

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 583 942

②1 N° d'enregistrement national :

86 08792

⑤1 Int Cl⁴ : H 04 B 9/00; G 08 C 23/00.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 18 juin 1986.

③0 Priorité : IT, 20 juin 1985, n° 21 229 A/85.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 52 du 26 décembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : SOCIETA' CAVI PIRELLI
Società per Azioni, société par actions de droit italien. —
IT.

⑦2 Inventeur(s) : Sebastiano Luridiana et Ugo Maregatti.

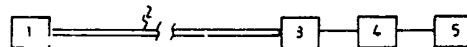
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Armengaud Jeune, Cabinet Lepeudry.

⑤4 Installation de télé-alimentation à guide optique.

⑤7 L'invention se rapporte à la transmission de l'énergie.
Dans cette installation, l'énergie émise par une source lumi-
neuse 1 est transmise le long d'un guide optique 2 et conver-
tie en énergie électrique par un convertisseur 3 éventuellement
suivi d'un dispositif variateur 4, pour alimenter une charge
électrique 5.

Principales applications : alimentation de dispositifs de me-
sure, capteurs ou actionneurs dans des environnements de
certaines limitations telles que les hautes tensions électriques,
les perturbations électromagnétiques, les agents chimiques, la
présence d'explosifs, etc.



FR 2 583 942 - A1

D

La présente invention concerne une installation de télé-alimentation dans laquelle l'énergie nécessaire pour alimenter un circuit ou d'une façon générale une charge électrique est transmise sous la forme d'énergie lumineuse le long d'au moins un guide optique et transformée ensuite en énergie électrique.

Dans la présente description, on entend par l'expression énergie lumineuse l'énergie associée à un rayonnement électromagnétique d'une fréquence comprise entre 10^{13} et 3×10^{15} Hz et cette expression couvre donc également les rayonnements électromagnétiques non perceptibles visuellement comme, par exemple, les rayonnements infrarouges et les rayonnements ultraviolets mais qui ont des propriétés analogues à celles de la lumière visible.

On entend d'une façon générale par l'expression guide optique un élément approprié pour la transmission du rayonnement lumineux. Un guide optique comprend donc au moins un élément diélectrique de grande longueur et transparent (au moins pour une partie du spectre du rayonnement lumineux), ainsi que d'autres composants assurant des fonctions optiques et/ou mécaniques. On peut donc citer comme exemples de guides optiques, les fibres optiques, tant en matière plastique qu'en matière vitreuse, les faisceaux de fibres, ce qu'on appelle les guides optiques plats, les câbles optiques comprenant un ou plusieurs des éléments précédents, etc..

Dans de nombreuses applications techniques, on peut se contenter d'une quantité d'énergie relativement petite pour alimenter des appareils de type électrique situés dans des positions ou dans des environnements où l'utilisation de conducteurs d'alimentation électriques est, soit impossible, soit malcommode.

Par exemple, la liaison entre la source d'énergie et l'utilisateur, ou le point d'utilisation lui-même peut être affecté de limitations environnementales, telles que de hautes tensions électriques, des perturba-

tions électromagnétiques, des agents chimiques, la présence d'explosifs, etc.. Dans d'autres cas, il est au contraire nécessaire de réaliser un découplage électrique total, non seulement des signaux qui portent les informations mais également des alimentations.

La distance entre la source et l'utilisateur peut être notable, ou au contraire se réduire à des valeurs très petites, de l'ordre du mètre ou d'une fraction de mètre comme, par exemple, lorsque seul le découplage électrique est exigé.

Il est en outre fréquent que l'énergie dont on a besoin localement soit relativement limitée, comme cela se produit, par exemple, dans les dispositifs de mesure, de surveillance ou de contrôle dans lesquels l'énergie demandée par la charge est celle qui est nécessaire pour le fonctionnement d'un transducteur et pour la transmission de l'information, éventuellement après un premier traitement.

Une solution qui a été proposée, outre celle, bien connue, qui consiste à alimenter ces charges avec des piles ou accumulateurs locaux que l'on peut remplacer périodiquement, est celle qui consiste à utiliser des cellules solaires, convenablement raccordées et montées pour fournir la puissance électrique voulue. Outre le fait qu'elle n'est pas toujours réalisable, cette solution présente le notable inconvénient de rendre l'alimentation fonction des conditions atmosphériques et du cycle jour/nuit.

