S3} = [v_{P3} - v_T] G_3 - B_3 \dots\dots\dots [34]$$

Dans ces équations, les symboles G_1 , G_2 et G_3 représentent, respectivement, les constantes de gain, tandis que les symboles B_1 , B_2 et B_3 représentent les constantes de freinage. Ces constantes G_1 , G_2 , G_3 , B_1 , B_2 , B_3 peuvent être établies par l'intermédiaire des lignes de signaux 531, 532, 533.

Le sélecteur 455 réalise un calcul selon l'équation [35] ou [36] suivante.

$$C_S = \min \left\{ \max [C_{S1}, C_{S2}], C_{S3} \right\} \dots\dots\dots [35]$$

$$C_S = \max \left\{ \min [C_{S1}, C_{S2}], C_{S3} \right\} \dots\dots\dots [36]$$

La valeur calculée C_S est appliquée au sélecteur de niveau inférieur 60. Ensuite, ce dernier ainsi que le dispositif 70 de commande de vitesse du train coopèrent l'un avec l'autre en traitant le signal de la même manière que le premier mode de réalisation représenté sur la figure 5.

Ainsi, selon ce quatrième mode de réalisation de l'invention, la commande est commutée du premier type de vitesse au second ou troisième type de vitesse à un mo-

ment où l'ordre de commande C_{S1} de poursuite du premier type vient prendre le même niveau que l'ordre de commande C_{S2} ou C_{S3} de poursuite du second ou du troisième type.

La figure 9 représente une modification du calculateur 5 du type de vitesse utilisé dans les premier, second et quatrième modes de réalisation décrits en rapport avec les figures 1, 2 et 4, respectivement. Cette modification est caractérisée en ce que la vitesse initiale V_{30} et la décélération β_3 du troisième type de vitesse peuvent être déterminées sur la base de la vitesse réelle du train v_{T2} au second point. C'est à dire que les dispositifs de réglage 421, 422 du calculateur 430 de la figure 5 sont remplacés par un registre 4310, un dispositif de réglage 4311 de la vitesse initiale, un dispositif de réglage 4320 de la distance, et un dispositif de réglage 4321 du taux de décélération pour former une unité arithmétique 430'.

Une vitesse prédéterminée V_{40} est positionnée dans le registre 4310 au moyen d'un dispositif d'entrée par l'intermédiaire d'une ligne de signaux 530. Cette vitesse V_{40} est destinée à effectuer une élévation de la vitesse v_{T2} . Le dispositif de réglage 4311 de vitesse initiale maintient la vitesse v_{T2} selon le signal PS2, échantillonne la vitesse v_T et ajoute la vitesse prédéterminée V_{40} à cette vitesse v_{T2} , et le résultat de cette addition est délivré comme valeur établie V_{30} de la vitesse initiale.

Le dispositif de réglage 4320 de distance positionne la distance y_{20} entre le second point et le point-cible, suivant le signal PS2. Le dispositif de réglage 4321 du taux de décélération effectue un calcul pour déterminer la valeur du taux de décélération β_3 selon l'équation (37) suivante, en utilisant le signal V_{30} et y_{20} .

$$\beta_3 = \frac{V_{30}^2}{2y_{20}} \dots\dots\dots (37)$$

35

Le calculateur 434 du type de vitesse réalise un calcul de la même manière que le premier mode de réalisa-

tion décrit en se référant à la figure 5, en utilisant les valeurs ainsi obtenues V_{30} et β_3 , ainsi que la sortie S_3 du compteur 433 d'impulsions de distance. Selon ce système il est possible de produire un type 5 de vitesse V_{p3} suivant la vitesse réelle du train au second point.

