



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 410 878 A1**

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: **90402136.7**

Int. Cl.⁵: **G08C 19/22, G08C 25/00**

Date de dépôt: **25.07.90**

Priorité: **26.07.89 FR 8910077**

Date de publication de la demande:
30.01.91 Bulletin 91/05

Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

Demandeur: **FAIVELEY TRANSPORT**
93 rue du Docteur Bauer
F-93400 Saint-Ouen Cédex(FR)

Inventeur: **Foltzer, Claude**
La Prévauderie
F-37390 Notre Dame d'Oe(FR)
Inventeur: **Aubin, Philippe**
32, Résidence Beaumer
F-37260 Monts(FR)

Mandataire: **Bouju, André**
Cabinet Bouju 38 avenue de la Grande
Armée
F-75017 Paris(FR)

Procédé de transmission d'une consigne analogique par câble et système pour sa mise en oeuvre.

Procédé de transmission d'une consigne analogique (CONS) depuis un site d'émission (E) vers un ou plusieurs sites de réception (R) reliés audit site d'émission (E) par câble de transmission, comprend :

au niveau du site d'émission, une étape de génération d'un signal de forme carrée à une fréquence porteuse prédéterminée et de rapport cyclique d'émission variant en fonction de ladite consigne analogique (CONS) suivant une loi de variation prédéterminée, une étape de modulation par ledit signal carré, d'un signal à une première fréquence prédéterminée de modulation pendant la partie haute dudit signal carré, et à une seconde fréquence prédé-

minée de modulation pendant la partie basse dudit signal carré, suivie d'une étape d'émission dudit signal modulé (sA, sB), et au niveau d'un site de réception (R), une étape de réception du signal modulé transmis, une étape de démodulation de celui-ci pour en extraire un signal de consigne démodulé (SA, SB) correspondant à ladite consigne analogique.

Les première et seconde fréquences prédéterminées sont choisies de façon que leur différence soit très faible devant leur valeur moyenne.

Utilisation notamment pour la transmission de consignes de freinage dans un train.

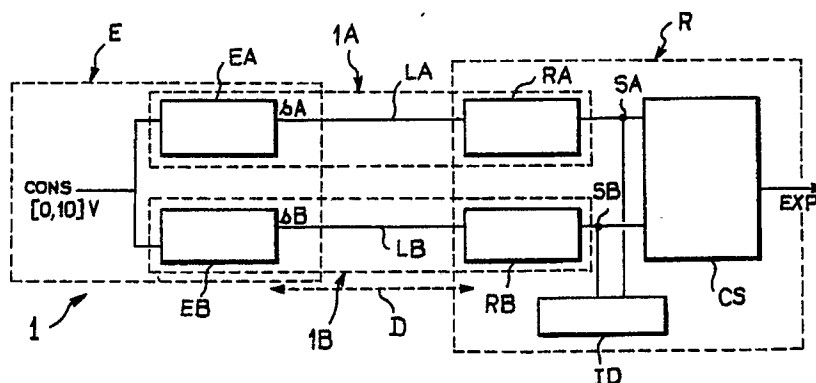


FIG.1

EP 0 410 878 A1

PROCÉDÉ DE TRANSMISSION D'UNE CONSIGNE ANALOGIQUE PAR CÂBLE ET SYSTÈME POUR SA MISE EN OEUVRE

La présente invention concerne un procédé de transmission d'une consigne analogique par câble.

L'invention vise également un système pour sa mise en oeuvre.

L'invention vise en particulier, mais non limitativement l'application du procédé et du système précités à la commande électrique du freinage des véhicules ferroviaires.

Dans cette application, le système précité a pour but de remplacer les systèmes actuels à commande pneumatique qui présentent les inconvénients d'être lourds, de poser des problèmes de maintenance et d'avoir des temps de réaction relativement longs.

La transmission d'une grandeur analogique sur une grande distance dans un milieu perturbé nécessite des précautions particulières pour que le signal restitué soit exploitable. Ceci prend une importance primordiale lorsqu'il s'agit en particulier de transmettre une consigne de freinage dans un train puisque la sécurité des biens et des passagers est alors concernée. Deux critères sont alors essentiels : l'immunité aux perturbations et la fiabilité. On connaît déjà des procédés de transmission d'une consigne analogique par câble, utilisant notamment des techniques classiques de modulation de fréquence. Cependant, ces procédés ne satisfont pas aux exigences sévères d'immunité aux perturbations requises par exemple dans le matériel ferroviaire. En effet, il est très difficile d'extraire un signal utile dont la fréquence serait liée à la valeur d'une consigne analogique d'un signal modulé en cas de fortes perturbations électromagnétiques. Il faut donc prévoir un mode de codage qui garantisse des possibilités de filtrage efficace sur une bande étroite et donc un bon niveau de réjection, ce que ne peuvent fournir les techniques classiques de transmission par modulation de fréquence.

L'article "Potential-free transmission of DC voltage signals using pulse-width modulation" de M. JUNG paru dans la revue SIEMENS COMPONENTS, vol. XXII, n° 1, 1987, pages 8-11, décrit un procédé de transmission d'un signal analogique, comprenant une opération de modulation par largeur d'impulsion qui permet une transmission en potentiel flottant mettant en oeuvre des éléments transformateurs à noyau ferrite. L'information analogique à transmettre est codée sous forme de rapport cyclique d'un signal carré de fréquence prédéterminée.

Ce type de procédé ne permet cependant pas d'envisager un filtrage efficace sur une bande étroite de fréquence, condition requise dans les situa-

tions pratiques concernées dans la présente demande, et ne peut pas conduire à une immunité élevée aux perturbations.