Une autre solution proposée consiste à transmettre l'énergie sous une forme différente de l'énergie électrique mais susceptible de subir une reconversion locale. A cette fin, il a déjà été proposé d'utiliser un fluide sous pression (l'air comprimé) transporté le long d'une canalisation pour alimenter un générateur électromagnétique qui fournit l'énergie électrique à l'appareil qu'il s'agit d'alimenter. Ce dispositif s'est révélé en-

combrant, notablement compliqué et surtout peu fiable.

Un but de la présente invention consiste donc à réaliser une installation de télé-alimentation pour une charge électrique dans laquelle l'énergie soit transférée de la source à la charge à l'aide de moyens de transport et de conversion simples et économiques et sous une forme qui permette de résoudre les problèmes qui ont été exposés plus haut, en particulier en ce qui concerne la transformation finale en énergie électrique.

Un autre but de l'invention consiste à réaliser une installation de télé-alimentation pour une charge électrique dans laquelle l'énergie soit transmise sous la forme d'énergie lumineuse et transformée en énergie électrique grâce à des circuits de transformation optico-électriques associés à des moyens permettant de faire varier les caractéristiques de tension et/ou d'intensité de l'énergie électrique fournie pour les adapter à la charge.

L'invention a pour objet une installation de télé-alimentation caractérisée en ce qu'elle comprend :

- une source d'énergie lumineuse ;
- un guide optique dont une extrémité est accouplée optiquement à ladite source ;
- au moins un convertisseur optico-électrique accouplé à l'autre extrémité du guide optique pour transformer en énergie électrique l'énergie lumineuse reçue ;
- des moyens permettant de faire varier les caractéristiques de tension et/ou d'intensité de la puissance électrique disponible sur ledit convertisseur en fonction de la charge électrique à alimenter.

Selon une forme préférée de réalisation de l'invention, la transmission de l'énergie lumineuse se produit dans le mode impulsionnel.

Les figures du dessin annexé, donné uniquement à titre d'exemple, feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ce dessin,

la figure 1 est un schéma blocs de l'installa-

tion selon l'invention ;

la figure 2 représente une forme de réalisation dans laquelle le guide optique comprend un câble à plusieurs fibres optiques avec transmission continue de l'énergie ;

les figures 3 et 4. représentent des formes de réalisation de l'installation qui prévoient la transmission d'énergie lumineuse modulée, respectivement le long d'une fibre et le long de deux fibres.

La figure 1 représente schématiquement l'installation selon l'invention, qui comprend une source d'énergie lumineuse 1 accouplée à une extrémité d'un guide optique 2, par exemple, d'un câble à fibres optiques, dont l'autre extrémité est accouplée à un dispositif 3 qui comprend un ou plusieurs convertisseur(s) optico-électrique(s) pour alimenter une charge électrique 5. Des moyens 4 sont prévus pour faire varier la tension et/ou l'intensité de la puissance électrique disponible à la sortie du convertisseur 3.

La transmission de l'énergie lumineuse peut se produire selon différentes modalités, qui sont déterminées, tant par le type de fonctionnement de la source que par le type de raccordement entre la source et le guide optique.

La transmission peut être du type continu, ce qui signifie que la puissance transmise est constante dans le temps et produit dans les convertisseurs une puissance électrique constante dans le temps.

Le rayonnement lumineux qui se propage le long du guide optique peut également être modulé (en amplitude), ce qui signifie que la puissance transmise n'est pas constante dans le temps et que la valeur de la puissance disponible aux bornes des convertisseurs n'est donc pas constante. Un type de modulation peut être la modulation par impulsions, dans laquelle l'énergie lumineuse transmise présente une valeur constante pendant un certain intervalle de temps et nulle pendant un autre in-

tervalle de temps.

Pour ce type de modulation en TOUT OU RIEN, on peut définir une fréquence et un taux de charge, qui signifie le rapport entre la durée de l'impulsion d'énergie lumineuse transmise et la durée totale du cycle. Par exemple, la fréquence peut être d'environ 10 kHz et le taux de charge peut varier de 10 à 90 % en fonction de facteurs tels que la puissance de la source, l'énergie demandée par la charge, etc..

On peut également considérer comme une transmission impulsionnelle celle dans laquelle la puissance transmise ne s'annule pas réellement dans la partie RIEN du cycle mais reste constante à une valeur relativement basse. Cette situation correspond en fait à la combinaison d'une transmission du type continu et d'une transmission du type impulsionnel.

