

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 15.01.93.

⑫③ Priorité : 31.01.92 GB 9202085.

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 27.08.93 Bulletin 93/34.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : Société dite: NORTHERN TELECOM LIMITED — CA.

⑦② Inventeur(s) : Jessop Anthony et Hirst Ian Johnson.

⑦③ Titulaire(s) :

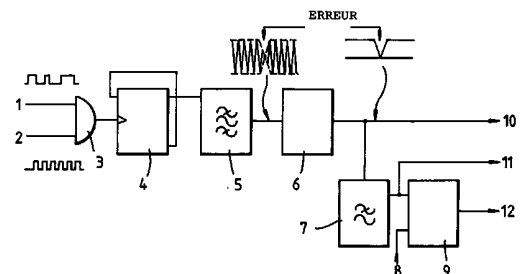
⑦④ Mandataire : Cabinet Simonnot.

⑤④ Ensemble de détection d'erreurs pour ligne de transmission numérique et procédé de surveillance.

⑤⑦ L'invention concerne la détection d'erreurs dans un système à ligne de transmission numérique.

Elle se rapporte à un ensemble de détection d'erreurs par lequel des signaux à disparité cumulée constante sont transmis. L'ensemble comprend un dispositif qui modifie les signaux à certains intervalles sous forme de signaux à  $n$  bits plus un bit de parité, avec des signaux spéciaux reflétant la parité des événements prédéterminés des intervalles immédiatement précédents et ayant des valeurs qui conservent la disparité cumulée constante globale, un dispositif (4) de comptage des événements, et un dispositif (5, 6) de détermination d'un changement des spectres de ligne à  $f_0/2(n+1)$  ou  $f_0/(n+1)$ ,  $f_0$  étant la fréquence de chiffres de ligne.

Application aux lignes sous-marines de transmission.



La présente invention concerne la détection des erreurs dans les systèmes de transmission numérique et en particulier la détection des erreurs dans les systèmes de surveillance de répéteurs immergés.

5 Le brevet britannique n° 1 536 337 décrit un simple détecteur de violation de parité destiné à détecter les erreurs de ligne, en particulier au niveau d'un répéteur.

La revendication 1 du brevet précité concerne un ensemble de détection d'erreurs destiné à un système à  
10 ligne de transmission numérique par laquelle sont transmis des signaux à disparité cumulée constante, l'ensemble comprenant un émetteur destiné à modifier les signaux à transmettre à certains intervalles afin que les signaux transmis contiennent des signaux spéciaux dont les valeurs  
15 numériques reflètent la parité des événements prédéterminés des signaux numériques dans les intervalles immédiatement précédents, les signaux spéciaux ayant eux-mêmes des valeurs qui conservent la disparité cumulée constante globale des signaux émis, un dispositif placé en un point  
20 ultérieur dans le système et destiné à compter des événements prédéterminés des signaux numériques dans les signaux émis, et un dispositif destiné à déterminer un changement du contenu en courant continu du signal de sortie du dispositif de comptage.

25 Le même détecteur peut aussi être utilisé pour la réception d'informations transmises par violation intentionnelle de la parité, c'est-à-dire pour la surveillance. Dans un cas particulier de détecteur connu, un bit supplémentaire est ajouté à un courant de données brouillées par  
30 multiplexage numérique afin qu'un bit de parité suive  $n$  bits consécutifs de données brouillées. Par exemple, les données comprennent un code de ligne 24 BIP ( $n$  BIP), c'est-à-dire que, pour chaque groupe de 24 bits de données binaires transmis à la ligne, un vingt-cinquième bit est  
35 ajouté afin que le mot à 25 bits possède une parité paire. Le bit de parité est utilisé pour le réglage de la parité de chaque bloc à  $(n + 1)$  bits. Dans le détecteur connu