On connaît aussi par l'article "Journal temperature data transmission system using pulse duration modulation" de A.L. PACHYNSKI, paru dans la revue "PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ELECTRONICS CONFERENCE", vol. 21, 1965, pages 180-185, un procédé de transmission d'une information analogique mettant en oeuvre à la fois une opération de modulation de largeur d'impulsion et une modulation par décalage de fréquence appelée usuellement FSK. Cependant, ce procédé présente l'inconvénient de comporter des étapes de modulation dont la fréquence est dépendante de la fréquence d'un signal analogique qui, pour ce procédé, est nécessaire sous la forme d'un train d'impulsions périodiques. Cette dépendance en fréquence vis-à-vis du signal analogique ne permet pas d'envisager la transmission d'une commande analogique non impulsionnelle du fait que le procédé décrit s'appuie précisément sur les transitions du signal analogique. En outre, l'efficacité de filtrage du signal transmis par ce procédé et le niveau d'immunité aux perturbations qui en découle varient selon la fréquence fondamentale du signal analogique à transmettre, ce qui n'est pas admissible dans des applications du procédé à haut niveau d'exigence sécuritaire.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de transmission d'une consigne analogique depuis un site d'émission vers un ou plusieurs sites de réception reliés audit site d'émission par câble de transmission, comprenant, au niveau du site d'émission :

- une étape de génération d'un signal de forme carrée à une fréquence de référence prédéterminée et de rapport cyclique d'émission variant en fonction de ladite consigne analogique suivant une loi de variation prédéterminée,
- une étape de modulation par ledit signal carré d'un signal à une première fréquence prédéterminée pendant la partie haute dudit signal carré, et à une seconde fréquence prédéterminée pendant la partie basse dudit signal carré, suivie
- d'une étape d'émission dudit signal modulé, et au niveau d'un site de réception,
- une étape de réception du signal modulé transmis,
- une étape de démodulation de celui-ci pour en extraire un signal de consigne démodulé correspondant à ladite consigne analogique.

Suivant l'invention, les première et seconde

fréquences prédéterminées sont choisies de façon que leur différence soit très faible devant leur valeur moyenne.

Il est ainsi possible de prévoir deux fréquences de modulation assez rapprochées, et une fréquence de référence relativement faible, et ainsi faciliter le filtrage à la réception et la réjection des fréquences en dehors de la bande utile bornée par les deux fréquences prédéterminées voisines, ce qui confère une immunité aux perturbations supérieure à celle des procédés de l'art antérieur.

Suivant une version avantageuse du procédé selon l'invention, les étapes précitées sont effectuées de façon redondante, de sorte qu'au moins deux signaux modulés sont émis respectivement sur au moins deux lignes aller distinctes et les étapes de réception correspondantes sont suivies d'une étape d'indication de discordance et d'une étape de choix d'un signal de consigne démodulé parmi les signaux démodulés, suivant un critère de disponibilité prédéterminé.

De cette façon, on confère au système une meilleure fiabilité en augmentant son niveau de disponibilité. De plus, la défaillance simultanée de deux voies pendant un temps plus petit que le délai de réparation présente une probabilité si faible que ce n'est pas envisagé en pratique.

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, l'étape de démodulation comprend les étapes suivantes :

- une étape de filtrage du signal modulé,
- une étape de mise en forme,
- une étape de traitement du signal modulé, filtré et mis en forme, pour en extraire un signal résultant de forme carrée et de rapport cyclique de réception sensiblement égal audit rapport cyclique d'émission, et suivie d'une étape de conversion du rapport cyclique de réception pour obtenir le signal de consigne démodulé.

Ainsi, à partir d'un signal modulé présentant un spectre de fréquence relativement étroit, il est possible d'extraire un signal carré de rapport cyclique correspondant au rapport cyclique d'émission puis d'en déduire un signal de consigne démodulé.

Suivant un autre aspect de l'invention, le système de transmission d'une consigne analogique, mettant en oeuvre le procédé selon l'invention et comprenant :

au niveau du site d'émission,

- des moyens pour générer un signal de forme carrée à une fréquence de référence prédéterminée et de rapport cyclique d'émission variant en fonction de ladite consigne analogique suivant une loi de variation prédéterminée,
- des moyens pour moduler par ledit signal carré un signal à une première fréquence prédéterminée, pendant la partie haute dudit signal carré, et à une seconde fréquence prédéterminée pendant la par-

tie basse dudit signal carré,

- des moyens pour émettre ledit signal modulé sur une ligne dite aller, est caractérisé en ce qu'il comprend au niveau du site de réception :

- des moyens pour recevoir le signal modulé transmis sur une ligne retour reliée à la ligne aller, et des moyens pour démoduler celui-ci en vue d'en extraire un signal de consigne démodulé correspondant à ladite consigne analogique, lesdits moyens de démodulation étant adaptés pour traiter des signaux sur une bande de fréquence étroite incluant lesdites première et seconde fréquences prédéterminées dont la différence est très faible devant la valeur moyenne.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'une forme de réalisation du système de transmission selon l'invention, comportant deux voies redondantes ;
- la figure 2 est un schéma synoptique d'une forme de réalisation préférée d'une voie du système de la figure 1 ;
- la figure 2a est un diagramme représentant la relation de proportionnalité entre le rapport cyclique et la valeur de la consigne analogique ;
- la figure 3 représente la forme d'onde du signal modulé émis sur une ligne ;
- la figure 4 représente le spectre fréquentiel du signal de la figure 3 ;
- la figure 5 illustre la relation liant la sensibilité du système à la fréquence ;
- la figure 6 est un schéma-bloc d'une forme de réalisation de l'émetteur du système selon l'invention ;
- la figure 7 est un schéma d'une forme préférée de réalisation du récepteur du système selon l'invention ;
- la figure 8 est un chronogramme représentant l'évolution de la tension en des points particuliers du récepteur du système selon l'invention.

