(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 660 758**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 04444**

(51) Int Cl[5] : G 01 R 31/02, 31/11

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 06.04.90.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 11.10.91 Bulletin 91/41.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *SCHLUMBERGER INDUSTRIES Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Cais Pierre.

(73) **Titulaire(s) :**

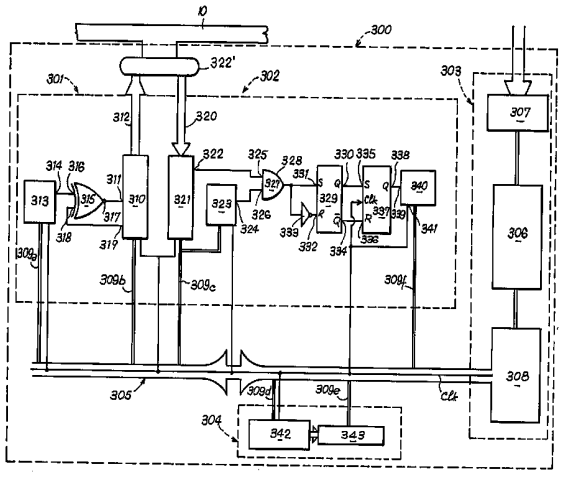
(74) **Mandataire :** Cabinet Beau de Loménie.

(54) Procédé et appareil de mesure de temps de propagation de signaux sur liaisons de transmissions numériques.

(57) La mesure s'effectue sur une liaison bouclée entre un circuit émetteur (301) et un circuit récepteur (302), tous deux reliés sur la ligne a analyser et commandés par une unité de gestion (303) commune.

Après une première étape de synchronisation entre les circuits (301, 302), le circuit émetteur envoie, à un moment déterminé, une suite d'erreurs successives sur une séquence de données reconnaissable par le circuit récepteur (302). Ce dernier est informé de cette introduction d'erreurs par l'unité de gestion (303) et l'interprète comme un signal de mesure. Un compteur (342) est alors mis en marche. Lorsque le circuit récepteur (302) détecte la suite d'erreurs successives, il fait arrêter le compteur (342). Le temps de propagation des données entre les deux circuits (301, 302) est ensuite indiqué sur un affichage (343).

L'invention permet d'analyser des caractéristiques de lignes de transmissions numériques utilisées dans divers domaines, tels que la téléphonie, l'informatique, la télémétrie, etc.



FR 2 660 758 - A1

Procédé et appareil de mesure de temps de propagation de signaux sur liaisons de transmissions numériques.

La présente invention concerne le domaine de l'évaluation des caractéristiques des lignes et des liaisons de transmission de données numériques. Elle s'adresse plus particulièrement à un procédé et à un appareil de mesure de temps de propagation d'un signal évoluant sur une telle liaison entre un circuit émetteur et un circuit récepteur dans le but d'obtenir, par exemple, des informations relatives au parcours effectué par un tel signal.

La présente invention, par son principe même, s'applique à tout type de liaison de transmission de données numériques (désignée dorénavant par liaison numérique) qui comporte - ou qui peut être configurée pour comporter - un bouclage, de sorte que l'on puisse effectuer ladite mesure sur un signal dont le parcours est fermé sur lui-même.

De telles liaisons sont à la base de la quasi-totalité des systèmes électroniques qui nécessitent de faire transiter, selon une norme pré-établie, des paquets de données numériques entre des terminaux à divers points d'un réseau. Les applications de ces systèmes, bien connus de l'homme de l'art, se trouvent donc dans les domaines de l'informatique, des réseaux de communications, des contrôles et des mesures, ainsi que dans des pans entiers de nombreux autres secteurs de l'industrie.

Dans une liaison numérique, le temps de transit d'un signal ne peut être déterminé par une analyse purement topographique du parcours suivi, même à supposer qu'il soit connu avec certitude. En effet, le signal fait intervenir, dans de nombreux cas, des circuits intermédiaires placés en série sur le parcours pour assurer, par exemple, la répétition, la gestion ou l'adaptation du signal, et qui introduisent des délais difficiles à estimer.

Par ailleurs, le parcours du signal peut être lui-même soit inconnu, soit différent que prévu, par exemple en raison de l'existence de fausses boucles. Dans de tels cas, une mesure de

temps de propagation du signal dans la liaison permet souvent de déterminer le chemin exact parcouru par le signal transmis, et de déceler ainsi certaines erreurs dues à des commandes de rebouclage défectueuses.

En outre, sur les liaisons utilisant des répéteurs susceptibles d'être bouclés en aval ou en amont, il devient aisé avec le procédé selon l'invention de trouver une éventuelle section défaillante au moyen d'une analyse successive des différents tronçons.

C'est ainsi que la présente invention vise à procurer une valeur de temps de propagation d'un signal sur une liaison de transmission bouclée par un moyen faisant appel à une mesure directe sur un point choisi de la liaison.

Un autre but de la présente invention est de permettre d'effectuer ladite mesure de manière fiable, c'est-à-dire sans risque de fausse interprétation de données due, par exemple, à la présence de bruit dans le réseau, et avec une précision plus qu'adéquate pour toute analyse ultérieure des résultats.

Encore un autre but de la présente invention est de prévoir un moyen de mesure de temps de propagation qui n'introduit presque aucune perturbation sur ladite liaison numérique, tant du point de vue matériel que fonctionnel.

De plus, la présente invention à pour but de prévoir des moyens, à travers un procédé et un appareil pour sa mise en oeuvre, qui sont faciles d'utilisation, autonomes afin de permettre des mesures in situ, et adaptables à la quasi-totalité des liaisons numériques bouclées ou bouclables, de type série ou parallèle, et quels que soient les normes et protocoles utilisés pour les signaux.

Ces buts sont atteints, selon la présente invention, au moyen d'un procédé de mesure de temps de propagation d'un signal évoluant entre un circuit émetteur et un circuit récepteur sur une liaison bouclée de transmission de données numériques, lesdits circuits émetteur et récepteur étant par ailleurs tous les deux pilotés par une unité de gestion, et le circuit récepteur étant

muni d'un moyen de détection d'erreurs dans ledit signal, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- établir une sychronisation entre le circuit émetteur et le circuit récepteur, de manière à permettre une communication entre lesdits circuits sur ladite liaison de transmission de données numériques ;
- envoyer, à partir dudit circuit émetteur, une séquence de données déterminées reconnaissable par ledit circuit récepteur et adressée à ce dernier via ladite liaison de transmission de données numériques ;
- transmettre, au moyen de ladite unité de gestion, un signal de début de mesure auxdits circuits émetteur et récepteur ;
- imposer, au niveau dudit circuit émetteur, lorsque celui-ci reçoit ledit signal de début de mesure, un train de n bits dans ladite séquence de manière à y introduire une série d'erreurs ;
- déclencher, lors de la réception dudit signal de début de mesure par ledit circuit récepteur, un compteur qui est incrémenté selon le cadencement de ladite transmission de données numériques ; et
- arrêter ledit compteur lors de la détection, par le circuit récepteur, dudit train de n bits constituant ladite série d'erreurs,

ledit temps de propagation étant déterminé à partir de la valeur de comptage fournie par ledit compteur.

De préférence, afin de simplifier la mise en oeuvre du procédé, le signal de début de mesure est envoyé aux circuits émetteur et récepteur sensiblement simultanément.

De même, le résultat de la mesure est converti en unités de temps à partir d'une valeur connue de la fréquence de cadencement des données de la transmission numérique.