Un autre type de modulation est celui dans lequel la puissance transmise varie de façon périodique, même sans discontinuité, en engendrant aux bornes du convertisseur une puissance instantanée qui est variable dans le temps. Par exemple, l'intensité du rayonnement lumineux peut varier périodiquement (par exemple à une fréquence comprise entre 1 et 300 kHz) et avec une allure sinusoïdale, triangulaire, en dents de scie, etc..

Certaines de ces formes de modulation peuvent être obtenues en agissant sur la source aussi bien que sur le raccordement entre la source et le guide optique ; d'autres formes peuvent être obtenues en intervenant exclusivement et directement sur la source.

On se reportera maintenant à la figure 1. La source d'intensité lumineuse 1 peut être réalisée de différentes façons et comprend un ou plusieurs émetteur(s) de lumière. Elle peut être simplement constituée par une lampe d'une puissance appropriée qui est accouplée optiquement à un guide optique 2, à travers un dispositif de focalisation. La source 1 peut comprendre des moyens permettant de rendre intermittente la production de l'éner-

gie lumineuse ou encore sa transmission au câble optique comme, par exemple, un écran (un obturateur perforé) qui tourne entre la lampe et le guide optique.

5 La source peut être réalisée au moyen d'une ou plusieurs diode(s) émettrice(s) de lumière (DEL) et comprendre les dispositifs de pilotage qui sont nécessaires pour assurer l'émission continue ou modulée du rayonnement lumineux.

10 Finalement, la source peut comprendre un ou plusieurs laser(s), aussi bien du type à émission continue (CW) que du type impulsionnel, avec les nécessaires circuits de pilotage.

15 Le guide optique 2 peut être un câble qui comprend une ou plusieurs fibre(s) optique(s) ou un ou plusieurs faisceau(x) de fibres, les fibres étant contenues dans une gaine, et les éventuels éléments résistants mécaniques. Lorsque l'alimentation sert pour un instrument de surveillance ou de mesure, une des fibres optiques peut être utilisée pour la transmission du signal détecté et être avantageusement logée dans le même câble que la fibre (ou les fibres) utilisée(s) pour le transport de l'énergie.

20 Le dispositif de conversion comprend un ou plusieurs convertisseur(s) optico-électrique(s) de différents types, par exemple des cellules photoélectriques ou, de préférence, des dispositifs connus tels que les diodes PIN (positif-intrinsèque-négatif) ou PDA (photo-diode à avalanche).

30 La charge 5, généralement constituée par un circuit utilisateur, est d'un type qui varie selon les besoins, tandis que le dispositif variateur 4 sera illustré de façon plus détaillée dans les exemples de réalisation qui suivent.

35 Sur les figures 2 à 4, qui illustrent certaines formes de réalisation de l'invention, on a utilisé les mêmes références numériques pour désigner des parties identiques ou correspondantes.

La forme de réalisation représentée sur la figure 2 comprend un câble 2 formé d'une pluralité de fibres optiques, par exemple, du type multimodal, de préférence avec un profil d'indice de réfraction à gradins (à saut d'indice), ce câble étant placé entre la source 1, qui comprend une pluralité d'émetteurs de lumière 11 et un nombre équivalent de diodes convertisseurs 31 du type PIN.

La source 1 comprend une pluralité de lasers du type à émission continue, pilotés et alimentés par un circuit de commande 12. En variante, les émetteurs pourraient être des diodes DEL ou encore des lampes ou des combinaisons de ces composants. Les diodes 31 qui constituent le convertisseur optico-électrique sont connectées en série de manière à donner une tension de sortie V_s égale à la somme des tensions qui sont disponibles aux bornes de chaque diode PIN (de l'ordre d'environ 0,5 Volt). Plus généralement, les diodes peuvent être connectées en batterie, c'est-à-dire en combinaisons série/parallèle, capables de fournir à la sortie des valeurs désirées de tension et d'intensité. Les dispositifs de ce type constituent des moyens à l'aide desquels la tension et/ou l'intensité fournie par les convertisseurs est portée à des valeurs appropriées pour l'alimentation de la charge 5.