On va maintenant décrire une forme de réalisation du système de transmission selon l'invention en même temps que le procédé selon l'invention.

Le système que l'on va décrire peut s'appliquer à la commande électrique du freinage de véhicules ferroviaires. Le système de transmission 1 représenté à la figure 1 comprend un ensemble récepteur R relié à l'ensemble émetteur E par des lignes de transmission LA, LB. Ce système l'est constitué de deux sous-ensembles émetteur-récepteur ou voies 1A, 1B qui garantissent par redondance une fiabilité élevée. Chaque voie 1A, 1B comprend un émetteur EA, EB recevant en entrée

un signal de consigne analogique CONS, de valeur comprise par exemple entre 0 et 10 volts et délivrant un signal de sortie sA, sB, et un récepteur RA, RB relié à son émetteur correspondant EA, EB par une ligne LA, LB de longueur D et délivrant un signal de sortie SA, SB.

Les deux signaux de sortie SA, SB sont appliquées en entrée d'un circuit d'indication de discordance ID et d'un circuit de choix de voie CS qui sélectionne entre les signaux de sortie SA, SB, le signal de sortie EXP garantissant une bonne disponibilité de l'ensemble. Toute défaillance d'une des voies 1A, 1B est détectée par le circuit d'indication de discordance ID.

Le codage du signal de consigne CONS est effectué de façon à garantir une bonne immunité aux perturbations, notamment électromagnétiques, et son principe est présenté en figure 2.

Le système de transmission 10 comporte, au niveau de l'émission, un module convertisseur tension/rapport cyclique 11 recevant en entrée la consigne analogique à transmettre CONS et délivrant un signal carré v_c de rapport cyclique P proportionnel à la consigne analogique CONS. La figure 2a représente un exemple de relation de proportionnalité liant le rapport cyclique P à la consigne analogique CONS. Ainsi, dans cet exemple

$$P = 0,1 + 0,8/10 \text{ CONS} \quad (1)$$

Sachant que CONS varie dans la gamme [0, 10] volts, le rapport cyclique P varie alors dans la gamme [0, 1 ; 0, 9] et est donc naturellement inférieur à 1.

Le signal carré v_c est ensuite appliqué en entrée d'un oscillateur commandé en tension 12 qui génère un signal modulé en fréquence v_s . Une isolation galvanique entre l'oscillateur 12 et les lignes de transmission est assurée par un transformateur 13. Le signal modulé est appliqué sur une ligne aller LA.

Chaque récepteur RA1, ..., RAn est connecté à une ligne retour LR reliée à la ligne aller LA. Une ligne commune LC assure le point commun entre l'émetteur et les récepteurs RA1, ..., RAn.

Le signal de sortie modulé v_s appliqué sur la ligne LA présente une forme d'onde $v_s(t)$ illustrée par la figure 3. Ce signal est périodique de fréquence F_0 (période T) et comporte dans chaque période deux parties. Dans une première partie de durée $(1-P) \cdot T$, le signal modulé v_s est sinusoïdal à une fréquence prédéterminée F2, tandis que dans la seconde partie de durée $P \cdot T$, le signal v_s est de fréquence F1. Dans le cas présent, la seconde fréquence prédéterminée F2 est supérieure à la première fréquence prédéterminée F1, ces deux fréquences de modulation étant très supérieures à la fréquence F_0 du signal carré v_c et proches l'une de l'autre, de sorte que leur différence est très

faible par rapport à leur moyenne. De préférence, cette différence $|F1-F2|$ est inférieure au dixième de la moyenne $(F1 + F2)/2$.

Le spectre de fréquence $G(f)$ correspondant au signal de sortie modulé v_s est représenté en figure 4. Il présente deux maxima relatifs correspondant respectivement à la première fréquence prédéterminée F1 et à la seconde fréquence prédéterminée F2 relativement proche de F1, la demi-largeur de la bosse du spectre $G(f)$ correspondant à F1 étant égale à $1/PT$ tandis que la demi-largeur de l'autre bosse correspondant à F2 est égale à $1/(1 - P) \cdot T$. Cette courbe indique l'encombrement fréquentiel maximum du signal autour des fréquences voisines F1 et F2.

L'intérêt de ce type de modulation est que son spectre peut être délimité par filtrage effectué au moyen d'un filtre à bande passante relativement étroite présentant par conséquent un rapport signal/bruit favorable, de telle sorte que l'immunité aux parasites est importante. Cette immunité accrue est obtenue grâce aux valeurs rapprochées des fréquences F1 et F2.

La sensibilité $S(f)$ du système de transmission en fonction de la fréquence est représentée en figure 5. On note que l'on a intérêt à rapprocher les deux fréquences F1, F2, sans toutefois rendre l'information portée par le signal modulé confuse.

Un émetteur 20 comporte de préférence un module 11 de génération du signal carré v_c , un module 12 d'oscillation commandé en tension, un circuit de mise sous forme sinusoïdale 25 et un transformateur d'isolement 13, en référence à la figure 6.