représenté sur la figure 1, des données 1 de non retour à zéro (NRZ) et des signaux d'horloge 2 sont ajoutés en 3 afin qu'ils forment des impulsions avec retour à zéro (RZ), et un compteur 4 de division par deux (bascule) commute à 5 chaque marque de parité reçue (ou dans une variante à chaque espace reçu). Si les blocs à  $(n + 1)$  bits sont codés afin qu'ils possèdent une parité paire, en cas d'absence d'erreur, le signal de sortie du compteur 4 est dans le même état juste après chaque bit de parité. Dans le cas 10 d'une violation de parité paire dans un bloc, soit par un nombre impair d'erreurs, soit par utilisation intentionnelle du bit de parité pour que le bloc possède une parité impaire, le signal de sortie du compteur 4 juste après le bit de parité a un état opposé à celui qui suit immédiatement 15 ment le bit précédent de parité et le signal du compteur continue à prendre ce nouvel état après chaque bloc suivant de parité paire.

Le signal de sortie du compteur binaire 4 a trois composantes, d'abord, une composante aléatoire due aux 20 données brouillées qui, aux faibles fréquences [ $< f_0/4$ ,  $f_0$  étant la fréquence de chiffres de la ligne (fréquence de bits)], a une densité spectrale en puissance sensiblement plate, deuxièmement une composante en courant continu due au bit de parité, et troisièmement un spectre de ligne qui 25 est aussi dû au bit de parité. L'information contenue dans le bit de parité, qu'il s'agisse d'erreurs de ligne ou d'un canal de données à faible vitesse, peut être séparée du bruit de fond par des filtres passe-bas et passe-bande 7 et 5 respectivement. Les erreurs de la ligne sont détectées 30 par un changement de niveau en courant continu dans le détecteur 7a.

Une difficulté pratique présentée par une telle disposition est que la polarisation produite est réduite et nécessite des amplificateurs en courant continu ayant de 35 faibles décalages et de faibles vitesses de dérive avec la température et le vieillissement. Un autre inconvénient est que, pour les taux élevés d'erreurs, les changements de

polarisation deviennent trop rapides pour passer dans le filtre passe-bas si bien que la polarisation devient nulle. Le niveau de bruit qui est présent (l'énergie dans la largeur de bande du filtre) est faible et un très petit  
5 décalage empêche le recoupement du niveau de seuil du compteur si bien qu'aucune erreur n'est détectée dans ce cas. Ainsi, pour des rapports d'erreurs de bits élevés, le détecteur d'erreurs ne peut pas indiquer de manière fiable s'il existe effectivement des erreurs.

10 Un procédé permettant la création d'un canal de données à faible vitesse comprend la violation intentionnelle de la parité paire à une fréquence fixe. Un canal de signalisation à faible vitesse est ainsi créé par commutation de la fréquence par tout ou rien et par détection au  
15 niveau d'un répéteur par un filtre convenable accordé sur la fréquence et, par exemple, un démodulateur 6 (détecteur d'enveloppe). En d'autres termes, des violations périodiques du bit de parité à une faible fréquence donnent une tonalité qui peut être utilisée comme porteuse pour les  
20 commandes de surveillance.

Une modification destinée à augmenter l'indication d'un rapport élevé d'erreurs de bits comprend la superposition d'une forme d'onde triangulaire au signal d'entrée du détecteur de niveau afin que, pour des taux élevés d'erreurs, la forme d'onde triangulaire donne des recouvrements  
25 du seuil, alors que, pour des rapports d'erreurs de bits faibles ou nuls, le décalage de la polarisation écarte la forme d'onde triangulaire du seuil. Une forme d'onde triangulaire particulière qui a été mise au point correspond  
30 au quart de la variation de polarisation. Cependant, le fonctionnement de cette modification ne peut pas être garanti dans toutes les conditions de rapport d'erreurs de bits dans certains régénérateurs, car des décalages inexpliqués ont été créés pour des rapports d'erreurs de bits  
35 très élevés, par exemple dans le cas d'une fibre rompue et d'absence de lumière, si bien que la forme d'onde

triangulaire n'a pas dépassé le seuil et aucune indication d'erreur n'a été donnée.