Dans la modification représentée dans la figure 9, la vitesse initiale V_{30} est établie suivant la vitesse réelle du train v_{T2} au second point, et le taux de 10 décélération β_3 est déterminé sur la base de la vitesse initiale V_{30} ainsi établie. Cependant, ceci n'est pas exclusif, et la vitesse initiale V_{30} peut être déterminée sur la base de la vitesse v_{p12} du type de vitesse V_{p1} au second point. Aussi, non seulement le taux de décélération 15 β_3 mais aussi le taux de décélération β_2 du second type de vitesse V_{p2} peuvent être déterminés sur la base de la vitesse réelle du train v_{T2} ou de la vitesse v_{p12} du type de vitesse V_{p1} au second point.

Les modes de réalisation décrits ci-dessus possèdent 20 des unités arithmétiques constituées par du matériel hardware. Cependant, il est possible de former des unités arithmétiques avec des ordinateurs, par exemple des micro-ordinateurs. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de programmer l'opération arithmétique réalisée par 25 le matériel hardware.

Compte tenu de la description précédente on comprendra qu'il est facile d'arrêter avec précision le train au point-cible même si le premier type de vitesse est produit de façon erronée.

REVENDICATIONS

1 - Méthode de commande d'arrêt d'un véhicule, caractérisée en ce que la vitesse du véhicule est commandée selon un premier type de décélération, choisi de manière à amener la vitesse dudit véhicule à zéro en un point-cible, après que ledit véhicule aura passé un second point plus proche dudit point-cible que ledit premier point, puis cette vitesse dudit véhicule est commandée selon un second type de décélération, choisi de manière à présenter un taux de décélération inférieur à celui du premier type de décélération et amener la vitesse dudit véhicule à zéro audit point-cible, dans des conditions telles que ledit second type de vitesse prenne un niveau supérieur audit premier type de vitesse, pour arrêter de ce fait le véhicule audit point-cible; ladite méthode de commande d'arrêt comportant une amélioration qui inclue, lorsqu'il n'est pas satisfait auxdites conditions dans les conditions réelles, le fait que ladite vitesse du véhicule soit commandée après que ledit véhicule aura passé un troisième point entre ledit premier point et ledit point-cible, pour se conformer à un troisième type de décélération, choisi de manière à assurer un taux de décélération supérieur audit premier type de décélération et amener le train à vitesse zéro audit point-cible, dans des conditions telles que ledit troisième type de décélération prenne un niveau inférieur au premier type de décélération, pour arrêter de ce fait ledit véhicule audit point-cible.

2 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits second et troisième points sont mutuellement identiques.

3 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite commande est commutée de la commande dudit premier type de décélération, à un moment où ledit troisième type de décélération vient prendre le niveau inférieur audit premier type de décélération.

4 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon

la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite commande est commutée de la commande dudit premier type de décélération sur la commande dudit second ou troisième type de décélération, à un moment où la
5 différence de vitesse entre ledit premier type de décélération et ledit second ou troisième type de décélération atteint une valeur prédéfinie.

5 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que
10 ladite commande est commutée de la commande dudit premier type de décélération sur la commande dudit troisième type de décélération, en un point situé à distance prédéterminée en deçà d'un point où ledit troisième type de décélération vient à prendre un
15 niveau inférieur ausit troisième type de décélération.

6 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite commande est commutée de la commande dudit premier type de décélération sur la commande dudit
20 second ou troisième type de décélération, à un moment où l'ordre de commande dudit premier type de décélération est devenu égal à celui dudit second ou troisième type de décélération.

7 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon
25 la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comporte les étapes suivantes : réception de signaux provenant de marqueurs de première et seconde position (10,11), localisés auxdits premier et second points par un récepteur (20) sur ledit véhicule, produisant des signaux de première
30 et seconde position PS1, PS2; réglage des vitesses initiales V_{10} , V_{20} et V_{30} et des taux de décélération β_1 , β_2 et β_3 desdits premier, second et troisième types de décélération, conformément auxdits signaux de position PS1, PS2; détection de la distance de translation S dudit véhicule
35 selon une unité de temps prédéfinie et lancement du comptage de ladite distance ΔS , pour détermination des distances S1 et S2 à partir desdits premier et second points; calcul

des vitesses v_{p1} , v_{p2} et v_{p3} desdits premier, second et troisième types de vitesse correspondant à la position instantanée dudit véhicule, conformément aux équations suivantes :