Le module de génération 11 comprend un comparateur 21 à l'entrée négative duquel est appliqué le signal de consigne analogique à transmettre CONS et recevant à son entrée positive un signal v_0 de forme triangulaire et de fréquence prédéterminée F_0 issu d'un générateur approprié 22. Le comparateur 21 délivre un signal carré v_c de rapport cyclique P directement lié au niveau de la consigne analogique CONS. Ce signal carré v_c est ensuite appliqué en entrée d'un commutateur 23 comprenant par exemple un amplificateur 23a et un transistor 23b de type MOSFET. Ce transistor 23b est placé en série avec une résistance secondaire r et assure la mise en parallèle sélective de cette résistance secondaire r avec la résistance principale R d'un circuit de constante de temps [R, C] d'un oscillateur commandé en tension 24. Cet oscillateur génère un signal triangulaire V_e qui présente, comme le signal V_s représenté en figure 2, des séquences à fréquence F1 alternant avec des séquences à fréquence F2. Un circuit écrêteur 25 permet d'obtenir à partir du signal triangulaire v_0 un signal pseudo-sinusoïdal v_s qui est envoyé dans la ligne LA via un transformateur d'isolement 13

assurant l'isolement galvanique entre l'émetteur 20 et la ligne.

A titre d'information, la distorsion du signal v_s issue de l'écrêteur 25 est inférieure à 5 %.

Une forme particulière de réalisation du récepteur pour un système de transmission selon l'invention est représentée en figure 7.

Le récepteur 30 est connecté à une ligne de retour LR et à une ligne commune LC via un circuit d'adaptation, comprenant une résistance 32 et un condensateur 31, et un transformateur d'isolement 33.

Le récepteur 30 comporte une unité de démodulation 60 associée à une voie de transmission donnée, par exemple la voie 1A.

En pratique, afin d'augmenter la disponibilité du système selon l'invention, deux voies de transmission redondantes sont prévues. Le récepteur 30 comporte alors un circuit de sélection de voie CS afin de déterminer la voie effectivement exploitable. L'unité de démodulation 60 comporte tout d'abord un filtre passe-bande 34 relié à la sortie du transformateur 33. Le filtre 34 a une bande passante relativement étroite fournissant un rapport signal/bruit favorable. Il laisse bien entendu passer les signaux de fréquences F1 et F2 à interpréter dont les fréquences F1 et F2 sont rapprochées comme exposé ci-dessus. Ce filtre 34, utilisé pour garantir l'immunité aux parasites, est de préférence un filtre d'ordre 2 avec un coefficient de qualité supérieur à 4, par exemple égal à 6. Le signal filtré est mis en forme au moyen d'une bascule 35 de type RS dont la sortie est reliée, d'une part, à un monostable 36 et, d'autre part, à un circuit dérivateur constitué d'une résistance 41 et d'un condensateur 40. La sortie du circuit monostable 36 est reliée en entrée d'un circuit de type intégrateur, comprenant une résistance 37 et un condensateur 38, et dont la sortie est reliée à l'entrée d'un circuit échantillonneur/bloqueur 39 commandé par les impulsions fournies par le dérivateur 40, 41. Le signal délivré par l'échantillonneur/bloqueur 39 est ensuite appliqué à un circuit 42 pour en extraire l'ondulation qui est ensuite amplifiée par le circuit amplificateur 43 et mise en forme par le circuit 44. Ce signal est en outre appliqué à un comparateur à fenêtre comprenant deux comparateurs 47, 49, le premier comparateur 47 ayant son entrée positive en un point intermédiaire d'un pont diviseur 45, 46, 48 et son entrée négative reliée à la sortie de l'échantillonneur/bloqueur 39, tandis que le second comparateur 49 a son entrée positive reliée à ladite sortie et son entrée négative reliée à un autre point intermédiaire du pont diviseur 45, 46, 48.

La mise en oeuvre de ce comparateur à fenêtre 47, 49 permet de s'assurer que la composante continue du signal de sortie de l'échantillonneur/bloqueur 39 est bien comprise en-

tre deux valeurs prédéterminées, ce qui correspond à une réjection des fréquences en dehors de la bande utile F1-F2.

Le signal démodulé présentant une forme d'onde carrée est appliqué à un circuit 50 de conversion rapport cyclique/tension, constitué d'un filtre d'ordre 4 pour avoir un temps de retard faible tout en ayant une bonne suppression de l'ondulation sur le signal de consigne SA. Le signal de consigne obtenu est enfin appliqué en entrée du circuit de sélection de voie CS pour être délivré comme signal exploitable EXP. En cas de défaillance de la voie 1A, c'est alors le signal SB provenant de la voie 1B qui est pris en compte comme signal exploitable, la défaillance de ladite voie étant détectée par l'indicateur de discordance ID.

On va maintenant expliquer le fonctionnement de l'unité de démodulation du système selon l'invention, en référence aux figures 7 et 8.

