

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 496 257

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 26699**

(54) Procédé et installation de lecture automatique à courte distance d'informations numériques représentant une consommation, notamment d'énergie électrique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 D 5/26; G 01 R 13/02, 21/00; G 02 F 1/015;
H 04 B 9/00 // G 08 C 19/36.

(22) Date de dépôt..... 16 décembre 1980.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 24 du 18-6-1982.

(71) Déposant : ELECTRICITE DE FRANCE (service national), établissement public, résidant en France.

(72) Invention de : Philippe Lefevre.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

- 1 -

Procédé et installation de lecture automatique à courte distance d'informations numériques représentant une consommation, notamment d'énergie électrique

La présente invention concerne la lecture automatique à courte distance d'informations numériques représentant une consommation et elle trouve une application particulièrement importante, bien que non exclusive, constituée par le relevé automatique des informations en provenance d'un compteur d'énergie électrique, ce dernier terme devant être interprété dans un sens large et comme désignant soit un appareil effectuant directement la mesure de l'énergie consommée, soit un appareil totalisant ou traitant des données provenant de l'appareil de mesure de consommation proprement dit.

On a déjà proposé de très nombreux systèmes de relevé automatique à distance de compteurs : on trouvera par exemple une description des principaux types utilisables dans l'article de S.J. BAILEY "Remote reading of utility meters" dans CONTROL ENGINEERING, juin 1972, pp. 52-57. Dans la plupart des cas, les données sont transmises par l'intermédiaire de lignes électriques (brevet FR 2 165 437), bien qu'on ait également envisagé la transmission par radio et même par voie acoustique directe (brevet FR 2 034 960).

Par ailleurs, la comparaison des différents moyens de transmission d'information sans fil (radio, ultrasons, signaux optiques) a montré la supériorité de la transmission optique sur les deux autres dans le cas envisagé ici (lecture à courte distance). La transmission de données par infrarouge est déjà utilisée dans le domaine grand public, notamment pour la commande des téléviseurs. Elle est maintenant envisagée pour interconnecter des terminaux à un ordinateur dans un centre de calcul par modulation d'une lumière transmise librement : l'article de Fritz R. GFELLER et URS. BAPST "Wireless in-house data communication via diffuse infra-

- 2 -

"red radiation" donne une étude théorique exhaustive de cette approche et une application.

La présente invention vise à fournir un procédé et un dispositif de lecture automatique locale répondant 5 mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en évitant d'avoir recours à un support matériel de transmission qui impose d'ailleurs des connecteurs, en limitant les risques d'erreur et en accélérant et simplifiant la procédure de relève.

10 Dans ce but, l'invention propose notamment un procédé de lecture automatique à courte distance d'informations numériques représentant une consommation, notamment d'énergie électrique, par transfert de données sous forme binaire d'un appareil de comptage à un dispositif récepteur, caractérisé notamment en ce que ledit transfert est effectué par modulation d'un signal lumineux sans contact mécanique ou électrique, donc avec 15 une séparation galvanique complète entre appareils.

Le signal lumineux est avantageusement modulé 20 à la fois en durée et en phase. On obtient ainsi une redondance qui limite le risque d'erreur non décelée. Le fait que l'absence de porteuse ne correspond pas à 25 l'un des deux niveaux binaires (0 et 1) assure une grande sécurité et évite que la coupure du signal pendant une durée brève n'entraîne la confusion entre les deux niveaux. Ces deux niveaux pourront par exemple être 30 représentés l'un par la présence du signal lumineux pendant les deux premiers tiers d'une période constante de répétition, l'autre par la présence du signal lumineux pendant le dernier tiers de la période. On utilisera 35 avantageusement un signal lumineux dans une bande étroite du spectre infrarouge : la longueur d'onde de 0,95 µm est particulièrement intéressante car elle correspond au spectre d'émission des diodes à arseniure de gallium du commerce. Pour bien différencier le signal utile de la luminosité ambiante, ce qui permet de s'affranchir de la nécessité de conducteurs optiques, on

- 3 -

pourra de plus moduler en amplitude la lumière émise, à une fréquence qui pourra être de quelques dizaines de kHz lorsque le débit d'informations sera à la cadence de 1200 bauds, déjà couramment utilisée en télétransmission. L'existence d'une modulation d'amplitude à une fréquence bien définie facilite par ailleurs la synchronisation, au niveau de l'appareil de comptage comme au niveau du dispositif récepteur, et permet la sélection par un filtre dans le dispositif récepteur.