Sur la figure 3, on a représenté une forme de réalisation dans laquelle l'énergie lumineuse est modulée et, en particulier, transmise dans le mode impulsionnel par une source 1 qui comprend un unique émetteur de lumière 11, le long d'une fibre optique appartenant à un câble 2. Dans ce cas, l'émetteur de la source est une diode DEL ou un laser commandé par un circuit 12. A l'autre extrémité de la fibre optique, est accouplée une diode PIN 31 reliée à un élément inductif, en particulier à l'enroulement primaire d'une autotransformateur élévateur 33. L'intensité variable par impulsions qui circule dans l'enroulement primaire induit une tension

variant par impulsions, et plus élevée, sur l'enroulement secondaire qui est raccordé d'une façon connue à une diode redresseuse 38 et à un élément capacitif constitué par un condensateur 39 de manière à permettre de
5 disposer d'une tension continue sur la charge 5. Dans l'installation de la figure 3, l'énergie transmise le long de la fibre optique peut être modulée dans le mode continu non impulsif.

Dans la variante de réalisation représentée sur
10 la figure 4, la source 1 comprend deux émetteurs 11 qui fonctionnent en alternance, qui sont accouplés à autant de fibres optiques 21 appartenant à un câble 2. Le circuit de commande 12 est de nature à provoquer l'émission d'énergie lumineuse par les deux émetteurs dans un mode
15 alternatif. Les diodes 31, du type PIN, qui sont accouplées aux extrémités des fibres optiques 21, ont des bornes connectées entre elles et connectées à la prise centrale de l'autotransformateur 34 qui constitue l'élément inductif, tandis que leurs autres bornes sont connectées à des prises intermédiaires de ce même autotrans-
20 formateur.

De cette façon, il circulera dans le circuit de l'enroulement primaire une intensité du type alternatif composée de deux formes d'ondes à impulsions possédant
25 des sens opposés. Deux diodes redresseuses 38 et un condensateur 39 sont connectés à l'autotransformateur 34 de façon à réaliser un alimentateur du type à deux demi-ondes qui est en mesure de fournir une tension continue à la charge 5.

Dans les formes de réalisation représentées sur
30 les figures 3 et 4, l'énergie lumineuse est transmise dans le mode impulsif le long des guides optiques, en particulier le long des fibres optiques, et les puissances instantanées fournies par la conversion optico-
35 électrique sont elles aussi du type impulsif et plus facilement modifiables.

Cette plus grande flexibilité peut rendre préfé-

rable la transmission de l'énergie lumineuse sous la forme modulée et, en particulier, impulsionnelle, même si la puissance moyenne transmise est inférieure à celle qui peut être obtenue par une transmission à niveau constant. Toutefois, il convient de garder présent à l'esprit le fait qu'au moyen d'interrupteurs électroniques commandés, il est également possible de rendre variable par impulsions la tension continue tirée d'une installation telle que celle de la figure 2 afin de pouvoir modifier la tension d'alimentation fournie à la charge.

D'autre part, le circuit situé en amont de la charge 5 sur les figures 3 et 4 équivaut sensiblement à un générateur de tension continue et, par conséquent, deux ou plus de deux de ces circuits, qui sont alimentés par les guides optiques correspondants, peuvent être connectés en série et/ou en parallèle.

Lorsqu'on prévoit un fonctionnement intermittent de la charge, c'est-à-dire lorsque l'absorption de l'énergie par la charge se produit par périodes ou cycles séparés par des intervalles de temps, constants ou non, dans lesquels il n'y a sensiblement aucune absorption d'énergie, il peut être avantageux de transmettre également l'énergie pendant l'intervalle compris entre deux cycles de fonctionnement de la charge et de la stocker ; en effet, dans ce cas, la puissance représentée par la charge peut être supérieure à la puissance transmise, continue ou modulée. Dans les formes de réalisation des figures 3 et 4, l'énergie peut être utilisée pour charger un élément capacitif tel que le condensateur 39. Le condensateur sera alors partiellement déchargé pendant le bref fonctionnement de l'appareil utilisateur, représenté schématiquement par la charge 5, et il recommencera à se charger pendant le cycle de fonctionnement suivant.

Une autre variante peut être celle qui consiste à utiliser comme élément accumulateur d'énergie un accumulateur rechargeable, par exemple du type Ni-Cd. Dans

ce cas, la tension aux bornes de la charge peut rester constante pendant les phases de charge et de décharge. Pour simplifier, cette forme de réalisation n'a pas été représentée expressément, du fait qu'elle est identique
5 à celle des figures 3 et 4, dans laquelle le condensateur 39 est remplacé par un ou plusieurs accumulateur(s) rechargeable(s) convenablement interconnectés.