5

$$v_{p1} = \sqrt{v_{10}^2 - 2\beta_1 s_1}$$

$$v_{p2} = \sqrt{v_{20}^2 - 2\beta_2 s_2}$$

10

$$v_{p3} = \sqrt{v_{30}^2 - 2\beta_3 s_2}$$

calcul de la vitesse réelle du véhicule v_T à partir de ladite distance de translation S ; détermination des ordres de commande C_{S1} , C_{S2} et C_{S3} à partir desdites vitesses v_{p1} , v_{p2} , v_{p3} , des constantes de gain prédéfinies G_1 , G_2 , G_3 et des constantes de freinage prédéfinies B_1 , B_2 , B_3 , conformément aux équations suivantes :

20

$$C_{S1} = [v_{p1} - v_T] G_1 - B_1$$

$$C_{S2} = [v_{p2} - v_T] G_2 - B_2$$

$$C_{S3} = [v_{p3} - v_T] G_3 - B_3$$

25 détermination d'un ordre de commande C_S conformément à l'équation :

$$C_S = \min \left\{ \max [C_{S1}, C_{S2}], C_{S3} \right\} \quad \text{ou}$$

30

$$C_S = \max \left\{ \min [C_{S1}, C_{S2}], C_{S3} \right\}$$

et commande de ladite vitesse du véhicule conformément audit ordre de commande C_S .

8 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon 35 la revendication 2, caractérisée en ce que ledit troisième type de décélération possède une vitesse initiale égale à la somme de ladite vitesse réelle du véhicule v_T audit

second point et d'une valeur de vitesse prédéfinie, et est choisi de manière à ralentir ledit véhicule selon un taux constant et l'arrêter audit point-cible.

9 - Méthode de commande de l'arrêt d'un véhicule selon
5 la revendication 2, caractérisée en ce que ledit troisième type de décélération possède une vitesse initiale égale à la somme de ladite vitesse v_{p1} dudit premier type de décélération audit second point et d'une valeur de vitesse prédéfinie, et est choisi de manière à ralentir ledit
10 véhicule selon un taux constant et à amener ladite vitesse du véhicule à zéro audit point-cible.