10 L'invention propose également une installation de relève automatique permettant de mettre en oeuvre le procédé ci-dessus défini.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un procédé et d'une installation qui en constituent un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

20 - la figure 1 est un schéma montrant la représentation des niveaux 1 et 0 par modulation en durée et en phase du signal lumineux ;

- la figure 2 est un schéma montrant la constitution d'un message de transmission représentant le nombre 0 1 1 0 0 1 0 1 ;

25 - les figures 3 et 4 sont des synoptiques montrant la constitution de principe d'un dispositif d'émission et d'un dispositif récepteur utilisables dans une installation suivant l'invention ;

- la figure 5 est un synoptique montrant la 30 constitution d'un dispositif émetteur/récepteur à alternat.

On décrira tout d'abord, en faisant référence aux figures 1 et 2, la structure du signal utilisé pour la transmission de l'information, et en particulier le 35 type de modulation choisi.

Le signal lumineux sera avantageusement dans le proche infrarouge. Comme indiqué plus haut, il est

- 4 -

avantageux d'utiliser une bande étroite centrée sur la longueur d'onde de $0,95 \mu\text{m}$, qui correspond au spectre d'émission des diodes à l'arseniure de gallium disponibles dans le commerce. La modulation choisie est telle que la transmission d'un chiffre binaire, ou bit, prenne un temps constant, que ce chiffre corresponde à un niveau 0 ou à un niveau 1, afin que la durée de transmission d'un message soit constante quel que soit son contenu.

10 Le niveau 0 et le niveau 1 seront identifiés par une double modulation en phase et en durée, de façon à faciliter la différenciation. On peut notamment, comme indiqué sur la figure 1, adopter une modulation dans laquelle :

15 - un niveau "1" correspond à l'émission lumineuse pendant les deux premières fractions, de durée unitaire $T/3$, de la durée de transmission d'un bit ;
 - un niveau "0" correspond à l'émission lumineuse pendant la dernière fraction $T/3$ de la durée
 20 T correspondant à un bit.

On peut évidemment adopter d'autres dispositions que celle définie ci-dessus, qui a toutefois l'avantage de la simplicité.

Si on adopte un débit de transmission d'informations de 1200 bauds, c'est-à-dire l'un des débits classiquement utilisés en télétransmission, la durée T de répétition sera égale à 0,833 milliseconde.

Pour qu'il soit possible de différencier le signal de la lumière ambiante, on le modulera avantageusement en amplitude, à une fréquence constante, ce qui permet un filtrage à la réception et permet de plus une commande simple par comptage, comme on le verra plus loin.

On choisira par exemple, pour la modulation d'amplitude, une fréquence égale à 57,6 kHz correspondant 35 à 48 oscillations pendant la durée T.

Les messages transmis ont avantageusement le format représenté en figure 2, qui correspond à une

- 5 -

transmission des bits de données par octet. Toutefois, ce format n'est absolument pas limitatif.

Sur la figure 2, les données proprement dites, représentées par un octet 6 (correspondant au nombre 5 0 1 1 0 0 1 0 1) sont précédées d'un en-tête 7 de début de message et suivies d'un bit 8 de parité et d'un bit 9 de fin.

L'en-tête 7 est destiné à permettre l'identification d'un début de message et la synchronisation.

- 10 Dans le format illustré sur la figure 2, cet en-tête 7 est constitué par la présence du signal modulé en amplitude pendant une durée égale à $5T/3$, suivie d'une absence de modulation pendant une durée $T/3$. De façon classique, le bit de parité 8 est déterminé pour que 15 la parité de l'ensemble du message (c'est-à-dire de l'ensemble des bits occupant les périodes T_3 à T_{11}) soit paire. Enfin, le bit de fin 9 correspond à une absence de signal lumineux modulé en amplitude pendant la période T_{12} . Naturellement, la transmission d'un 20 relevé exigera l'envoi successif de plusieurs messages ayant le format montré en figure 2, de durée 12 T.

La lecture à distance, avec transmission d'informations à l'aide de messages du genre montré en figures 1 et 2, peut s'effectuer dans une installation comportant un dispositif d'émission du genre 25 montré en figure 3, associé à un appareil de comptage et un dispositif récepteur du genre montré en figure 4.