Dans un premier aspect, l'invention concerne un ensemble de détection d'erreurs destiné à un système à  
5 ligne de transmission numérique par lequel des signaux à disparité cumulée constante sont transmis, comprenant, au niveau d'un émetteur, un dispositif destiné à modifier les signaux à transmettre à certains intervalles de manière que les signaux transmis soient sous forme de signaux à  $n$  bits  
10 plus un bit de parité et contiennent des signaux spéciaux dont les valeurs reflètent la parité des événements sous forme de signaux numériques prédéterminés dans les intervalles immédiatement précédents, les signaux spéciaux eux-mêmes ayant des valeurs qui conservent la disparité cumulée  
15 constante globale des signaux émis, un dispositif de comptage, à un point ultérieur du système, des événements des signaux numériques prédéterminés dans les signaux transmis, et un dispositif de détermination d'un changement des spectres de ligne à  $f_0/2(n+1)$  ou  $f_0/(n+1)$ ,  $f_0$  étant  
20 la fréquence de chiffres de ligne, à la sortie du dispositif de comptage.

Dans un autre aspect, l'invention concerne un procédé de surveillance de répéteurs optiques en cours de fonctionnement, dans lequel le spectre de ligne produit par  
25 division modulo 2 est utilisé pour la détection d'erreurs ou la validation des signaux ou la formation d'un canal de signalisation au niveau d'un répéteur optique incorporé à une ligne comportant de tels répéteurs.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1, déjà décrite, représente un diagramme synoptique d'un détecteur connu ;

la figure 2 représente un premier mode de réalisation  
35 tion de l'invention qui constitue un perfectionnement du détecteur d'erreurs décrit en référence à la figure 1 ; et

la figure 3 représente un autre mode de réalisation de détecteur d'erreurs selon l'invention sous forme d'un diagramme synoptique.

On décrit maintenant le détecteur d'erreurs de la figure 2. Comme indiqué précédemment, à la sortie du compteur 4, une composante à une fréquence de bits divisée par  $(n + 1)$  doit être présente, étant donné que le  $(n + 1)$ ième bit est toujours au même état, dans l'hypothèse de l'absence d'erreur. Cette fréquence peut être extraite du bruit aléatoire d'un courant de données aléatoires par un filtre passe-bande 5, puis redressée par un détecteur 6 d'enveloppe afin qu'un signal permanent en courant continu soit obtenu.

En présence d'une erreur unique, l'état du  $(n + 1)$ ième bit est inversé (équivalent à un déphasage de  $180^\circ$ ) et les  $(n + 1)$  bits suivants restent inversés. Etant donné la mémoire du filtre 5, le signal de sortie doit décroître jusqu'à une valeur nulle et être alors récupéré, le temps nécessaire dépendant de la largeur de bande. Ainsi, chaque erreur isolée produit une interruption dans le signal transmis par le filtre 5. Grâce à l'utilisation d'un détecteur d'enveloppe 6, ces interruptions peuvent être mises sous forme d'impulsions (plus ou moins conformées) transmises en 10 permettant le comptage d'erreurs par un compteur (non représenté). Lors de l'utilisation d'une parité impaire (signaux inversés de ligne ou lors de l'utilisation de signaux de ligne codés à parité impaire), la fréquence du compteur binaire est divisée par deux car les  $(n + 1)$  bits qui alternent sont inversés. Comme dans le cas d'un détecteur de parité paire, les  $(n + 1)$  bits suivants, après une erreur, sont inversés par rapport à leur état avant l'erreur. Le filtre passe-bande 5 est centré sur  $f_0/(n + 1)$  pour une parité paire et sur  $f_0/2(n + 1)$  pour la parité impaire.