FIG. 1

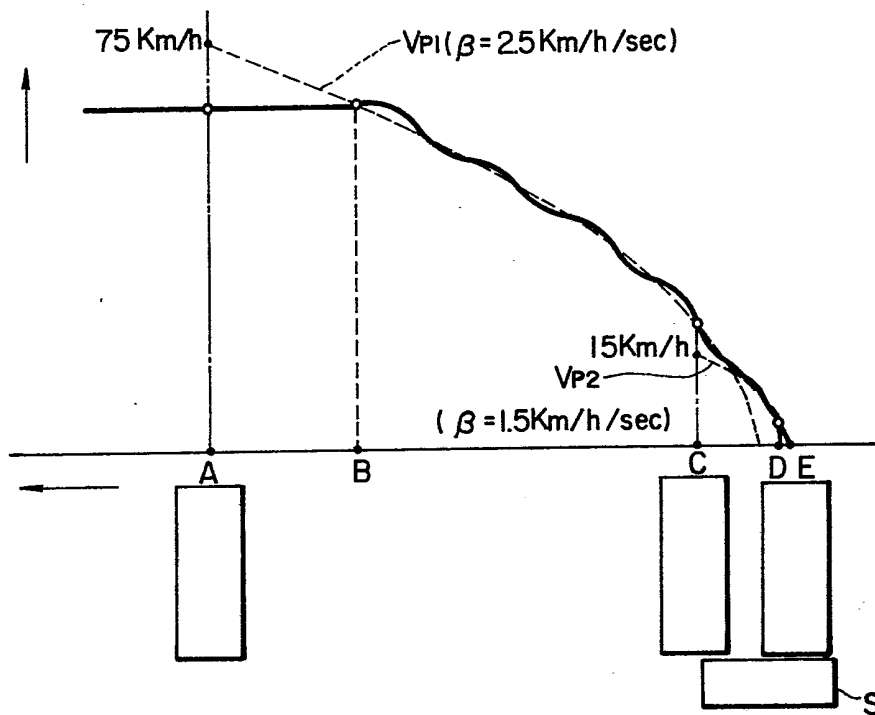


FIG. 2