Le dispositif d'émission 10 montré en figure 3 comprend un microprocesseur 12 qui commande entièrement l'émission. Le microprocesseur 12 est associé à une mémoire vive ou RAM 14 et à une horloge 16, par exemple à 3,6864 MHz, qui constitue la base de temps de l'ensemble du dispositif d'émission.

La succession des octets à transmettre est stockée dans la mémoire vive 14. La succession des octets à transmettre est stockée dans la mémoire vive 14 par un microprocesseur associé à un dispositif de

- 6 -

comptage 18. Ce microprocesseur, une fois qu'il a stocké les informations à transmettre dans un format convenable, commande la transmission en 20. Une sortie 21 du microprocesseur 12 indique que la transmission 5 est terminée.

La fréquence de modulation en amplitude du signal émis est obtenue à partir de la base de temps, par exemple par division de la fréquence d'horloge 64 dans un diviseur 22. La fréquence de modulation en 10 amplitude est appliquée à un amplificateur de courant 24 par l'intermédiaire d'une porte ET 26 dont l'entrée de validation est reliée à une sortie 25 du micro- 15 processeur 12. Le microprocesseur 12 comporte également une sortie 27 de commande d'alimentation de l'ampli- ficateur de courant 24. La sortie de l'amplificateur 20 est reliée à des moyens d'émission de signal lumineux, constitués sur la figure 3 par un montage en cascade de plusieurs diodes électroluminescentes 29 à l'arseniure de gallium.

Une fréquence de 3600 Hz correspondant à une impulsion pour chaque fraction de période $T/3$, prélevée à une seconde sortie du diviseur 22 et obtenue en divisant la fréquence de base par 1024, est appliquée à une entrée d'interruption masquable 28 du microprocesseur 12, ce qui permet de compter le nombre d'oscillations émises et, donc, d'arrêter la transmission après un nombre déterminé de fractions $T/3$. On sait que le masquage est constitué par la possibilité donnée au microprocesseur d'accepter ou de refuser l'ordre 25 d'interruption qu'il reçoit sur l'entrée correspondante. La plupart des microprocesseurs existants comportent une entrée d'interruption et un signal appliqué sur cette entrée, en dehors des périodes de masquage, suspend le programme en cours d'exécution et effectue 30 un branchement vers une routine de traitement de l'interruption.

Le fonctionnement du dispositif qui vient

- 7 -

d'être décrit apparaît immédiatement. Lorsqu'un niveau 1 doit être transmis, le microprocesseur attend une interruption puis applique un signal de validation sur la porte 26, compte deux interruptions (ce qui correspond à une durée de $2T/3$) puis bloque la porte jusqu'à l'interruption suivante. L'émission d'un niveau 0 s'effectue par fermeture de la porte 26 pendant 32 oscillations ($2T/3$) puis ouverture pendant 16 oscillations ($T/3$).

10 Les fréquences mentionnées plus haut permettent d'exécuter une soixantaine d'instructions entre deux interruptions successives, ce qui permet un contrôle des signaux émis par programme dont la constitution peut être classique.

15 Tous les composants du système sont de type disponible dans le commerce et peuvent être peu coûteux. L'amplificateur 24 peut être constitué par un simple transistor dont le collecteur est relié aux diodes 26. L'alimentation de cet amplificateur est commandée par 20 le microprocesseur 12 et coupée en l'absence d'émission. On minimise ainsi la consommation du dispositif. Si, de plus, on utilise un microprocesseur, une porte ET et un diviseur en C MOS, la consommation est suffisamment faible pour que l'alimentation puisse être assurée 25 par des batteries ou des piles. La simplicité des programmes à exécuter par le microprocesseur permet d'adopter un modèle simple, par exemple à quatre bits, tel que ceux de la série COP 400 de NATIONAL SEMI-CONDUCTOR.

30 Le dispositif récepteur 30 montré en figure 4 peut être constitué en composants de même nature que le dispositif d'émission.

Le dispositif 30 comporte un organe photosensible 32, qui sera généralement une photodiode, 35 prévue pour être exposée au rayonnement émis par les diodes électroluminescentes 26. Cette photodiode est placée en série avec un filtre 34 accordé sur la fréquence de modulation en amplitude du rayonnement. Le

- 3 -

signal fourni par la photodiode est appliqué à un amplificateur 36 à commande automatique de gain, puis à un démodulateur 38. Ce système permet d'éliminer les parasites par filtrage et d'obtenir un signal à peu près indépendant de l'intensité lumineuse du rayonnement reçu, donc de la distance à la source d'émission, aussi long-temps que cette distance n'est pas excessive.