La synchronisation entre les circuits émetteur et récepteur peut être constatée par un aller et retour de signal effectué correctement entre lesdits circuits émetteur et récepteur sur la liaison de transmission de données numériques.

La présente invention concerne également un appareil qui met en oeuvre le procédé de mesure de temps de propagation d'un

signal sur une liaison de transmission de données numériques, ledit appareil comprenant :

- un circuit émetteur et un circuit récepteur, destinés à être reliés tous les deux par la liaison de transmission de données numériques et le circuit récepteur étant par ailleurs associé à un moyen de détection d'erreurs dans ledit signal;
- une unité de gestion, connectée directement auxdits circuits émetteur et récepteur, pouvant envoyer à chacun de ces derniers des signaux de commande ;
- des moyens pour établir une synchronisation entre lesdits circuits émetteur et récepteur;
- des moyens pour faire transmettre par ledit circuit émetteur une séquence de données déterminée adressée audit circuit récepteur sur ladite liaison de données numériques ;
- des moyens pour imposer, au niveau dudit circuit émetteur, lors d'une réception du signal de commande par celui-ci, un train de n bits dans ladite séquence de manière à y introduire une série d'erreurs ;
- un compteur qui est incrémenté selon le cadencement de ladite liaison de transmission de données numériques, ledit compteur étant déclenché lors d'une réception dudit signal de commande par ledit circuit récepteur, et arrêté lors de la détection dudit train de n bits par ledit circuit récepteur.

De préférence, l'appareil comprend également des moyens de conversion de ladite valeur de comptage en unités de temps, et des moyens d'affichage du temps de propagation obtenu.

Il peut aussi comprendre des moyens d'itération, en cycles continus, de la mesure dans une intervalle de temps contrôlé.

Par ailleurs, l'ensemble des éléments constitutifs de l'appareil peut être avantageusement réuni dans un coffret ayant des moyens de connexion sur la liaison de transmission de données numériques, de manière qu'il soit formé avec celle-ci une boucle entre une sortie provenant du circuit émetteur et une

entrée vers le circuit récepteur. Un tel appareil peut être en outre intégré à un analyseur de transmissions numériques.

L'invention sera mieux comprise, et ses avantages ressortiront plus clairement, à la lecture de la description qui suit avec référence aux figures jointes en annexe et dont :

- la figure 1 représente un premier exemple de liaison numérique bouclée reliant une pluralité de postes émetteur/récepteur ;
- la figure 2 représente la liaison de la figure 1 avec un exemple de branchement de l'appareil selon la présente invention, et les parcours des signaux dans les cas d'une boucle normale et dans celui d'une fausse boucle ;
- la figure 3 représente un deuxième exemple de liaison numérique bouclée pouvant être utilisé en télémétrie.
- la figure 4 représente un premier exemple de branchement de l'appareil selon la présente invention sur la liaison de la figure 3 , montrant le parcours d'un signal le long d'une fausse boucle ;
- la figure 5 représente un deuxième exemple de branchement de l'appareil selon la présente invention sur la liaison de la figure 3, montrant en outre le parcours d'un signal le long de deux fausses boucles, l'une en amont, l'autre en aval d'un point créant une telle fausse boucle ;
- la figure 6 représente un exemple de réalisation de l'appareil selon la présente invention ;
- la figure 7 représente un chronogramme de quelques-uns des principaux signaux de commande utilisés pour la mise en oeuvre du procédé selon la présente invention en conjonction avec l'appareil de la figure 6 ; et
- la figure 8 représente un synoptique de déroulement du procédé de mesure de temps de propagation selon un mode de réalisation préféré de la présente invention.

En premier lieu, afin de situer l'invention dans un exemple d'application, on se référera à la figure 1 qui montre de manière très schématique une liaison numérique reliant plusieurs postes 30a-30d émetteurs et/ou récepteurs de signaux de données.

Ces postes 30a-30d communiquent entre eux au moyen d'un bus commun bidirectionnel 10, qui définit essentielement la liaison, et auquel ils sont connectés par des lignes de dérivation 40a-40d.

Cette liaison numérique 10 de transmission de données est rebouclée sur elle-même par un contrôleur de transmissions 20 situé en bout de ligne. Celui-ci a pour but de gérer, comme il est bien connu dans l'art, les flux de données se déplaçant le long du bus 10 en fonction des états d'occupation, de disponibilité, et des priorités de transmission des postes 30a-30d qui y sont reliés, notamment pour éviter les collisions de données. Toutefois, pour la compréhension de la présente invention, il suffit simplement de constater que le contrôleur peut recevoir et transmettre des signaux issus de chacun des postes, permettant en outre à un poste d'envoyer des données adressées à lui-même. Dans ce cas de figure, le parcours de transmission de données définit une boucle complète. A titre d'exemple, un signal émis par le poste 30b et adressé à lui-même effectuera un parcours le long des tronçons 10b et 10a du bus bidirectionnel, et inversement pour le retour (on ne tiendra pas compte ici du parcours le long de la ligne de dérivation 40b considéré comme négligeable). Lorsque l'on évalue le parcours en termes de temps de propagation, il convient d'ajouter le délai que le contrôleur 20 impose au signal avant de le retransmettre. Ce délai est normalement la somme d'une composante variable, fonction de l'état de circulation des données et des priorités de transmission à accorder, et d'une composante plus ou moins fixe liée au transit systématique des données au sein des circuits internes du contrôleur, cadencées par un signal d'horloge.

Ainsi, le temps de propagation de signal dans une boucle donnée ne peut être déduit purement par une analyse du parcours. Il est donc nécessaire de déterminer ce paramètre par des moyens de mesure aussi directs que possibles.

La figure 2 reprend la figure 1 en montrant le parcours qui vient d'être décrit (traits pleins), qui correspond donc à une situation normale, et un parcours dévié (traits pointillés) par un

poste 30a situé à un point intermédiaire, suite à un défaut matériel ou logiciel survenu au système de transmission de données numériques. Dans ce dernier cas, le signal émis par le poste 30b peut dans certaines circonstances effectuer un aller et retour avec une réflexion du signal depuis le poste 30a sans que le défaut soit apparent au niveau du poste émetteur 30b.

Mais un tel défaut peut être aisément détecté si l'on mesure le temps d'aller et retour d'un signal de données à partir d'un poste 30b, pourvu bien sûr que l'on puisse comparer le résultat avec une valeur correspondant à un fonctionnement correct, établie par exemple lors d'une caractérisation de la liaison.

Dans l'exemple de la figure 2, la mesure du temps de propagation s'effectue à un point proche du poste 30b, au moyen d'un appareil autonome 300 (figure 6) branché provisoirement sur la ligne de dérivation 40b. Le fonctionnement détaillé de cet appareil 300 sera décrit plus loin. On notera ici seulement que son branchement sur la ligne 40b introduit un minimum de perturbations sur la liaison, la connexion pouvant s'effectuer au moyen de sondes haute impédance connectées sur les fils de transmission de données.

Une fois en place, l'appareil 300 fonctionne en circuit émetteur/récepteur, envoyant à partir de son circuit émetteur une séquence de données adressée à son circuit récepteur, selon les normes et le protocole utilisés par la liaison, et détermine le temps que prennent ces signaux avant qu'ils retournent après un tour de boucle.

La figure 3 représente, toujours très schématiquement, un deuxième exemple d'application d'une mesure de temps de propagation sur une liaison numérique.