Lorsque le rapport d'erreurs de bits augmente, la fréquence des interruptions augmente. Ces interruptions (décalage de  $180^\circ$ ) redistribuent l'énergie du signal à

distance de la fréquence de bits divisée par  $(n + 1)$ ,  
équivalant à une modulation de la phase d'une porteuse de  
manière aléatoire de  $180^\circ$ . Le niveau du signal transmis par  
le filtre 5 diminue donc lorsque l'énergie est transférée  
5 de la porteuse aux bandes latérales et le filtre rejette  
ces bandes latérales. Lorsque le taux d'erreurs de bits  
s'élève encore plus, les impulsions du détecteur d'enve-  
loppe 6 se rejoignent et le signal moyen en courant continu  
diminue jusqu'à ce que finalement seul le bruit résiduel  
10 redressé du courant aléatoire de bits reste.

Ainsi, le signal de sortie du détecteur d'enveloppe  
6 a des composantes alternative et continue. Ces compo-  
santes peuvent être utilisées d'un certain nombre de  
manières. Les composantes alternative et continue trans-  
15 mises ensemble en 10 constituent une source d'impulsions  
qui, lorsqu'elles sont transmises à un compteur, permettent  
le comptage des erreurs du signal de ligne. La composante  
continue, en 11, après le filtre passe-bas 7, est contrôlée  
par le rapport moyen d'erreurs de bits et donne un signal  
20 analogique de ce rapport. La comparaison de cette compo-  
sante en courant continu à une tension de référence 8 en  
courant continu dans un comparateur 9 (dispositif à seuil)  
permet la transmission d'un signal en 12, ce signal pouvant  
être commuté par injection ou non d'erreurs suffisantes  
25 pour que le rapport de seuil X soit recoupé (par exemple  
"1" pour un rapport d'erreurs de bits inférieur à X et "0"  
pour un rapport supérieur à X). Cette disposition peut être  
utilisée pour la formation d'un canal de signalisation ou  
d'un organe de validation de signaux comme décrit dans la  
30 suite en référence à la figure 3. Le dispositif à seuil  
peut par exemple donner un signal binaire de sortie corres-  
pondant à l'absence d'erreurs [ou à un faible rapport  
d'erreurs de bits inférieur à  $1.10^{-6}$ ] ou à un taux élevé  
d'erreurs [pseudo-erreurs ayant un taux d'erreurs de bits  
35 supérieur à  $1.10^{-3}$ ] pouvant être utilisé pour la signalisa-  
tion. Il faut noter que le compteur peut être commuté à  
l'arrêt par le côté de l'émetteur du système par changement

du codage de parité au niveau de l'émetteur entre les parités paire et impaire. Si le compteur est réglé afin qu'il compte la parité impaire, la commutation à la parité paire commute le compteur à l'arrêt et inversement.

5 Pour que le détecteur d'enveloppe ne dégrade pas le rapport signal-sur-bruit, ce rapport à l'entrée doit dépasser 20 dB et il a alors des performances analogues à celles d'un détecteur synchrone. Il faut noter que la  
10 largeur de bande du détecteur doit être très supérieure à celle du filtre pour que le signal de sortie du détecteur ne soit pas lissé. On décrit maintenant le calcul du rapport signal-sur-bruit pour le filtre passe-bande 5 de la figure 2.

La puissance de bruit due aux signaux binaires  
15 aléatoires de non retour à zéro aux fréquences très inférieures à la fréquence de bruit est

$$\text{puissance de bruit} \approx BW[n/(n + 1)]^2/(2f)$$

$$\text{puissance de crête des signaux} \approx 1/(n + 1)^2$$

en watts,  $f$  étant la fréquence de bits,  $n$  le nombre de bits  
20 qui établissent le bit de parité, et  $BW$  la largeur de bande du filtre. Le rapport signal-sur-bruit, qui est le rapport du signal de crête au bruit, est égal à 29,4 dB pour  $n = 24$ ,  $f = 2,6$  GHz,  $BW = 10\,400$  Hz, la détection de parité impaire supposant des impulsions à 1 V entre crêtes dans  
25 une impédance de 1  $\Omega$ .