La forme d'onde (a) est celle du signal modulé après mise en forme dans le circuit 35. On observe à ce stade que le rapport cyclique dans la partie à la fréquence F1 est égal à 1/2, ce qui est aussi vrai dans la partie du signal à fréquence F2 (non représenté). Le signal est alors appliqué en entrée d'un monostable 36 qui va délivrer un signal présentant des fronts montants synchrones mais une durée de crête constante quelle que soit la fréquence (F1 ou F2). Le signal issu du monostable 36 est ensuite soumis au circuit de type intégrateur 37, 38. Sachant que le monostable 36 a imposé une durée de niveau haut constante tandis que la durée de niveau bas dépend de la fréquence (F1 ou F2), on montre aisément que la valeur basse du signal (b) en sortie de l'intégrateur 37, 38 va dépendre de la fréquence instantanée du signal. En particulier, à la fréquence F2 supposée supérieure à la fréquence F1, la durée de décroissance du signal (b) est forcément inférieure à la durée de décroissance lorsque la fréquence est F1. Il en résulte que la valeur basse du signal (b) dans la séquence à fréquence F1 est nécessairement inférieure à la valeur basse du signal (b) dans la séquence à fréquence F2. On comprend alors qu'il est possible d'extraire un signal de rapport cyclique identique au signal carré d'émission. Pour cela, le signal (b) est appliqué en entrée de l'échantillonneur/bloqueur 39. Ce dernier étant synchronisé par les impulsions (d) issues du circuit dérivateur 40, 41, il délivre donc en sortie un signal (c) de forme d'onde carrée et présentant une composante continue directement liée aux fréquences du signal modulé. Si cette composante continue s'avère inférieure ou supérieure à une bande de valeur prédéterminée, cela signifie que les fréquences du signal modulé ne correspondent pas aux fréquences prédéterminées de transmission. Le comparateur à fenêtre 45-49 assure cette fonction

de réjection des fréquences parasites. A partir du signal (c), il est facile d'extraire un signal carré amplifié et mis en forme, qui, après conversion par filtrage dans le circuit 50, va conduire au signal de consigne analogique SA.

Ce principe de démodulation non linéaire présente l'avantage d'avoir un temps de réponse très faible.

A titre d'exemple pratique, il est possible d'extraire des rapports cycliques correspondant à des consignes analogiques dans le cas suivant :

$F_1 = 4000 \text{ Hz}$; $F_2 = 4200 \text{ Hz}$; $F_0 = 80 \text{ Hz}$.

Dans ce cas, la différence des fréquences $|F_1 - F_2| = 200 \text{ Hz}$ est inférieure au dixième de leur valeur moyenne $(F_1 + F_2)/2 = 4100 \text{ Hz}$.

Malgré la forte imbrication des bosses du spectre d'un tel signal, il est encore possible d'extraire une consigne analogique dans la gamme [0,10] volts avec une précision inférieure à 2 %. On souhaite réaliser une certaine imbrication dans le spectre de fréquence $G(f)$ de la transmission car cette imbrication implique le rapprochement désiré des valeurs de fréquence F_1 et F_2 . La légère perte de précision résultant de l'imbrication est considérée comme bénigne dans le cadre de l'invention où on souhaite avant tout une fiabilité infaillible de la transmission.

Le système qui vient d'être décrit est utilisé comme "conduite générale" pour la transmission de consigne de freinage dans un train.

Dans cette application, le système électrique de commande remplace avantageusement le système actuel à commande pneumatique qui présente les inconvénients d'être lourd, de poser des problèmes d'étanchéité, de maintenance, d'avoir des temps de réaction relativement longs etc... Tous ces inconvénients sont éliminés par le système conforme à l'invention qui présente par rapport aux systèmes électriques connus (mais qui ne sont pas actuellement exploités) les avantages d'être fiable et insensible aux perturbations électromagnétiques.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, d'autres lois de variation du rapport cyclique en fonction de la consigne peuvent être envisagées, pourvu qu'elles soient monotones croissantes ou décroissantes. Les circuits électriques spécifiques présentes dans les exemples décrits peuvent bien sûr être remplacés par tout circuit équivalent. En particulier, la synthèse du signal modulé à partir du signal carré peut faire intervenir beaucoup d'autres types d'oscillateurs.

En outre, la technique de transmission qui vient d'être présentée peut être appliquée dans d'autres domaines que le domaine ferroviaire, lorsque l'im-

munité aux perturbations et la fiabilité sont des critères importants dans les transmissions de grandeurs analogiques.

5

Revendications

10

1. Procédé de transmission d'une consigne analogique (CONS) depuis un site d'émission (E) vers un ou plusieurs sites de réception (R, RA1, RAn) reliés audit site d'émission (E) par câble de transmission, comprenant :

au niveau du site d'émission (E),

15

- une étape de génération d'un signal de forme carrée (v_c) à une fréquence porteuse de référence prédéterminée (F_0) et de rapport cyclique d'émission (P) variant en fonction de ladite consigne analogique (CONS) suivant une loi de variation prédéterminée,

20

- une étape de modulation par ledit signal carré, (v_c) d'un signal à une première fréquence prédéterminée (F_1) pendant la partie haute dudit signal carré, et à une seconde fréquence prédéterminée (F_2) pendant la partie basse dudit signal carré,

25

suivie

- d'une étape d'émission dudit signal modulé (vs) et au niveau du site de réception (R)

30

- une étape de réception du signal modulé transmis, une étape de démodulation de celui-ci pour en extraire un signal de consigne démodulé correspondant à ladite consigne analogique (CONS), caractérisé en ce que les première et seconde fréquences prédéterminées (F_1 , F_2) sont choisies de façon que leur différence ($|F_1 - F_2|$) soit très faible devant leur valeur moyenne ($(F_1 + F_2)/2$).

35

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la différence ($|F_1 - F_2|$) entre les première et seconde fréquences prédéterminées est inférieure au dixième de leur valeur moyenne ($(F_1 + F_2)/2$).

40

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les étapes précitées sont effectuées de façon redondante de sorte qu'au moins deux signaux modulés (sA, sB) sont émis respectivement sur au moins deux lignes aller distinctes (LA, LB) et en ce que les au moins deux étapes de réception correspondantes sont suivies d'une étape d'indication de discordance et d'une étape de choix d'un signal de consigne démodulé exploitable (EXP) parmi les au moins deux signaux démodulés (SA, SB), suivant un critère de disponibilité prédéterminé.