Il s'agit dans ce cas d'une liaison de télémétrie où des données captées par une sonde de mesure 60 sont transmises à un poste principal 70 au moyen d'un bus 80. De manière connue, la sonde est reliée en premier lieu à une unité de gestion 90 qui assure d'une part l'acquisition des signaux et le contrôle de la

sonde 60 (étalonnage, conditions de mesure, etc.) et d'autre part la mise en forme des données acquises et l'envoi de celles-ci le long du bus 80 selon le protocole de la liaison. On notera que le bus 80 peut être indifféremment du type parallèle ou série, et soit unidirectionnel, soit bidirectionnel.

Dans le cas où la distance séparant le poste principal 70 de l'unité de gestion 90 est importante - plusieurs dizaines de mètres, voire des kilomètres - il est de pratique courante d'équiper la ligne avec des répéteurs (désignés généralement par la référence 100) à des intervales réguliers pour compenser les pertes de signal le long du bus.

Il peut se produire, dans de telles installations, que l'un des répéteurs 100, à la suite d'une avarie, produise une fausse boucle, renvoyant le signal issu de l'unité de gestion 90 vers son point de départ. Ce cas est représenté dans la figure 4 par une flèche en trait plein qui indique le chemin de la fausse boucle créée par l'un des répéteurs 100b. On supposera ici que le bus 80 est bidirectionnel et que le répéteur défectueux 100b produit un fausse boucle pour les signaux qui lui sont en amont aussi bien qu'en aval.

On peut alors utiliser l'appareil 300 de la présente invention pour déterminer lequel des répéteurs est en cause. Pour ce faire, on branche l'appareil 300 à un point A du bus 80 (figure 4) en utilisant par exemple des sondes haute impédance connectées sur les fils appropriés. Le point de mesure A est arbitraire, et correspond à un lieu d'accès facile. L'appareil peut d'ailleurs être branché directement à un des répéteurs 100 si ces derniers sont pourvus d'un accès pour une telle connexion (figure 5).

Une fois l'appareil 300 branché, il transmet un signal de mesure de sorte que ce dernier effectue un tour complet de la fausse boucle (flèche en pointillé, figure 5), et mesure l'intervalle de temps entre le départ et l'arrivée du signal. Ce temps permet ensuite de reconstituer le parcours du signal de mesure, par comparaison avec des données caractéristiques de la liaison, et ainsi de localiser le répéteur défectueux 100b.

Le rôle d'une mesure de temps de propagation sur une liaison numérique ayant été expliqué au moyen des exemples précédents, on décrira maintenant comment sont mis en oeuvre le procédé et l'appareil de l'invention.

On se référera d'abord à la figure 6, qui représente un appareil (généralement désigné par la référence 300) permettant de mettre en oeuvre le procédé selon la présente invention.

L'appareil 300 se décompose en quatre blocs fonctionnels principaux : un circuit émetteur 301, un circuit récepteur 302, un ensemble de contrôle informatisé 303, et un circuit générateur du résultat de la mesure 304 (désigné dorénavant par circuit résultat), le tout étant réuni par un bus interne commun 305. Ce dernier est d'une conception classique, du type bidirectionnel, et commandé par l'ensemble de contrôle informatisé 303.

Le bus commun 305 comprend en outre une ligne Clk dédiée à la transmission de signaux d'horloge vers les divers éléments de circuit de l'appareil 300 qui fonctionnent par cadencement. Ceci permet d'assurer un synchronisme des divers circuits, notamment pour l'envoi de données D sur la ligne de transmission numérique 10 et le fonctionnement des éléments logiques séquentiels, du fait que ces signaux d'horloge sont produits par une source unique, au sein de l'ensemble de contrôle informatisé 303.

L'ensemble de contrôle 303 constitue un micro-ordinateur d'architecture connue. On y trouve ainsi une unité de commande 306, formant le coeur du micro-ordinateur, qui comprend un micro-processeur ainsi que les circuits essentiels au fonctionnement de ce dernier, y compris au moins une mémoire vive et une mémoire accessible seulement en lecture, celle-ci contenant un programme d'exécution du procédé selon l'invention tel que mis en oeuvre par l'appareil. A cette unité de commande 306 est associée une interface 307 permettant la communication avec un environnement extérieur à l'appareil 300, ainsi qu'une unité de gestion 308. Celle-ci est pilotée directement par l'unité de commande 306 et a pour rôle d'adresser les divers circuits de l'appareil, contrôlés au moyen du bus interne commun 305, et de

leur envoyer ainsi les commandes nécessaires à l'exécution du programme.

Pour ce faire, chacun des circuits sous contrôle est doté d'une ligne d'accès (désignée généralement par la référence 309) reliée au bus commun 305. Ces lignes d'accès 309 sont du type adresse/donnée et permettent une transmission bidirectionnelle, de préférence sur un bus de 8 bits en parallèle. Toute commande spécifique à un circuit transmis sur le bus commun 305 par l'unité de gestion 308 est ainsi précédée d'une suite de bits adresse désignant le circuit pour lequel la commande qui succède lui est destinée. Dans un tel système, chaque circuit contrôlé est muni d'un circuit d'entrée (non représenté) en amont du reste du circuit, qui compare chaque adresse reçue depuis le bus commun 305 avec l'adresse qui lui est spécifique, et laisse entrer la série de bits correspondant à la commande qui succède seulement s'il y a concordance. Il est à noter que l'adressage sélectif sur un bus commun 305 sert aussi bien pour l'envoi de données depuis l'unité de gestion que pour la réception de données vers cette dernière. Les lignes 309 assurent également l'arrivée des signaux d'horloge Clk nécessaires au fonctionnement des différents éléments des circuits.

Le circuit émetteur 301 comprend un circuit de transmission 310, contrôlé par l'unité de gestion 308 à travers la ligne d'accès 309b, qui a pour rôle d'envoyer sur la liaison numérique 10 les bits de données D (figure 7) qui lui sont présentés sur une borne d'entrée de données 311. Le circuit de transmission 308 comprend un étage d'amplification et d'adaptation d'impédance dont la sortie fournit les données D destinées à la liaison numérique 10 via une ligne de sortie 312.

Les données reçues par le circuit de transmission 310 à l'entrée 311 proviennent d'une mémoire morte 313 qui contient au moins une séquence D de bits prédéterminée. Cette mémoire 313 est commandée par l'unité de gestion 308 à travers la ligne d'accès 309a, de manière à produire la séquence D sur sa sortie 314

lorsque l'unité de commande 308 envoie une commande spécifique PR, $\overline{PR}$ (figure 8).

Un circuit logique OU exclusif 315 est interposé entre la sortie 314 de la mémoire 313 et l'entrée 311 du circuit de transmission, celles-ci étant reliées respectivement à une première entrée 316 et à la sortie 317 du circuit OU exclusif. La deuxième entrée 318 de ce dernier est reliée à une borne de commande d'inversion de données 319, représentée au niveau du circuit de transmission 310. Cette borne fournit un signal logique S, Sinv (figure 7) sous contrôle de l'unité de gestion 308. Ce signal permet ainsi soit une inversion des bits entre la mémoire morte 313 et la borne d'entrée de données 311 du circuit de transmission 310 (lorsqu'il est à l'état "1", Sinv), soit un passage à travers le circuit OU exclusif sans qu'ils subissent de changement (lorsqu'il est à l'état "0", S).