Dans le cas d'un système défectueux de transmission, certains répéteurs peuvent créer des salves parasites d'impulsions à basses fréquences qui peuvent être interpré-  
30 tées comme des messages erronés et lorsque plusieurs canaux correspondants (18 sur la figure 3) sont connectés à un bus de données (16 sur la figure 3), les salves parasites peuvent perturber les données véritables provenant des autres canaux. Un procédé de vérification du fait que le  
35 signal reçu est un signal véritable (organe de validation de signaux), parce qu'il contient l'information de parité, est maintenant décrit en référence à la figure 3. Les bits

de parité (lorsqu'ils sont présents) apparaissent régulièrement si bien que, en mode de détection d'erreurs, lorsque le bit de parité paire est utilisé, il existe une composante de fréquence (composante de spectre de ligne) dans le signal de sortie du compteur 4 à la fréquence  $f_0/(n + 1)$ ,  $f_0$  étant la fréquence de chiffres de la ligne (fréquence de bits) qui donne un état logique élevé ("1") en 12. Ceci maintient à l'état élevé un circuit monostable redéclenchable 13 qui met le commutateur 14 à la position fermée de "passage". Si le rapport d'erreurs de bits devient supérieur au niveau de seuil ou si le bit de parité manque (rupture du trajet optique), le comparateur 9 de sortie passe au niveau logique "0" et oblige le circuit monostable redéclenchable 13 à prendre le niveau logique "0" lui aussi après sa période de retard, si bien que le commutateur 14 est ouvert. De cette manière, aucun signal ne peut atteindre le bus 16 par ce canal 18. De même, s'il existe une parité impaire, il existe une composante de spectre de ligne à la fréquence  $f_0/2(n + 1)$ , et le circuit travaille de manière correspondante.

Lorsque la signalisation commence à l'aide des violations du bit de parité à une fréquence  $2f_s$ , le filtre passe-bande 15 qui est accordé sur la fréquence  $f_s$  transmet cette fréquence créée par la bascule 4 au commutateur 14 afin qu'elle soit transmise par le bus 16. Les violations du bit de parité décalent la puissance due au bit de parité dans la bande d'arrêt du filtre 5 si bien que le signal de sortie du comparateur 9 change d'état et passe au niveau logique "0". Après la période de retard du circuit monostable 13, son signal de sortie change d'état et le commutateur 14 s'ouvre, si bien que le signal du filtre 15 ne peut plus atteindre le bus 16 par la ligne 17. Le retard du circuit monostable 13 est légèrement supérieur au temps nécessaire à la transmission d'un message de surveillance et supprime la nécessité de l'utilisation d'une fréquence  $f_s$  si faible qu'elle ne puisse pas faire passer la puissance du bit de parité dans la bande d'arrêt du filtre 5.

Comme on peut le noter d'après la description qui précède, l'invention concerne donc un procédé de détection d'erreurs à partir du spectre de la ligne, produit par le bit de parité, et elle concerne aussi un système de surveillance de répéteur optique en cours d'utilisation qui met en oeuvre le spectre de la ligne, produit par le bit de parité, après division modulo 2 pour la détection d'erreurs, de validation des signaux et de formation d'un canal de signalisation au niveau d'un répéteur optique incorporé à une ligne munie de répéteurs.

Le procédé de détection d'erreurs selon la présente invention, qui repose sur le spectre de ligne, produit par le bit de parité plutôt que par la composante en courant continu comme dans la technique antérieure, permet l'obtention d'informations d'erreurs pour des rapports d'erreurs de bits plus élevés que lors de l'utilisation du procédé de la technique antérieure.