Le signal provenant du démodulateur 38 est envoyé sur une entrée d'échantillonnage 40 et une entrée 10 d'interruption masquable 42 d'un microprocesseur 44. Ce microprocesseur est associé à une mémoire vive non représentée et à une horloge 46 à la même fréquence que l'horloge du dispositif d'émission 10, c'est-à-dire 3,6864 MHz dans l'exemple mentionné plus haut. Le 15 signal de sortie d'horloge est appliqué au microprocesseur 44. Il est également divisé par 256 dans un diviseur 48 et le signal résultant à la fréquence de 14,4 kHz est appliqué sur une seconde entrée d'interruption masquable 50 du microprocesseur.

20 Le fonctionnement du dispositif est le suivant, le microprocesseur 44 étant à l'origine en état de veille, en attente du signal.

Dès le début de réception de l'en-tête 7, un signal démodulé est appliqué sur l'entrée d'interruption 25 42. A partir de ce moment, l'entrée d'interruption 42 est masquée, tandis que l'entrée 50 d'interruption, qui reçoit des signaux à la cadence de 14,4 kHz, est démasquée. Les interruptions dues à l'entrée 50 permettent de compter la durée du signal démodulé appliquée sur l'entrée 40. Le microprocesseur peut ainsi se synchroniser et, de plus, identifier que le signal reçu est un en-tête, de durée égale à $5T/3$. Le microprocesseur une fois synchronisé peut déterminer la suite des 0 et des 1 dans le message envoyé, reconstituer 35 chaque octet à son tour et en effectuer une vérification supplémentaire.

Les données ainsi recueillies peuvent être

- 9 -

- stockées en mémoire du microprocesseur 44. Elles peuvent ensuite être soit déversées par le même mode de transmission dans une machine de traitement de l'information, pour permettre la facturation ultérieure,
5 soit traitées sur place par le dispositif de réception pour établir immédiatement une facture.

Il est possible d'installer le dispositif émetteur et le dispositif récepteur sur le même microprocesseur, et de réaliser ainsi, avec deux systèmes,
10 une liaison bidirectionnelle alternée ; une telle constitution est indiquée sur la figure 5 où les éléments correspondant à ceux des figures 3 et 4 portent le même numéro de référence. Cette caractéristique d'alternance provient du fait qu'à un instant donné le microprocesseur
15 ne peut exécuter qu'un seul programme, celui d'émission ou de réception. De plus, la simultanéité d'émission des deux systèmes n'est pas envisageable à cause des réflexions parasites : en cas d'émission et de réception simultanées, chaque système recevrait à la fois son propre
20 signal et le signal de l'autre.

- 10 -

Revendications

1. Procédé de lecture automatique à distance d'informations numériques représentant une consommation, notamment d'énergie électrique, par transfert de données sous forme binaire, d'un appareil de comptage (18) à un dispositif récepteur (30), caractérisé en ce que ledit transfert est effectué par modulation d'un signal lumineux sans contact mécanique ou électrique.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le signal lumineux est dans le spectre infrarouge et est modulé en amplitude à fréquence constante.
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le signal lumineux est modulé en durée et en phase.
4. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que les niveaux binaires 0 et 1 sont représentés, l'un par la présence du signal lumineux pendant les deux premiers tiers d'une période constante de répétition (T), l'autre par la présence du signal lumineux pendant le dernier tiers de la période (T).
5. Procédé suivant la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que les informations sont transmises sous forme de messages successifs comportant chacun une partie "données" sous forme d'un octet, un en-tête, un bit de parité et un bit de fin.
6. Installation de lecture automatique à distance d'informations numériques représentant une consommation, notamment d'énergie électrique, par transfert de données sous forme binaire, d'un appareil de comptage (18) à un dispositif récepteur (30), caractérisée en ce que l'appareil de comptage est associé à des moyens d'émission d'un signal lumineux et de modulation de ce signal lumineux pour représenter, sous forme binaire, l'information fournie par le dispositif de comptage.
7. Installation suivant la revendication 6,

- 11 -

caractérisée en ce que les moyens d'émission de signal lumineux et de modulation comprennent un microprocesseur de commande (12), muni d'une mémoire (14) et d'une horloge (16), commandant l'alimentation d'un amplificateur (24) relié à des moyens électroluminescents (26), tels que des diodes, ledit microprocesseur commandant également une porte (26) d'application d'une fréquence de modulation en amplitude à l'amplificateur.