Le circuit récepteur 302 est quant à lui relié à la liaison numérique 10 par une ligne d'arrivée de données 320 afin de recevoir les signaux de données D qui lui sont adressés à partir du circuit émetteur 301. Ces signaux sont détectés par un circuit de réception 321 qui a comme fonction d'une part de réadapter les signaux de données receuillis de la liaison numérique 10, de manière à les rendre exploitables par les circuits logiques en aval, et d'autre part de les envoyer ensuite sélectivement à ces derniers depuis une sortie 322, sous commande de l'unité de gestion 308.

Les circuits émetteur 301 et récepteur 302 sont tous deux accessibles à la liaison numérique 10 à travers des moyens de connexion 322' montés sur le boîtier de l'appareil 300. Ceux-ci peuvent être sous forme de deux connecteurs (non représentés), l'un relié à l'étage de sortie du circuit de transmission de données 310, l'autre relié à l'étage d'entrée du circuit de réception de données 321. La connexion électrique elle-même, entre les fils conducteurs de la liaison numérique 10 et les bornes des moyens de connexion 322', peut s'accomplir au moyen de sondes haute impédance

(non représentées), permettant de minimiser les perturbations sur la liaison 10.

Le circuit de réception 321 est commandé en association avec une deuxième mémoire morte 323, qui partage ainsi une ligne de commande 309c commune aux deux. Cette mémoire 323 contient une séquence de données D indentique à celle contenue dans la première mémoire morte 313 et peut être commandée pour débiter cette séquence sur sa sortie 324 lorsque le circuit de réception reçoit un signal spécifique Do dans les données D qui lui sont transmises depuis le circuit émetteur 301.

Les signaux de sortie du circuit de réception 321 et de la mémoire morte 323 sont appliqués à des entrées respectives 325, 326 d'un circuit logique ET 327, qui permet d'établir une comparaison des états logiques des deux signaux, produisant à sa sortie 328 un état logique "1" s'il y a concordance entre les bits et un état logique "0" s'il y a disparité entre ces derniers.

La sortie 328 du circuit ET 327 est stabilisée dans le temps par une bascule statique 329 du type RS. Ce circuit reproduit et maintient à sa sortie Q, 330 la dernière valeur logique transitoire issue du circuit ET 326 présentée à son entrée S, 331. Cette fonction est réalisée de manière connue en présentant à l'entrée R, 332 de la bascule 329 l'état logique inverse de celui appliqué à l'entre S, 331. Pour ce faire, un inverseur 333 est connecté entre la sortie 328 du circuit ET 327 et l'entrée R, 332. La bascule 329 possède également une sortie $\bar{Q}$, 334 qui reproduit l'état inverse de la sortie Q, 330.

Les sorties Q et $\bar{Q}$, sont reliées respectivement aux entrées S, 335 et R, 336 d'une deuxième bascule 337 du type RS activée par une horloge Clk.

Le signal de sortie Q, 338 de la bascule cadencée 337 est à l'image de la sortie Q, 330 de la bascule 329. Mais dans cette dernière, les flancs de transition d'état logique seront parfaitement synchronisés avec les signaux de l'horloge Clk, ce qui n'est pas forcément le cas des sorties Q, 330 et $\bar{Q}$, 334 en raison des éléments logiques combinatoires qui les précèdent. Toutefois,

il peut être possible, dans des conditions d'utilisation moins sévères (telles qu'à de basses fréquences d'horloge ou avec l'utilisation de flancs moins raides), de s'affranchir de la bascule statique 329. Dans ce cas, les connexions des bornes S et R, 331 et 332 de la bascule 329 sont reportées sur les entrées S et R, 335 et 336 de la bascule cadencée 337.

On notera que les circuits logiques 327, 333, 329 et 337 font que s'il y a disparité entre les bits issus du circuit de réception 318 et ceux issus de la mémoire morte 323, l'état logique de la sortie Q, 338 de la bascule cadencée 337 sera à l'état "0", et inversement s'il y a parité.

La sortie Q, 338 est reliée à une entrée de remise à zéro 339 d'un compteur 340 qui totalise les impulsions de l'horloge Clk, qu'il reçoit sur entrée de données 341. Le compteur 340 peut fournir à l'unité de gestion 308, à travers la ligne 309f, une valeur N correspondant au nombre d'impulsions reçues entre deux remises à zéro. La remise à zéro du compteur est réalisée par la présence d'un signal d'état logique "1" sur la borne 339 de celui-ci. Ainsi, le compteur 340 permet de totaliser le nombre de disparités successives entre les bits de données issus respectivement de la mémoire morte 323 et du circuit de réception 321.

L'enregistrement du temps de propagation du signal est effectué par un deuxième compteur 342 relié à l'unité de gestion 308 par la ligne 309d, qui totalise un nombre d'impulsions d'horloge entre deux commandes Ts, Tf transmises par celle-ci.

La valeur comptée est transmise vers l'unité de gestion ainsi qu'à un dispositif d'affichage 343 qui est monté de manière visible de l'extérieur de l'appareil pour présenter les résultats de la mesure. Le dispositif d'affichage est également adressable par l'unité de gestion 308 pour faire apparaître soit une autre information liée au résultat, telle que la valeur comptée en tant qu'intervalle de temps entre les signaux Ts et Tf, soit un affichage lié au déroulement du procédé, à l'intention de l'utilisateur de l'appareil 300.

On décrira maintenant comment est mis en oeuvre le procédé de mesure de temps de propagation selon la présente invention, avec référence à l'appareil 300 de la figure 6 et au chronogramme de la figure 7.

Il sera d'abord présumé d'une part que l'appareil 300 a été convenablement branché sur une liaison numérique bouclée 10 sous mesure, par exemple au moyen de sondes haute impédance, et d'autre part qu'il a été établi une synchronisation entre les circuits émetteur 301 et récepteur 302. Cette synchronisation consiste essentiellement à établir et à constater que les deux circuits 301, 302 sont bien en communication sur la liaison numérique, et qu'ainsi les données D transmises par le circuit émetteur 301 soient correctement détectées par le circuit récepteur 302. Une telle opération est effectuée de manière quasi universelle lors de l'établissement d'une communication entre deux postes sur une liaison, et de nombreux procédés d'échanges de signaux sont connus à cette fin, tels que les recherches en synchro-séquence. Dans l'exemple décrit, une recherche en synchro-séquence peut être effectuée grâce à l'incorporation de données dédiées Do sur la séquence de données D transmise.

La séquence de données D étant stockée dans les mémoires respectives 313, 323 des circuits émetteur 301 et récepteur 302, il est possible à ce dernier de vérifier la concordance entre les bits reçus et les bits de la séquence, comme il a été expliqué plus haut, la synchronisation de ces deux se faisant à l'aide des bits de repère dans les données Do.

Le procédé de mesure proprement dit commence après l'établissement de la synchronisation entre les circuits émetteur 301 et récepteur 302, et donc dans une phase où il y a parité entre les bits présents aux entrées 325 et 326 du circuit ET 327.

La séquence D transmise est avantageusement une séquence pseudo-aléatoire normale, par exemple du type $2^{15}-1$, $2^{20}-1$ ou $2^{23}-1$ conformes aux recommandations O,151 et O,152 du CCITT (Comité Consultatif International des Téléphones et des Télécommunications).

La transmission de la séquence D est commandée par l'unité de gestion 308 au moyen d'un signal PR transmis à la mémoire morte 313.

Lorsque l'unité de commande 306 envoie l'ordre de commencer la mesure, elle fait envoyer par l'unité de gestion 308 un signal de commande Sinv au circuit de transmission 310 qui produit en réponse un signal d'état logique "1" sur l'entrée 318 du circuit OU exclusif 315. Cet état reste présent pendant toute la durée de la commande Sinv, et subsiste pendant le passage d'un nombre prédéterminé de bits.