45

50

55

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape d'émission comprend une étape d'isolement galvanique entre le site d'émission (E) et la ligne aller et en ce que l'étape de réception comprend une étape d'isolement galvanique entre la ligne retour et le site de réception (R).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'étape de démodulation comprend les étapes suivantes :

- une étape de filtrage du signal modulé,
- une étape de traitement du signal modulé, filtré et mis en forme pour obtenir un signal résultant de forme carré et de rapport cyclique de réception sensiblement égal audit rapport cyclique d'émission, et suivie d'une étape de conversion du rapport cyclique de réception pour obtenir le signal de consigne démodulé.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les modulations du signal carré à une première fréquence prédéterminée (F_1) et à une seconde fréquence prédéterminée (F_2) sont sinusoïdales.

7. Système de transmission (1, 10, 20, 30) d'une consigne analogique (CONS) depuis un site d'émission (E) vers un ou plusieurs sites de réception (R, RA1, RAn) reliés audit site d'émission (E) par câble de transmission, mettant en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant :

au niveau du site d'émission (E),

- des moyens (11) pour générer un signal de forme carré (v_c) à une fréquence porteuse de référence prédéterminée (F_0) et de rapport cyclique d'émission (P) variant en fonction de ladite consigne analogique (CONS) suivant une loi de variation prédéterminée,

- des moyens (12) pour moduler par ledit signal carré (v_c) un signal à une première fréquence prédéterminée (F_1) pendant la partie haute dudit signal carré (v_c), et à une seconde fréquence prédéterminée (F_2) pendant la partie basse dudit signal carré,

- des moyens (20) pour émettre ledit signal modulé sur une ligne dite aller (LA) de câble de transmission,

caractérisé en ce qu'il comprend, au niveau du site de réception (R),

- des moyens (30, 31, 32, 33) pour recevoir le signal modulé transmis sur une ligne retour (LR) reliée à la ligne aller dudit câble de transmission, et des moyens (60) pour démoduler celui-ci en vue d'en extraire un signal de consigne démodulé (SA, SB) correspondant à ladite consigne analogique (CONS), les moyens de démodulation (60) étant adaptés pour traiter des signaux sur une bande de fréquence étroite incluant les première et deuxième fréquences prédéterminées (F_1 , F_2) dont la différence ($|F_1 - F_2|$) est très faible devant la valeur moyenne ($(F_1 + F_2)/2$).

8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de démodulation (60) comprennent un filtre passe-bande (34) ayant un coefficient de qualité supérieur à 4.

9. Système (1) selon l'une des revendication 7 ou

8, caractérisé en ce qu'il est constitué d'au moins deux sous-ensembles d'émission-réception (1A, 1B) comprenant chacun les moyens de génération, modulation, émission (EA, EB) et de réception et démodulation (RA, RB) précités pour transmettre ladite consigne analogique (CONS) respectivement sur au moins deux lignes distinctes (LA, LB) et en ce qu'il comprend en outre des moyens (1D) pour indiquer une discordance entre les signaux de sortie (SA, SB) respectifs des au moins deux moyens de démodulation, et des moyens pour choisir entre lesdits signaux de sortie démodulés (SA, SB), un signal de consigne exploitable (EXP), suivant un critère de disponibilité prédéterminé.

10. Système (1) selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les moyens d'émission (20) comprennent des moyens (13) pour isoler galvaniquement lesdits moyens de modulation (12) du câble de transmission et en ce que les moyens de réception (30) comprennent des moyens (33) pour isoler galvaniquement ledit câble de transmission des moyens de démodulation (60).

11. Système (1) selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que les moyens de démodulation (60) comprennent :

- des moyens (34) pour filtrer le signal modulé prélevé sur la ligne retour (LR) dans une bande de fréquence prédéterminée,

- des moyens (35) pour mettre en forme ledit signal filtré dont la sortie est reliée à

- des moyens (36-49) pour en extraire un signal de sortie de forme carrée et de rapport cyclique de réception sensiblement égal au rapport cyclique du signal carré d'émission, et

- des moyens (50) pour convertir ledit rapport cyclique de réception en un signal de consigne démodulé (SA).

12. Système (1) selon l'une des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que les moyens (11) pour générer un signal de forme carrée comprennent des moyens (21) pour comparer ladite consigne analogique (CONS) à un signal (v_c) périodique de forme triangulaire et de fréquence égale à la fréquence de référence prédéterminée (F_0) issu de moyens de génération de signaux triangulaires (22), lesdits moyens de comparaison (21) délivrant en sortie le signal de forme carrée.

13. Système (1) selon l'une des revendications 7 à 12, caractérisé en ce que les moyens de modulation (12) comprennent des moyens d'oscillateur commandé en tension (24), lesdits moyens d'oscillateur (24) comportant d'une part un condensateur d'oscillation (C) et, d'autre part, une résistance principale d'oscillation (R) reliée sélectivement en parallèle avec une résistance secondaire d'oscillation (r) via des moyens de commutation (23b) commandés par le signal carré (v_c).

14. Système (1) selon la revendication 13 caracté-

sé en ce que les moyens d'émission comprennent en outre des moyens (25) pour mettre sous forme sensiblement sinusoïdale le signal (v_a) issu desdits moyens d'oscillateur.