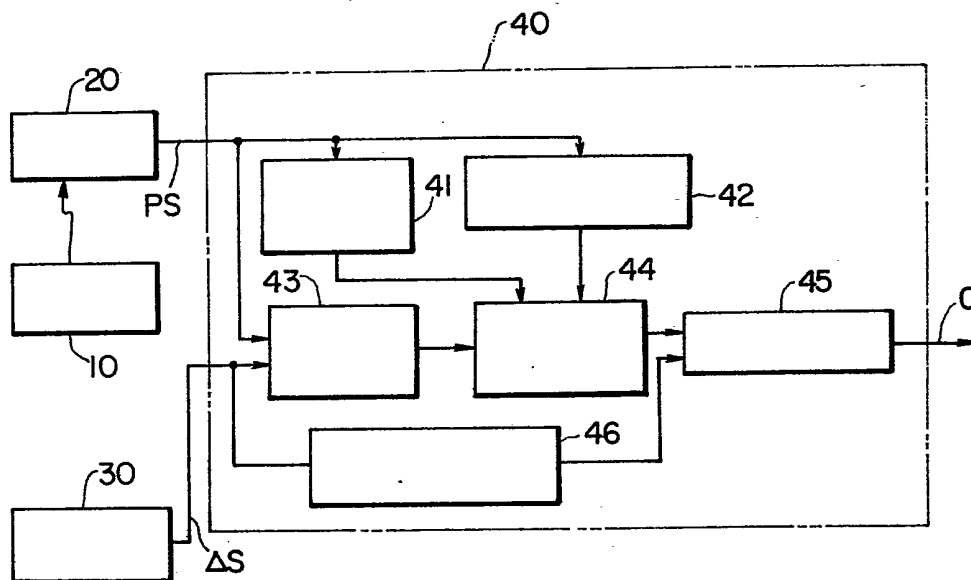


FIG. 3

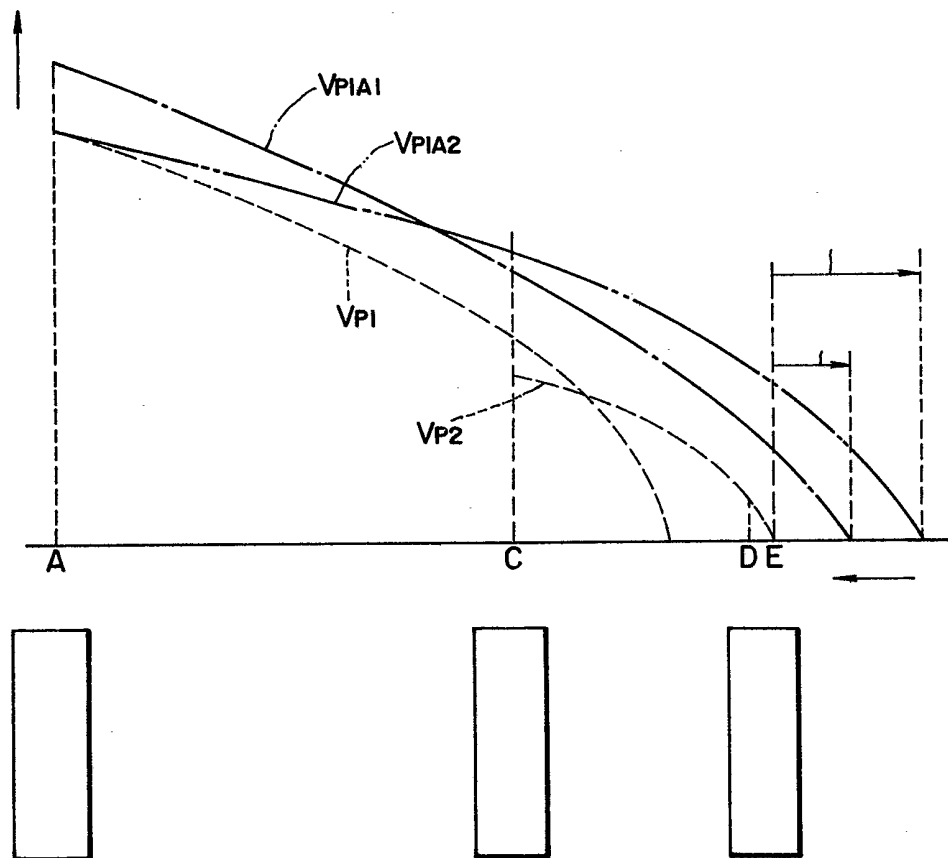