Ainsi, pendant la commande Sinv il sera envoyé une suite de bits, désignée $\bar{D}_2$, qui sera inversée par rapport aux bits correspondants D_2 de la séquence D stockée en mémoire. La séquence $\bar{D}_2$ est imposée sur la séquence D transmise, et l'on peut ainsi décomposer cette dernière en trois parties : $D_1 + \bar{D}_2 + D_3$ correspondant respectivement aux séquences avant, pendant et après l'inversion des bits.

Au même moment que l'envoi de la commmande Sinv, l'unité de gestion transmet une commande C au compteur 342 à la suite de laquelle celui-ci se met à totaliser des impulsions d'horloge Clk produites par l'unité de gestion 308 et servant, entre autres, au cadencement de la transmission et de la réception des données D sur la liaison numérique selon le protocole de transmission utilisé.

Après cette commande, l'unité de gestion 308 se met en état de veille sur la ligne 309f de manière à lire la valeur produite par le compteur 340 associé au circuit récepteur 302.

Ce compteur sera constamment remis à zéro tant qu'il y aura concordance entre les bits de données D reçus par le circuit de réception 321 et les bits de données correspondants produits par la mémoire morte 323, comme il a été expliqué dans la description de l'appareil.

Ainsi, pendant tout le temps durant lequel le circuit récepteur reçoit la partie D_1 de la séquence D, la valeur au compteur 340 restera nulle. Dès lors qu'apparaissent à la

sortie 322 du circuit de réception les bits de données correspondant à la partie $\bar{D}_2$ de la séquence D transmise, les états logiques aux deux entrées du circuit ET 327 seront mutuellement inversés. On peut assimiler cette disparité entre les bits de la partie de séquence $\bar{D}_2$ comme étant des erreurs par rapport à la partie correspondante de cette séquence, D_2, stockée dans la mémoire 323. Ainsi, on peut considérer un état "0" à la sortie du circuit ET 327 comme étant un signal de détection d'erreur au niveau du bit.

Lorsque les bits correspondant à la partie de séquence $\bar{D}_2$ sont présents à l'entrée 325 du circuit ET 327, il en résulte que la remise à zéro du compteur 340 est désactivée, l'état logique à l'entrée de remise à zéro étant dans ce cas "0". Le compteur 340 peut ainsi commencer à totaliser les impulsions d'horloge Clk introduites à son entrée de données 341.

Il est à noter que la remise à zéro du compteur 340 ne se fera pas avant que le circuit récepteur ait cessé de détecter des erreurs telles que définies plus haut. Ainsi, le compteur 340 permet, grâce au circuit logique connecté à son entrée de remise à zéro 339, de compter seulement les erreurs qui se succèdent.

Une fois que l'unité de gestion 308 a détecté une valeur de comptage n égale au nombre de bits constituant la séquence $\bar{D}_2$, elle envoie une commande $\bar{C}$ au compteur 342, ayant pour effet de cesser le comptage d'impulsions d'horloge Clk. La valeur m totalisée par le compteur 342 est recueillie par l'unité de gestion 308 et servira de base pour la détermination du temps de propagation du signal.

Cette valeur m est effectivement le nombre de périodes de l'horloge Clk qui sépare le moment de l'envoi du premier bit de la partie de séquence D_2, de l'arrivée du dernier bit de cette séquence. Si on exclut les temps de retard du signal dans l'appareil, ainsi que l'intervalle entre le premier et dernier ($n^{ième}$) bit de la partie de séquence $\bar{D}_2$ transmise, on obtient le temps de parcours (en périodes d'horloge Clk) du signal pour faire

un tour de boucle complet dans la liaison numérique entre la sortie 312 et l'entrée 320 de l'appareil.

Une caractéristique très importante du procédé selon la présente invention réside dans le fait que l'on utilise des signaux d'erreurs pour identifier le début et la fin du bouclage du signal, et que ces erreurs sont imposées sur une séquence bien déterminée.

Le nombre de bits formant la partie de séquence $\bar{D}_2$ est choisi pour être nettement au-delà du nombre de bits d'erreurs successifs ayant une autre provenance, telle que du bruit.

De préférence, ce nombre n est fixé à 8, mais toute autre valeur, comprise entre 3 et 15, peut être utilisée.

Parmi les paramètres de contrôle qui peuvent être introduits via l'interface 307 se trouvent les données de configuration de la liaison numérique, telles que le protocole de transmission et la fréquence du cadencement. Cette dernière donnée permettra, entre autres, de synchroniser les signaux d'horloge Clk avec le rythme de transmission des données, et également de convertir le temps de mesure en secondes.

La présente invention permet des modes de réalisation plus évolués. D'abord, la majeure partie des opérations logiques pourrait être effectuée au moyen du logiciel de l'unité de commande.

Ainsi, en se référant à la figure 8, la recherche en synchro-séquence peut être entièrement contrôlée par l'unité de commande 306. Dans ce cas, la synchro-séquence peut être constatée par un simple aller et retour d'un signal correctement effectué entre les circuits de transmission et de réception de l'appareil. De préférence, cette recherche comprend une boucle d'interrogation A (figure 8) entre le circuit émetteur 301 et le circuit récepteur 302 selon laquelle la recherche est abandonnée si le circuit récepteur 302 ne détecte pas la séquence D avant un délai prédéterminé (par exemple 1 seconde). Dans ce dernier cas, l'appareil 300 indique, au moyen du dispositif d'affichage 343, que la mesure ne peut être effectuée (cas "mesure impossible").

La phase B du synoptique comprend les étapes de la mesure du temps de propagation proprement dite. Il est prévu dans cette partie du synoptique d'indiquer au moyen de l'afficheur 343 si le temps de propagation dépasse un temps seuil (par exemple 1 s), sans pour autant interrompre l'étape de détection des n bits inversés ($\bar{D}_2$) au niveau du compteur 340. Cette indication permet à l'utilisateur de décider s'il y a lieu de continuer la mesure, ou bien de l'interrompre par un ordre externe introduit à partir de l'interface 307.

La partie C du synoptique se réfère à un mode de fonctionnement itératif selon lequel la mesure du temps de propagation, depuis l'envoi des n bits inversés ($\bar{D}_2$) jusqu'à l'obtention d'un résultat sur le compteur 342 de la partie mesure 304 de l'appareil 300, est comprise dans une boucle du programme d'exécution.

Le nombre de boucles qu'effectue le programme X peut être soit égal à une valeur pré-programmée, soit fonction des résultats obtenus et des conditions de mesure, soit encore fixé par un intervalle de temps terminé par une commande de fin de mesure venant de l'utilisateur.

Dans un mode comprenant une boucle d'itération des mesures, il sera souhaitable de ne pas afficher systématiquement chaque nouveau résultat, de manière à éviter des papillotements sur l'afficheur 343. Ainsi, il a été prévu une phase C' selon laquelle, après une première itération, le résultat actuel (val) est comparé avec le résultat obtenu précédemment (val-1) et l'afficheur 343 est réactualisé seulement si la différence entre ces deux résultats est supérieure à un seuil prédéterminé (delta).

REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure de temps de propagation d'un signal évoluant entre un circuit émetteur et un circuit récepteur sur une liaison bouclée de transmission de données numériques, lesdits circuits émetteur et récepteur étant par ailleurs tous les deux pilotés par une unité de gestion et le circuit récepteur étant muni d'un moyen de détection d'erreurs dans ledit signal, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- établir une synchronisation entre le circuit émetteur et le circuit récepteur de manière à permettre une communication entre lesdits circuits sur ladite liaison ;
- envoyer, à partir dudit circuit émetteur, une séquence de données déterminées, reconnaissable par ledit circuit récepteur, et adressée à ce dernier via ladite liaison de transmission de données numériques ;
- transmettre, au moyen de ladite unité de gestion, un signal de début de mesure auxdits circuits émetteur et récepteur ;
- imposer, au niveau dudit circuit émetteur, lorsque celui-ci reçoit ledit signal de début de mesure, un train de n bits dans ladite séquence de manière à y introduire une série d'erreurs ;
- déclencher, lors de la réception dudit signal de début de mesure par ledit circuit récepteur, un compteur qui est incrémenté selon le cadencement de ladite transmission de données numériques ; et
- arrêter ledit compteur lors de la détection par ledit circuit récepteur dudit train de n bits constituant ladite série d'erreurs,

ledit temps de propagation étant déterminé à partir de la valeur de comptage m fournie par ledit compteur.

2. Procédé de mesure selon la revendicaton 1, caractérisé en ce que ledit signal de début de mesure est reçu par lesdits circuits émetteur et récepteur sensiblement simultanément.

3. Procédé de mesure selon l'une des revendicatons 1 ou 2, caractérisé en ce que le résultat de ladite mesure est converti en unités de temps à partir d'une valeur connue de la fréquence de

cadencement des données de ladite transmission numérique.

4. Procédé de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ladite synchronisation est constatée par un aller et retour de signal effectué correctement entre lesdits circuits émetteur et récepteur sur ladite liaison de transmission de données numériques.

5. Procédé de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit train de n bits est obtenu par inversion de n bits de ladite séquence déterminée.

6. Procédé de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite mesure est itérée continuellement dans un intervalle de temps déterminé.

7. Procédé de mesure selon la revendication 6, caractérisé en ce que, après une première itération, le résultat actuel est comparé avec le résultat obtenu précédemment, et en ce que ledit affichage est réactualisé seulement si la différence entre ces deux résultats est supérieure à un seuil prédéterminé.

8. Procédé de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite recherche de synchronisation est interrompue si la synchronisation n'est pas établie après un délai prédéterminé.

9. Procédé de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que n est un nombre entier entre 3 et 13.

10. Appareil (300) de mesure de temps de propagation d'un signal utilisant le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un circuit émetteur (301) et un circuit récepteur (302), destinés à être reliés par une liaison (10) de transmission de données numériques, le circuit récepteur étant par ailleurs associé à un moyen (323, 327) de détection d'erreurs dans ledit signal ;
- un ensemble de contrôle (303), connecté auxdits circuits émetteur et récepteur, pouvant envoyer à chacun de ces derniers des signaux de commande;

- des moyens pour établir une synchronisation entre lesdits circuits émetteur et récepteur;
- des moyens (313) pour faire transmettre par ledit circuit émetteur une séquence (D) de données déterminée adressée audit circuit récepteur sur ladite liaison (10) de données numériques ;
- des moyens (315) pour imposer, au niveau dudit circuit émetteur, lors d'une réception dudit signal de commande par celui-ci, un train ($\bar{D}2$) de n bits dans ladite séquence de manière à y introduire une série d'erreurs ; et
- un compteur (342) qui est incrémenté selon le cadencement de ladite liaison de transmission de données numériques, ledit compteur étant déclenché lors d'une réception dudit signal de commande par ledit circuit récepteur, et arrêté lors de la détection dudit train de n bits par ledit circuit récepteur.

11. Appareil de mesure selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend également des moyens de conversion de ladite valeur de comptage en unités de temps et des moyens (343) d'affichage dudit temps de propagation ainsi obtenu.

12. Appareil de mesure selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce qu'il comprend également des moyens d'itération en cycles continus de ladite mesure dans un intervalle de temps contrôlé.

13. Appareil de mesure selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que l'ensemble de ses éléments constitutifs est réuni dans un coffret, et en ce que ledit coffret est pourvu de moyens de connexion (322') sur ladite liaison de transmission de données numériques, de manière qu'il soit formé avec celle-ci une boucle entre une connexion d'entrée vers ledit circuit récepteur et une connexion de sortie provenant dudit circuit émetteur.

14. Appareil de mesure selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il est intégré à un analyseur de transmissions numériques.