15. Système (1) selon l'une des revendications 7 à 14, caractérisé en ce que les moyens d'extraction (36 -49) comprennent :

- des seconds moyens de filtrage (37, 38), de type passe-bas, dont l'entrée est reliée à la sortie des moyens de mise en forme (36),

- des moyens d'échantillonnage/blocage (39) appliqués en sortie desdits seconds moyens de filtrage (37, 38) et commandés en synchronisme avec les fronts montants du signal (a) mis en forme, pour générer ledit signal de sortie carré (C).

16. Application du système conforme à l'une des revendications 7 à 15 à la commande du freinage des véhicules ferroviaires.

20

25

30

35

40

45

50

55

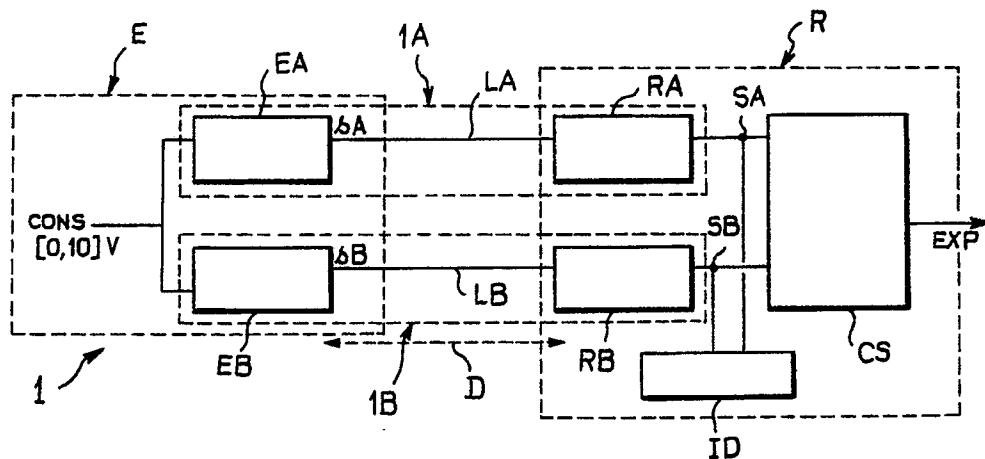


FIG.1

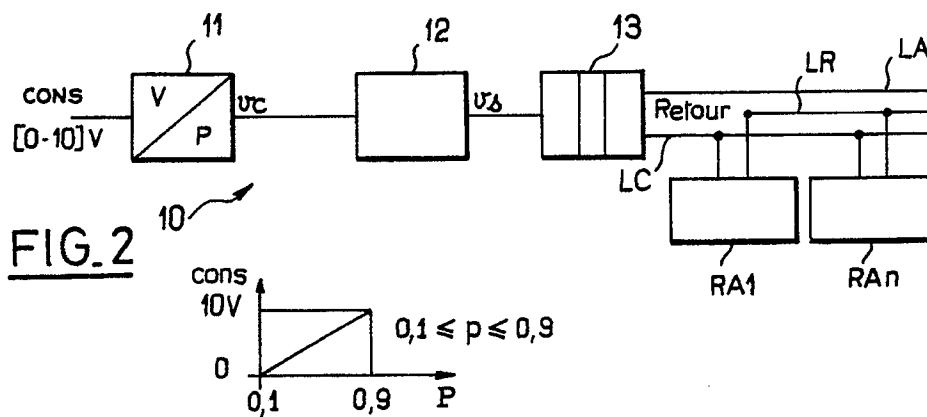


FIG.2

FIG.2a

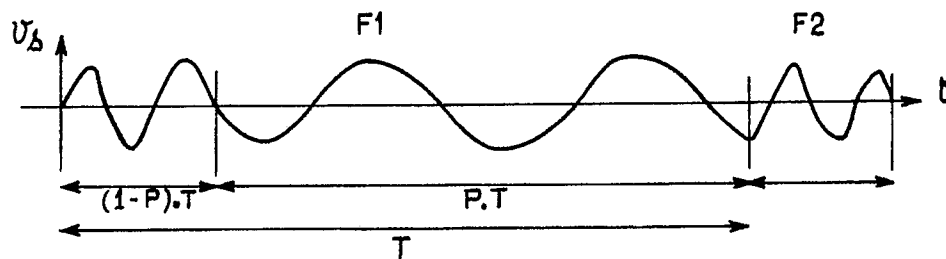


FIG.3

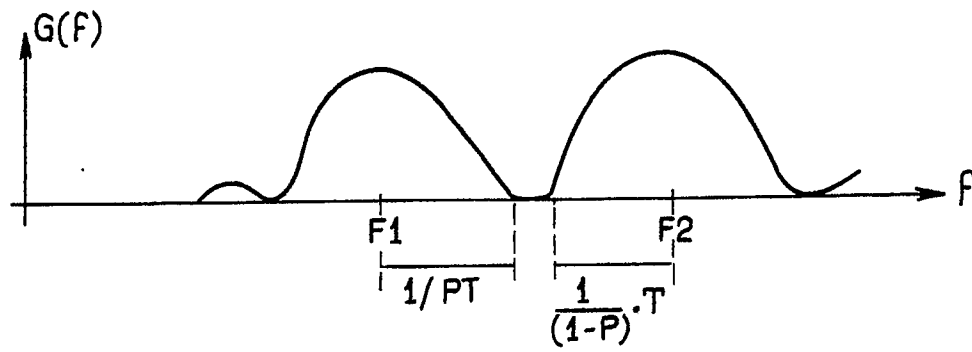


FIG. 4

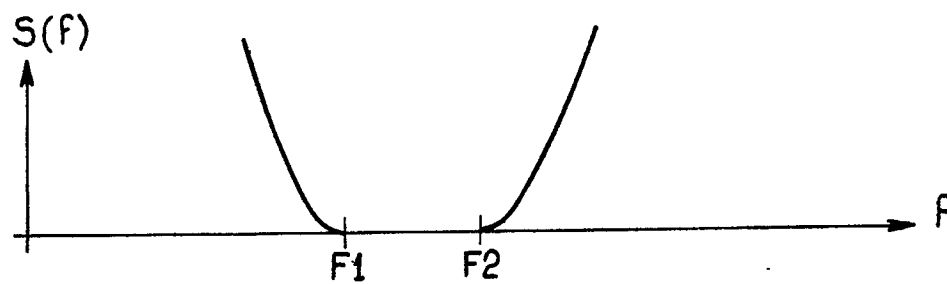


FIG. 5

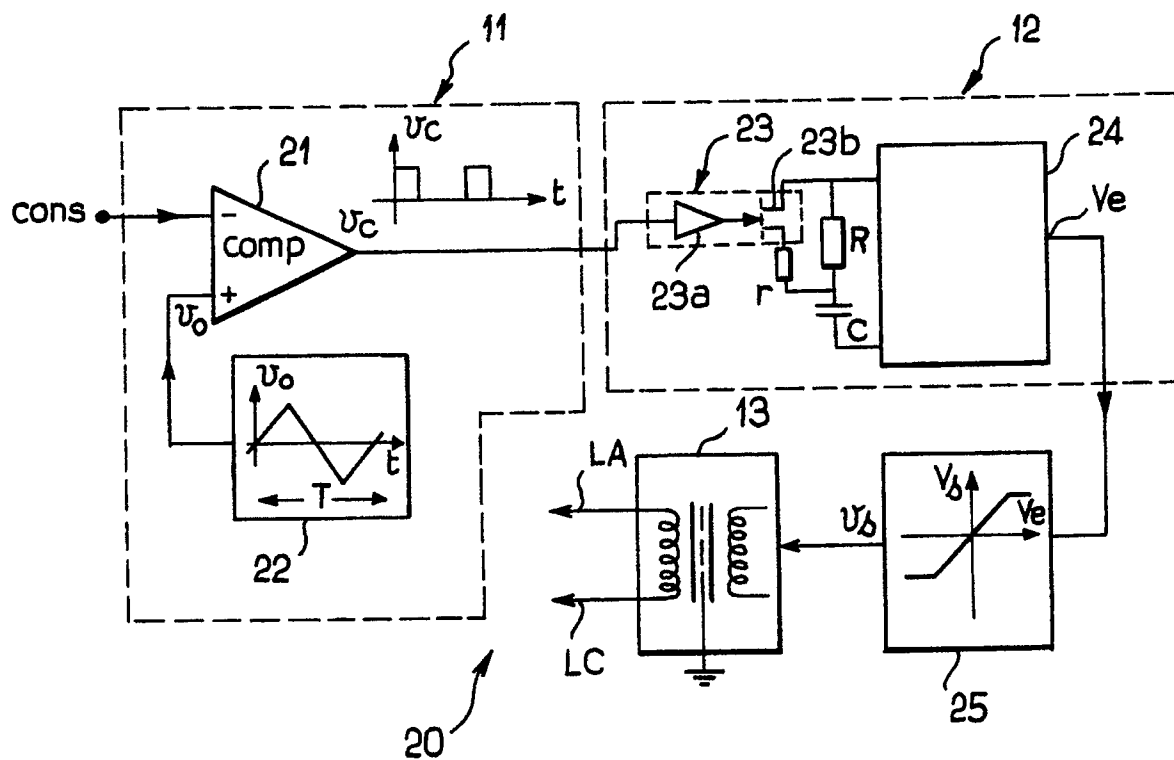


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 2136

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y, D	SIEMENS COMPONENTS. vol. XXII, no. 1, 1987, MUNCHEN DE pages 8 - 11; M. JUNG: "Potential-Free Transmission of DC Voltage Signals Using Pulse-Width Modulation" * le document en entier *	1-7, 9-14, 16	G08C19/22 G08C25/00