Les modalités du fonctionnement intermittent sont particulièrement avantageuses lorsque la grandeur à
10 mesurer ou à commander varie lentement (par exemple, la température d'un corps possédant une grande capacité thermique) et elles permettent d'utiliser des dispositifs opto-électroniques même de très faible puissance.

En particulier, l'invention permet une alimenta-
15 tion à distance ou découplée d'appareils électroniques (appareils de mesure, capteurs, actionneurs, etc.) qui exigent des quantités d'énergie limitées et comportent déjà la présence d'un câble optique le long duquel le signal mesuré doit être transmis.

Il est en outre possible de moduler la puissance
20 lumineuse transmise de manière à lui associer également des informations capables de commander le fonctionnement de l'appareil qui constitue la charge. Par exemple, la modulation de la puissance lumineuse pourrait
25 contenir une composante filtrable (par exemple, au niveau électrique, c'est-à-dire en aval du convertisseur, à l'aide d'éléments réactifs appropriés) qui contiendrait des signaux d'actionnement, d'interruption ou toutes sortes d'ordres pour l'appareil qui constitue la
30 charge.

Finalement, la puissance transmise le long du guide optique n'est pas nécessairement petite. A titre indicatif, la limite supérieure est actuellement de l'ordre de 1 watt et elle est fixée par la technologie des
35 composants opto-électroniques dont on dispose.

Il va de soi que des modifications pourront être apportées par l'homme de l'art à l'installation qui

vient d'être décrite à titre d'exemple non limitatif, notamment par substitution des moyens techniques équivalents, sans pour cela sortir du cadre de l'invention.

R E V E N D I C A T I O N S

- 1 - Installation de télé-alimentation, caracté-
risée en ce qu'elle comprend :
- une source d'énergie lumineuse (1) ;
 - un guide optique (2) dont une extrémité est
5 accouplée électriquement à ladite source ;
 - au moins un convertisseur optico-électrique
(3) accouplé à l'autre extrémité du guide optique pour
transformer en énergie électrique l'énergie lumineuse re-
que ; et
 - 10 - des moyens (4) permettant de faire varier les
caractéristiques de tension et/ou d'intensité de la puis-
sance électrique disponible sur ledit convertisseur en
fonction de la charge électrique (5) qu'il s'agit d'ali-
menter.
- 15 2 - Installation selon la revendication 1, ca-
ractérisée en ce que ladite source (1) comprend un ou
plusieurs émetteur(s) d'énergie lumineuse (11, 12).
- 3 - Installation selon la revendication 1 ou la
revendication 2, caractérisée en ce que ladite énergie
20 lumineuse est émise par ladite source d'une façon conti-
nue et avec une puissance constante.
- 4 - Installation selon la revendication 3, ca-
ractérisée en ce que ledit guide optique (2) comprend un
câble possédant une pluralité de fibres optiques dont
25 chacune présente une extrémité accouplée optiquement à
la source et l'autre extrémité accouplée optiquement à
un convertisseur optico-électrique (31), les sorties des-
dits convertisseurs étant connectées entre elles en bat-
terie.
- 30 5 - Installation selon l'une des revendications
1 et 2, caractérisée en ce que ladite énergie lumineuse
est transmise sous la forme modulée.
- 6 - Installation selon la revendication 5, ca-
ractérisée en ce que ladite énergie lumineuse est émise
35 d'une façon non constante par la source.

7 - Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que ladite énergie est transmise sous une forme variable par impulsions.

5 8 - Installation selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisée en ce que lesdits moyens (4) permettant de faire varier les caractéristiques de la puissance électrique comprennent au moins un élément inductif (33, 34), un circuit redresseur (38) et un élément accumulateur d'énergie (39).

10 9 - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que la charge électrique (5) est alimentée de façon variable et en ce que ledit élément accumulateur (39) est également chargé entre deux fournitures d'énergie successives à la charge.

15 10 - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que ledit élément accumulateur (39) est du type capacitif.