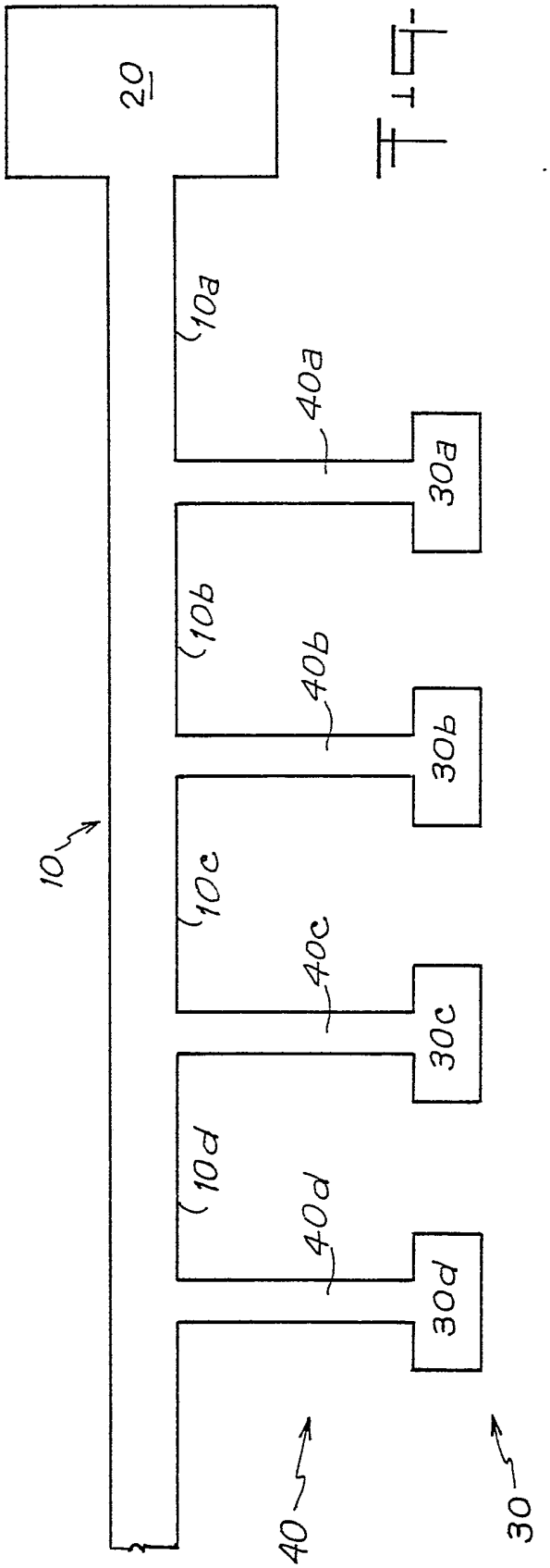

20
10
10a
10b
10c
10d
40a
40b
40c
40d
30a
30b
30c
30d
40
30

FIG-1

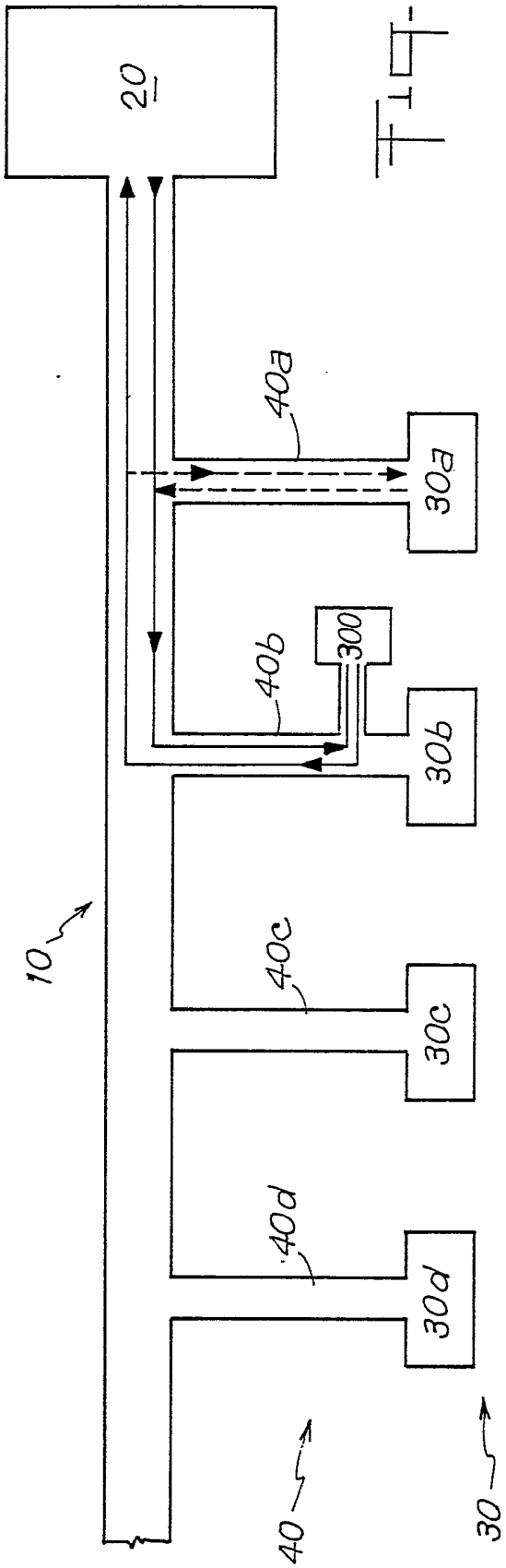

20
10
40a
40b
300
40c
40d
30a
30b
30c
30d
40
30

FIG-2

FIG-3

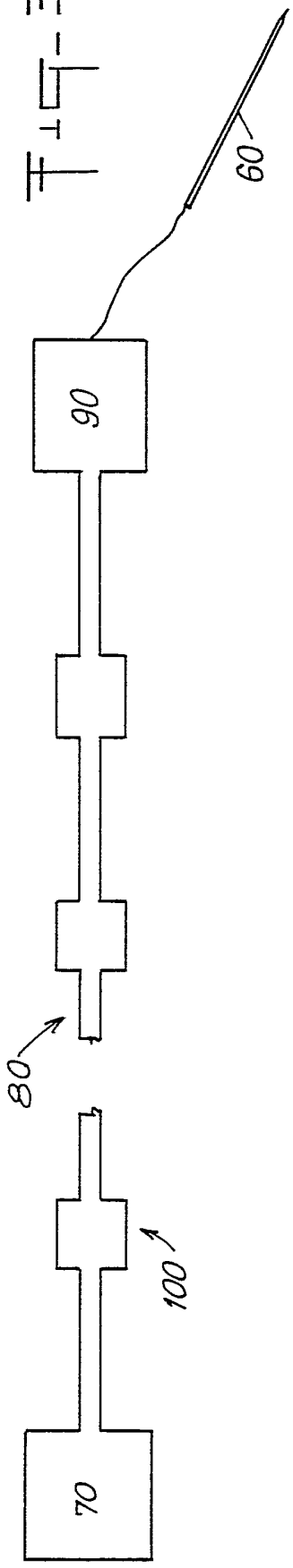


FIG-4

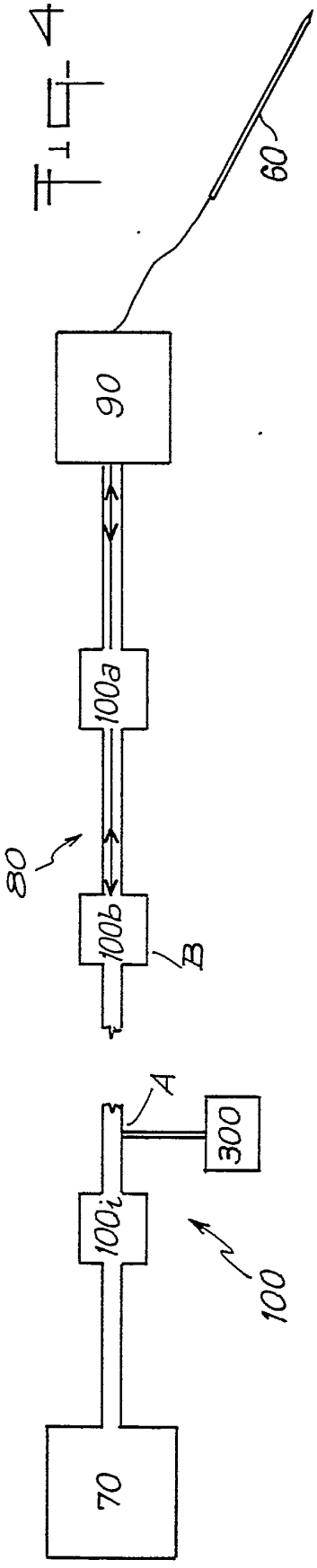
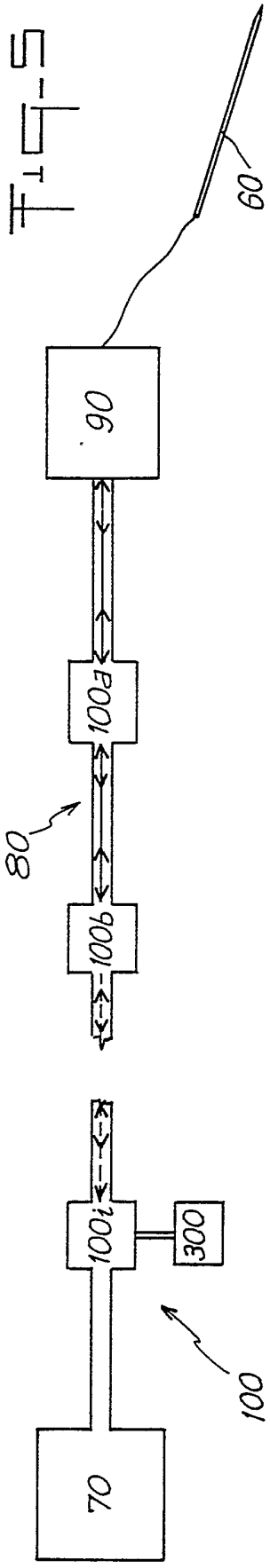