REVENDICATIONS

1. Ensemble de détection d'erreurs destiné à un système à ligne de transmission numérique par lequel des signaux à disparité cumulée constante sont transmis, caractérisé en ce qu'il comprend, au niveau d'un émetteur, un dispositif destiné à modifier les signaux à transmettre à certains intervalles de manière que les signaux transmis soient sous forme de signaux à  $n$  bits plus un bit de parité et contiennent des signaux spéciaux dont les valeurs reflètent la parité des événements sous forme de signaux numériques prédéterminés dans les intervalles immédiatement précédents, les signaux spéciaux eux-mêmes ayant des valeurs qui conservent la disparité cumulée constante globale des signaux émis, un dispositif (4) de comptage, à un point ultérieur du système, des événements des signaux numériques prédéterminés dans les signaux transmis, et un dispositif (5, 6) de détermination d'un changement des spectres de ligne à  $f_0/2(n + 1)$  ou  $f_0/(n + 1)$ ,  $f_0$  étant la fréquence de chiffres de ligne, à la sortie du dispositif de comptage.

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de détermination comporte un filtre passe-bande (5) centré sur la fréquence  $f_0/2(n + 1)$  ou  $f_0/(n + 1)$  et suivi par un détecteur d'enveloppe (6), la forme d'onde de sortie du détecteur d'enveloppe contenant une impulsion respective pour chaque erreur, les impulsions pouvant être comptées par le dispositif de comptage.

3. Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que la forme d'onde de sortie du détecteur d'enveloppe (6) est appliquée à un filtre passe-bas (7) si bien que le signal moyen obtenu en courant continu correspond à une mesure analogique du taux d'erreurs.

4. Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que la forme d'onde de sortie du détecteur d'enveloppe (6) est appliquée à un filtre passe-bas (7) de manière qu'un signal moyen en courant continu soit obtenu, ce signal étant appliqué à un dispositif à seuil qui a un

signal de sortie lorsque le rapport d'erreurs de bits dépasse un taux prédéterminé d'erreurs.

5. Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif à seuil (9) transmet un signal binaire de sortie correspondant à l'absence d'erreur [ou à un faible rapport d'erreurs de bits inférieur à  $1.10^{-6}$ ] ou à un taux élevé d'erreurs [pseudo-erreurs pour un taux d'erreurs de bits de  $1.10^{-3}$ ] qui peut être utilisé pour la signalisation.

10 6. Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce que le signal de sortie du détecteur à seuil (9) est utilisé pour la transmission d'un signal de validation permettant la signalisation, cette signalisation utilisant le contenu à basses fréquences du signal de sortie du  
15 dispositif de comptage.

7. Ensemble selon la revendication 6, caractérisé en ce que le signal de sortie du dispositif de comptage (4) est appliqué à un second filtre passe-bande (15) centré à la moitié de la fréquence des violations du bit de parité  
20 utilisé pour la signalisation, le signal de sortie du second filtre passe-bande étant appliqué à un commutateur (14) qui est commandé par le signal de sortie du dispositif à seuil, et ce signal de sortie est transmis par le commutateur afin qu'il assure la signalisation, lorsqu'il est  
25 validé.

8. Ensemble selon la revendication 7, caractérisé en ce que le signal de sortie du détecteur à seuil (9) est appliqué à un circuit monostable redéclenchable (13) qui est utilisé pour la commande du commutateur (14).

30 9. Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif de comptage est commuté de l'émetteur par changement du codage de parité au niveau de l'émetteur entre les parités paire et impaire.

10. Procédé de surveillance de répéteur optique en  
35 cours d'utilisation, caractérisé en ce que le spectre de ligne produit par division modulo 2 est utilisé pour la

détection d'erreurs ou la validation des signaux ou la formation d'un canal de signalisation au niveau d'un répéteur optique incorporé à la ligne munie de répéteurs.