Y, D	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ELECTRONICS CONFERENCE. vol. 21, 1965, OAK BROOK, ILLINOIS pages 180 - 185; A. L. PACHYNSKI: "Journal temperature data transmission system using pulse duration modulation" * page 181, colonne de gauche, lignes 1 - 52 * * page 181, colonne de droite, ligne 58 - page 182, colonne de droite, ligne 24; figures 4-6, 8, 9 *	1-7, 9-14, 16	
Y	RADIO FERNSEHEN ELEKTRONIK. vol. 30, no. 4, 1981, BERLIN DD pages 249 - 251; H. JULITZ: "10-Kanal-Telemetrieanlage" * le document en entier *	1, 2, 5, 7, 11, 13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
Y	FR-A-2210311 (ARNOULT) * revendications 1, 3, 6, 8; figure 1 *	3, 9	G08C H04L
Y	INSTRUMENTS AND EXPERIMENTAL TECHNIQUES. vol. 30, no. 1, janvier 1987, NEW YORK US pages 148 - 151; E. P. BOCHKAR et al: "Analog-digital optical telemetry line" * page 149, lignes 1 - 4; figure 1 *	12	
Y	US-A-3651765 (GRUNDY) * colonne 3, lignes 8 - 63; revendication 1; figures 1-3 *	16	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11 SEPTEMBRE 1990	Examineur WANZEELE R. J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite F : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			