FIG. 4

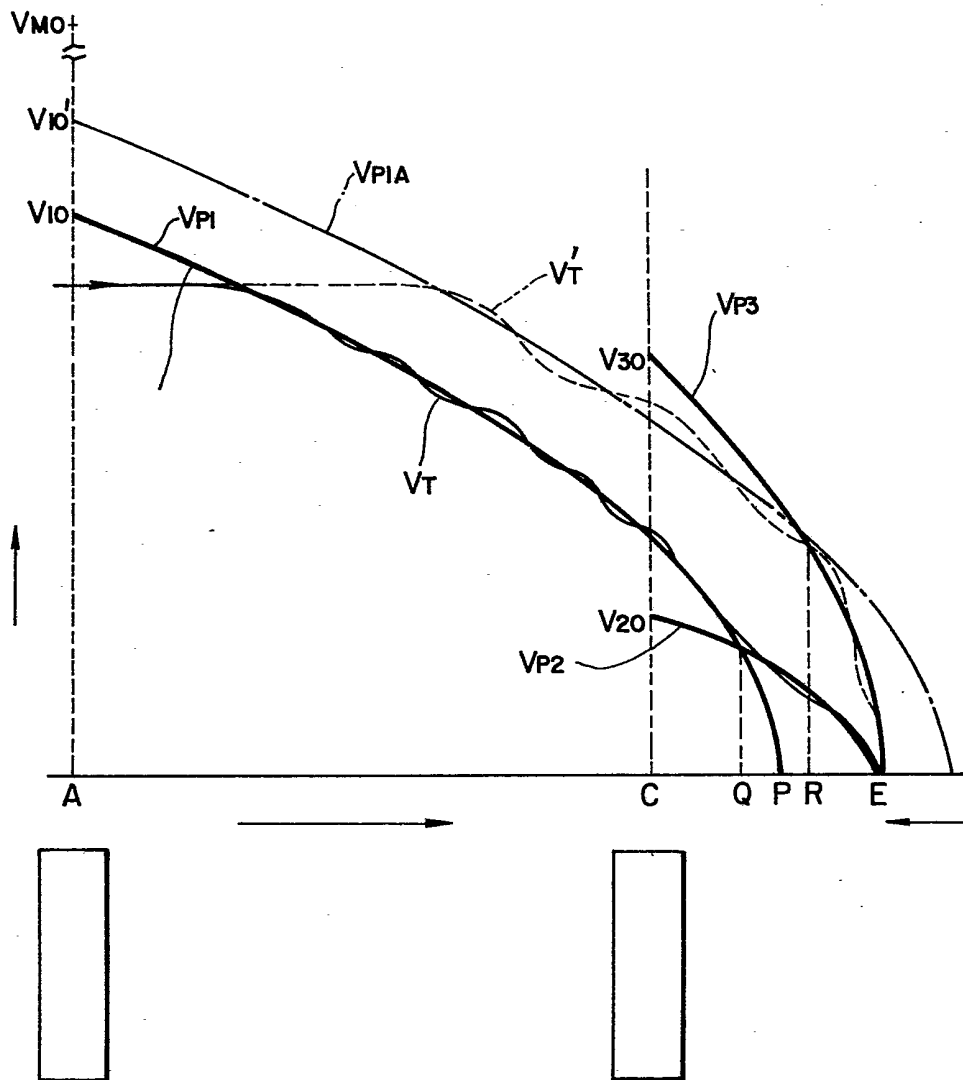


FIG. 7A