1/2

Fig. 1.

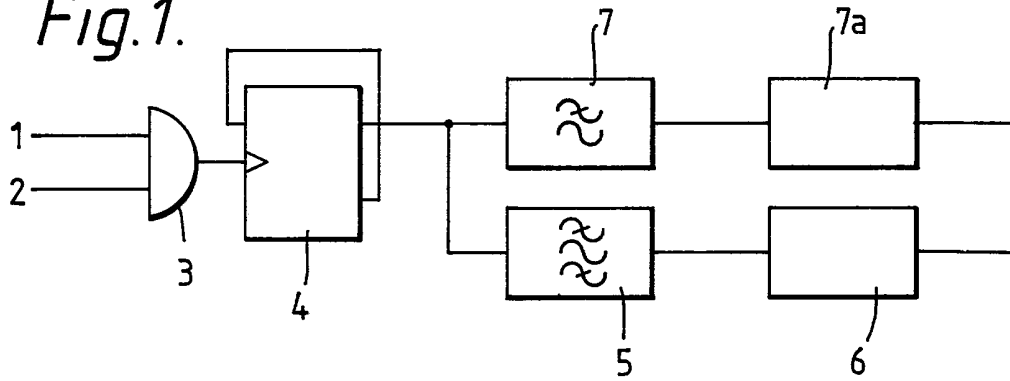
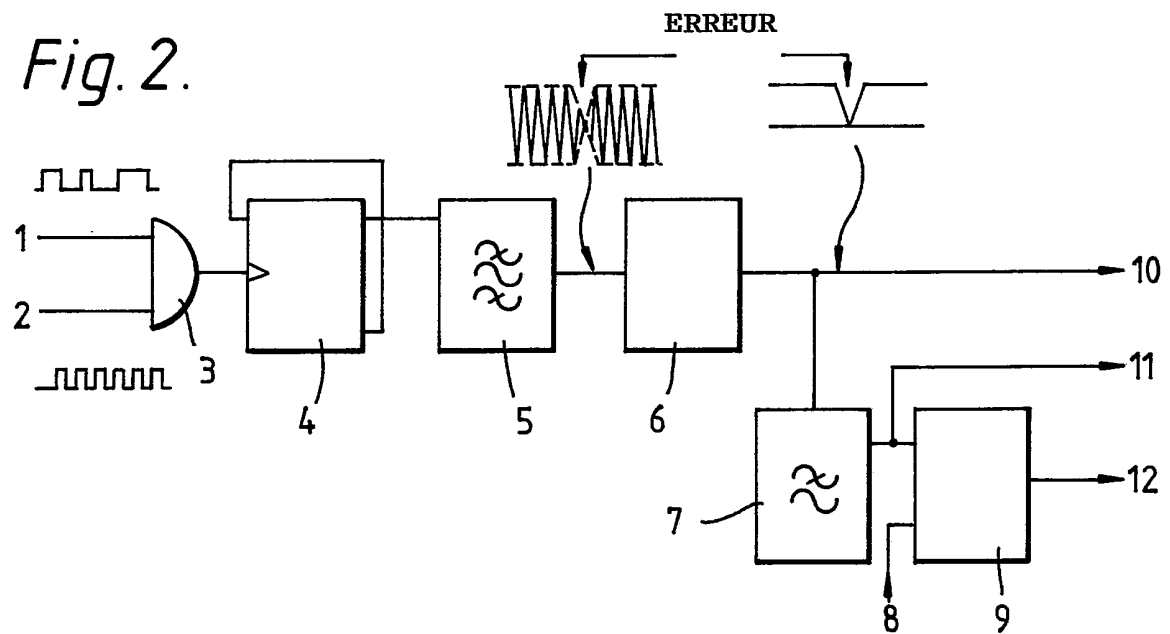


Fig. 2.



2/2

Fig. 3.