8. Installation suivant la revendication 7,
10 caractérisée en ce que les moyens électroluminescents sont des diodes à l'arseniure de gallium.

9. Installation suivant la revendication 6, 7 ou 8, caractérisée en ce que le dispositif récepteur (30) comporte un organe sensible à la lumière, tel qu'une photodiode (32), placé en série avec un filtre (34) et relié à l'entrée d'un microprocesseur par l'intermédiaire d'un amplificateur (36) à commande automatique de gain et d'un démodulateur (38), le microprocesseur étant associé à une base de temps lui permettant, en association avec 20 le signal reçu du démodulateur, de se synchroniser sur le signal lumineux transmis et d'identifier les bits du signal lumineux.

Fig.3.

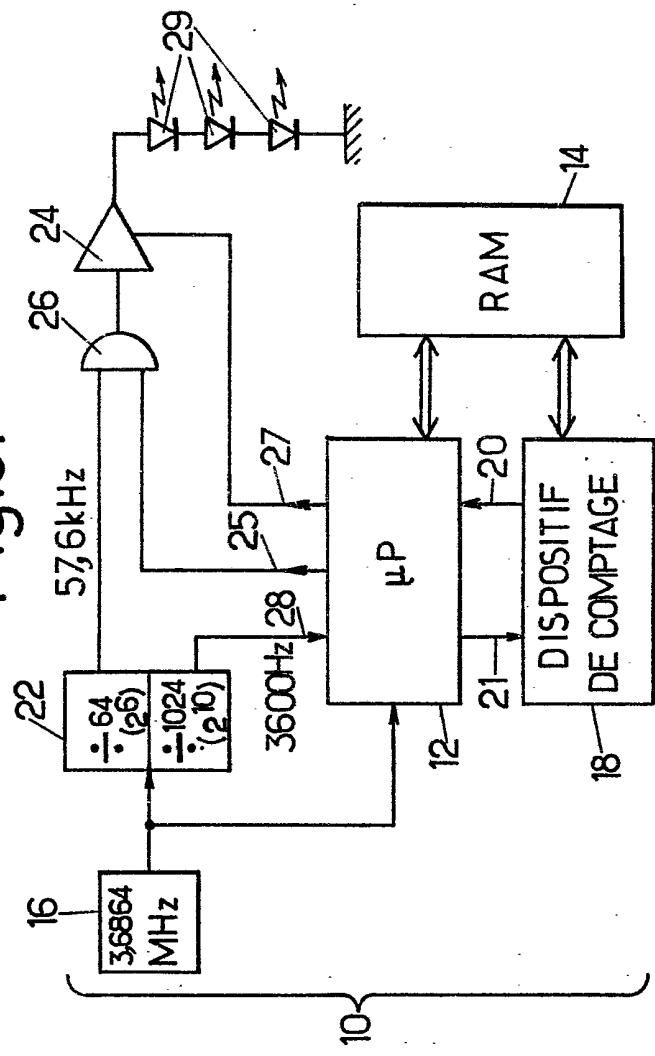


Fig.1.

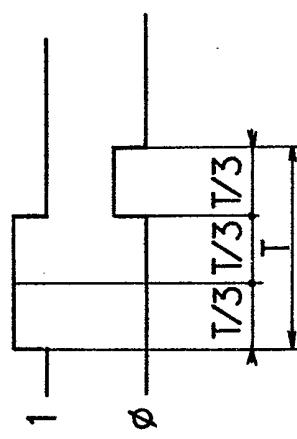
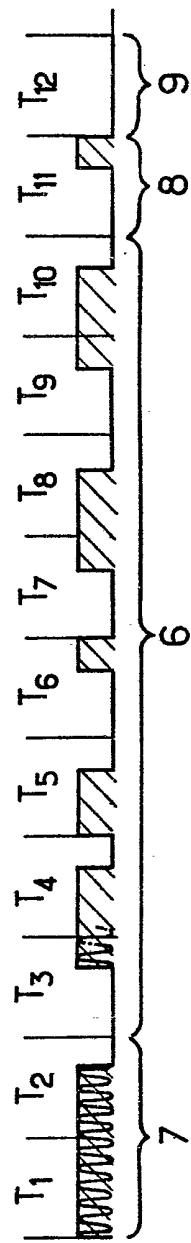