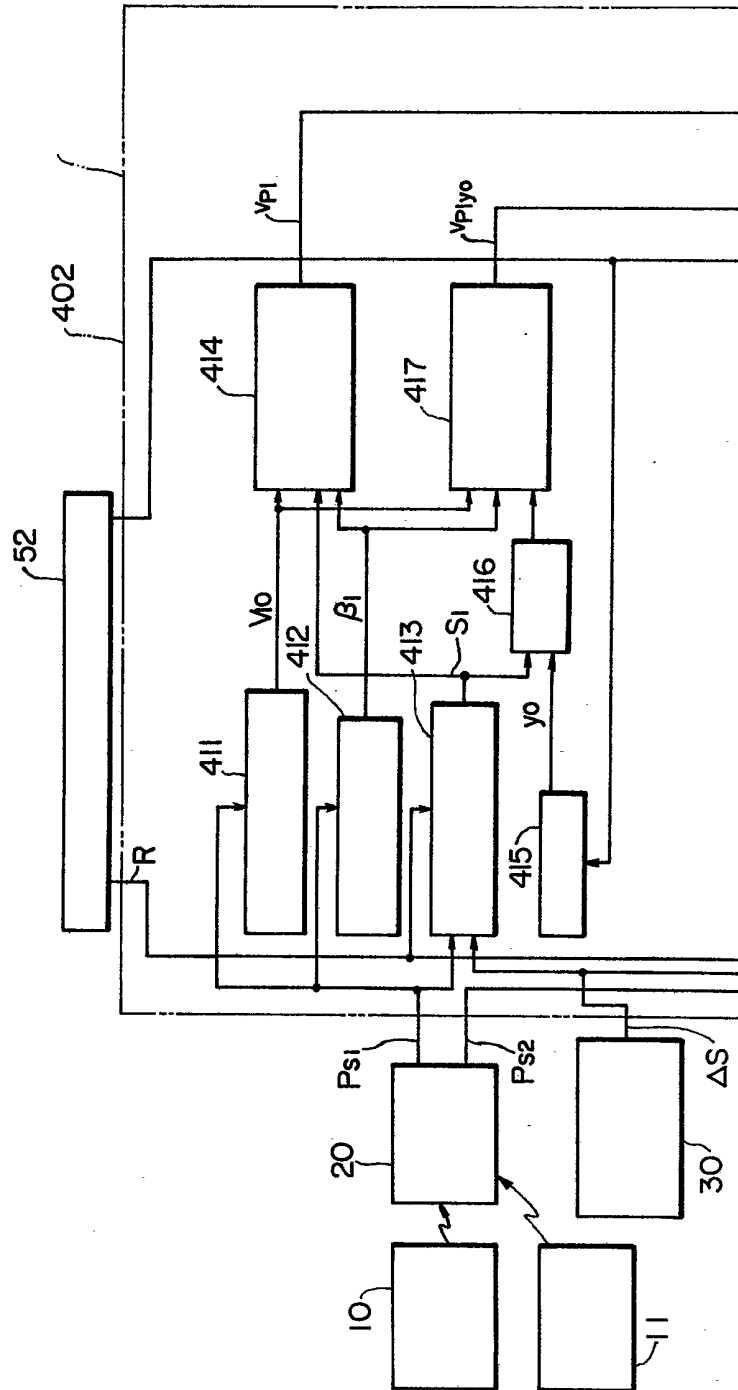


FIG. 7C

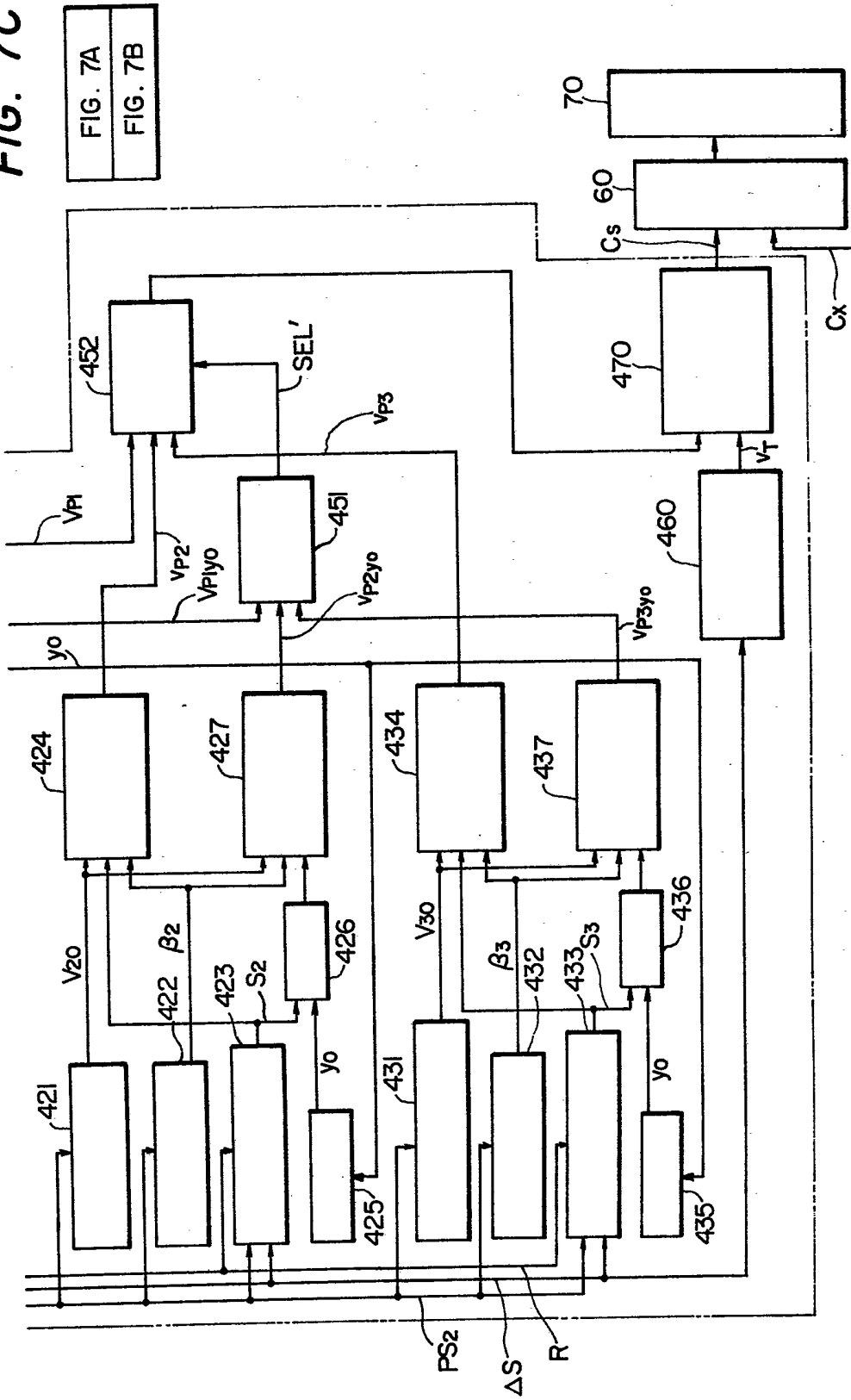