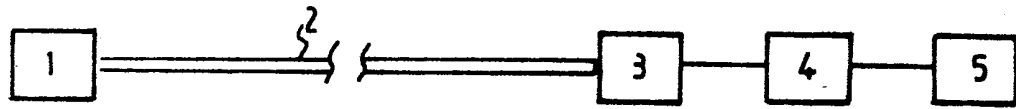


Fig. 1

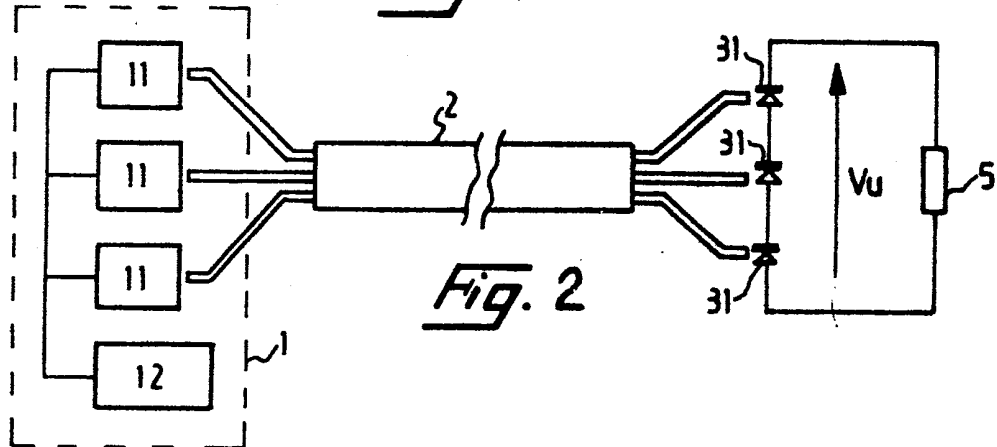


Fig. 2

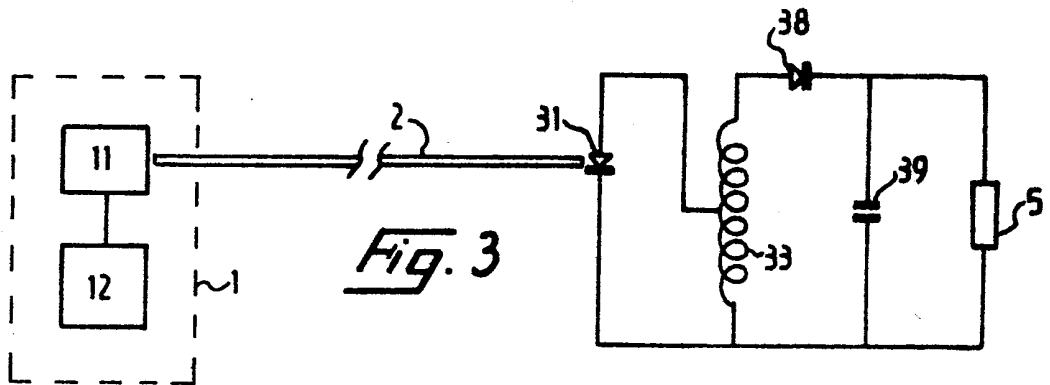


Fig. 3

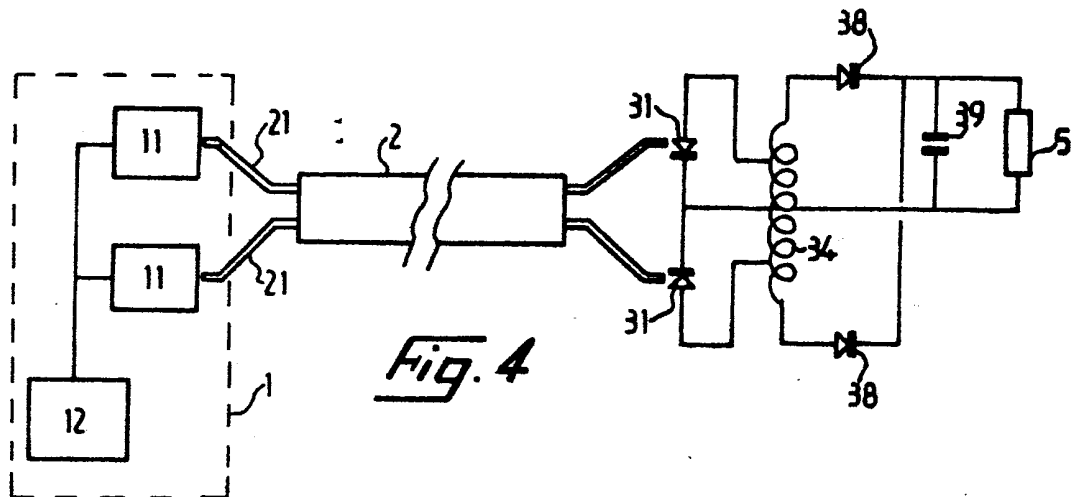


Fig. 4