Fig.2



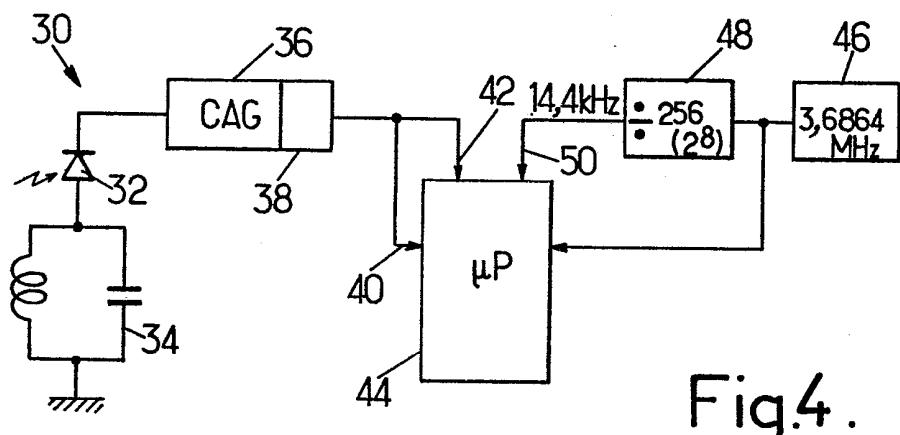


Fig.4.

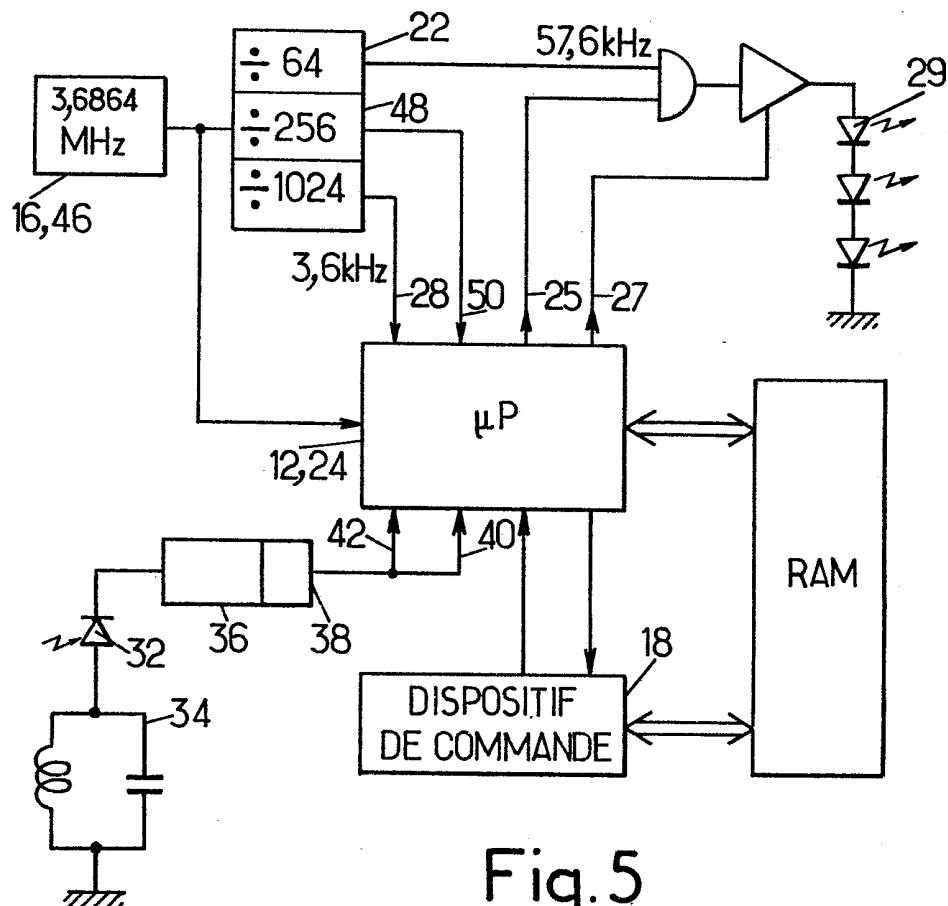


Fig.5