FIG. 8

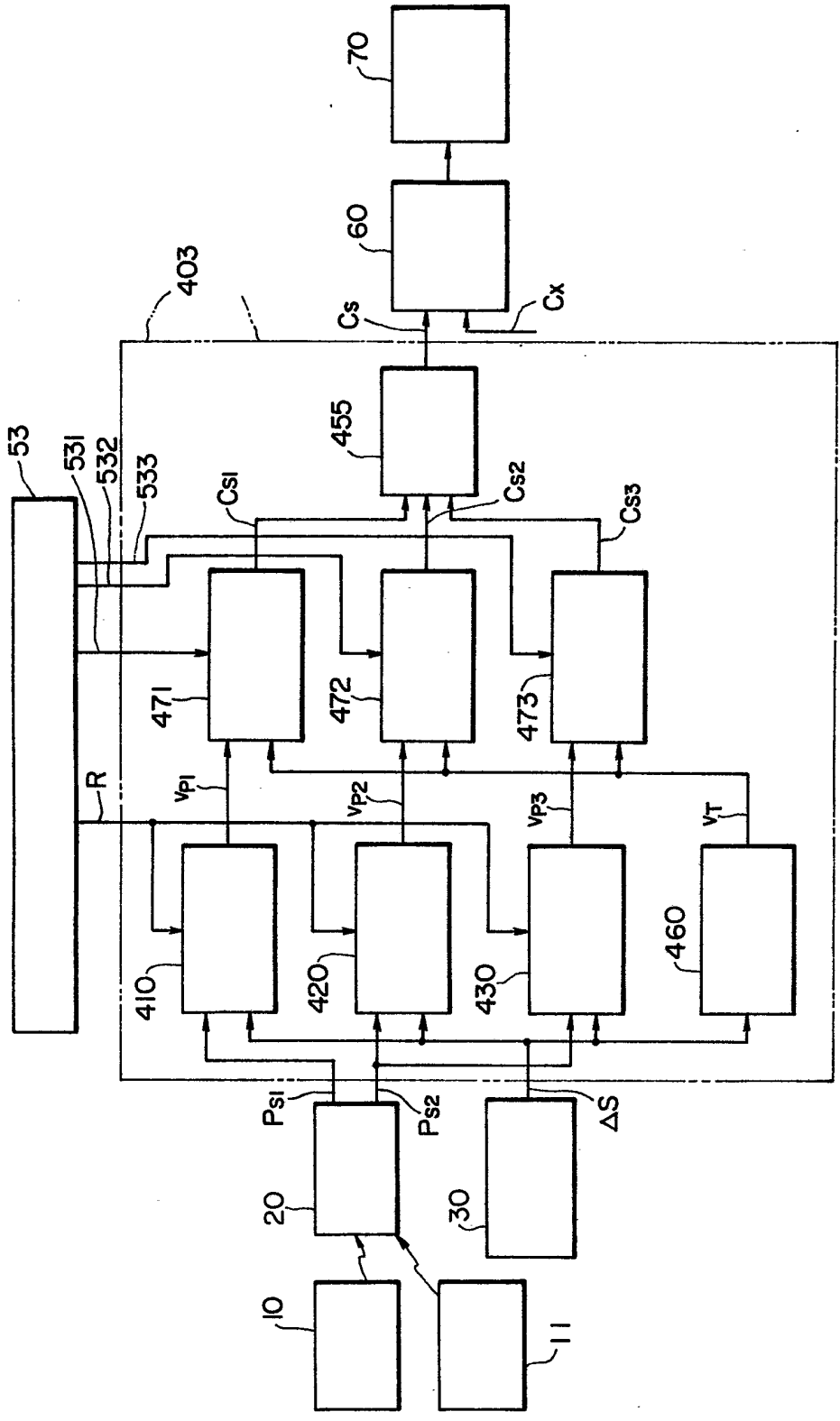


FIG. 9