FIG-5



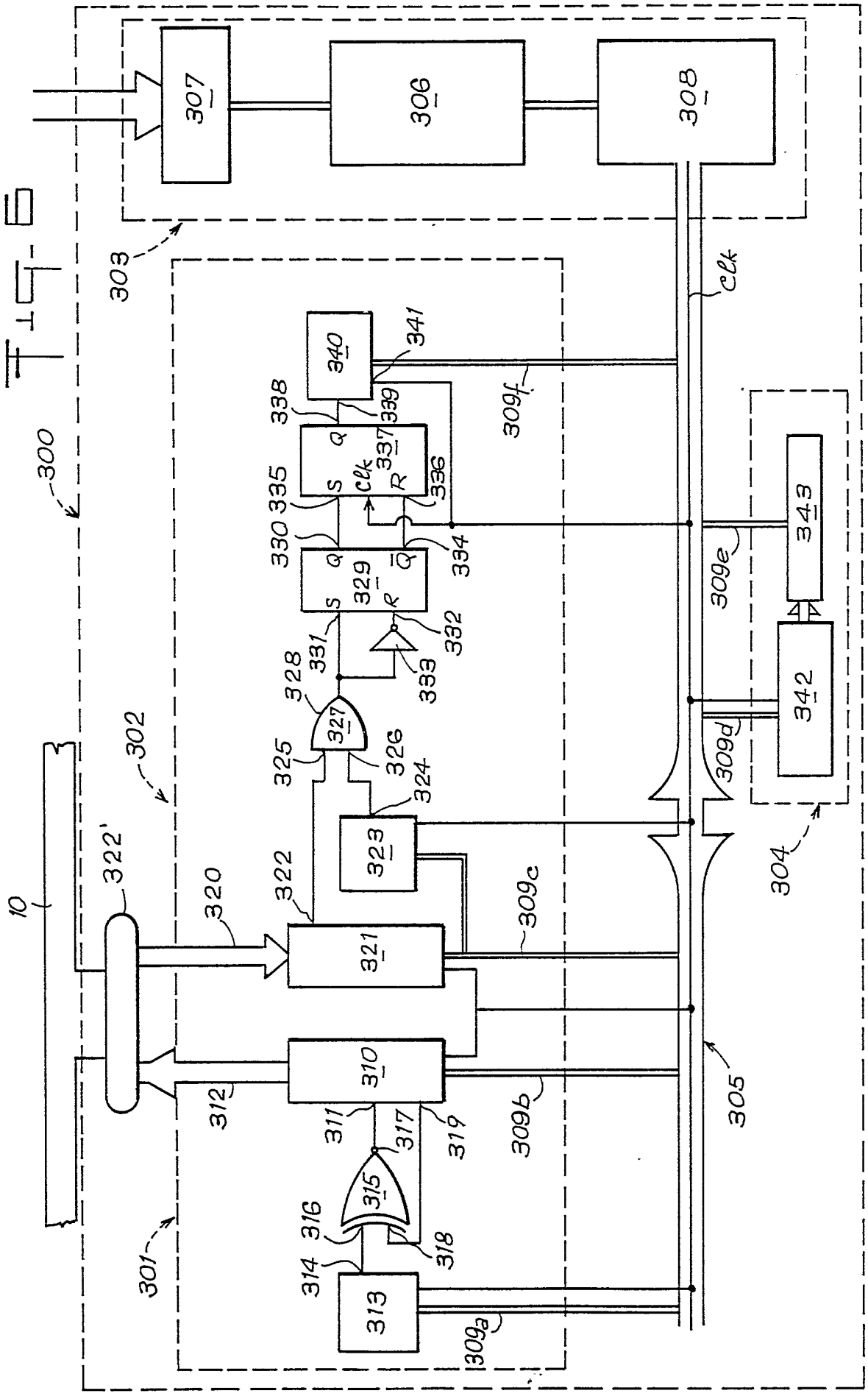
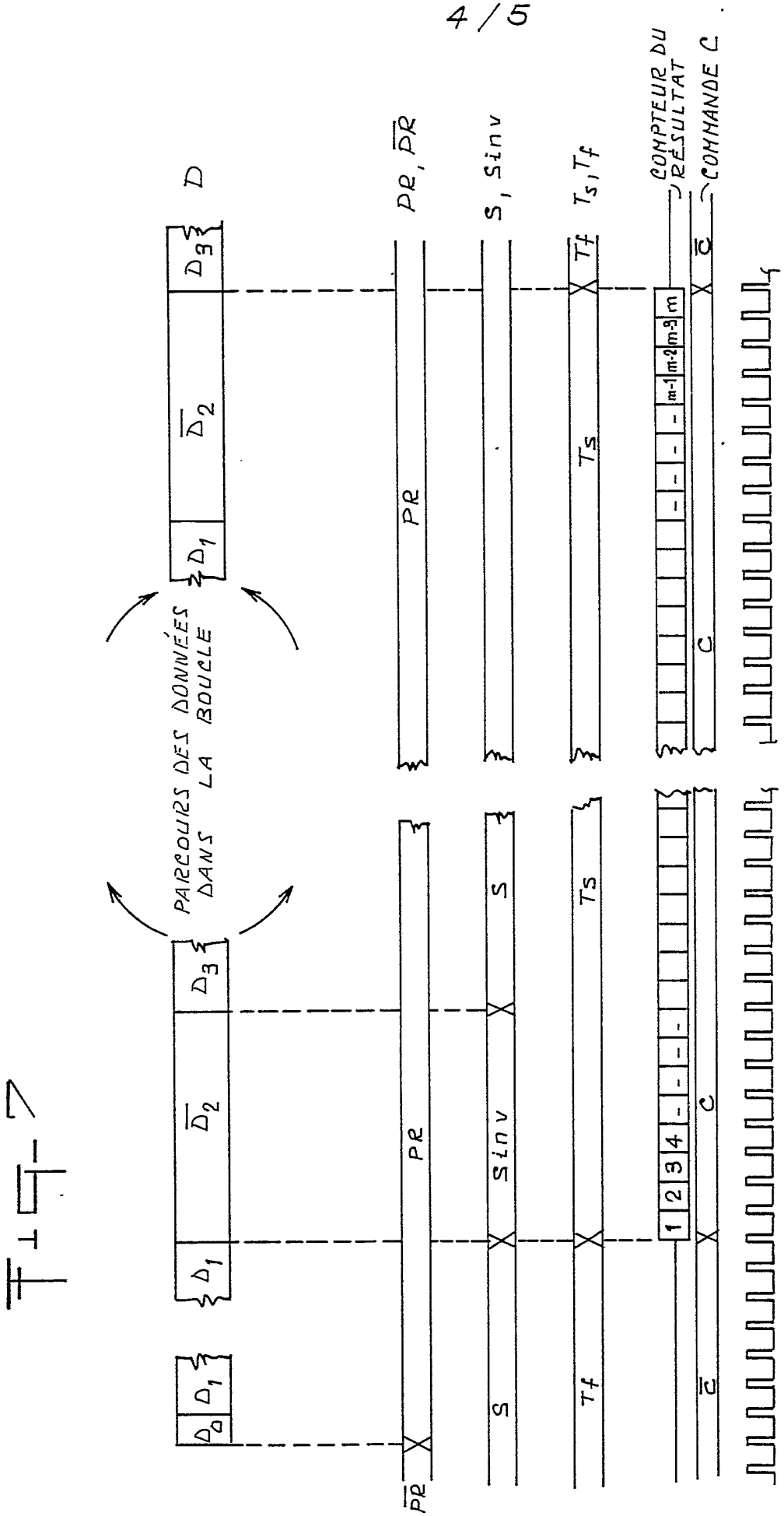
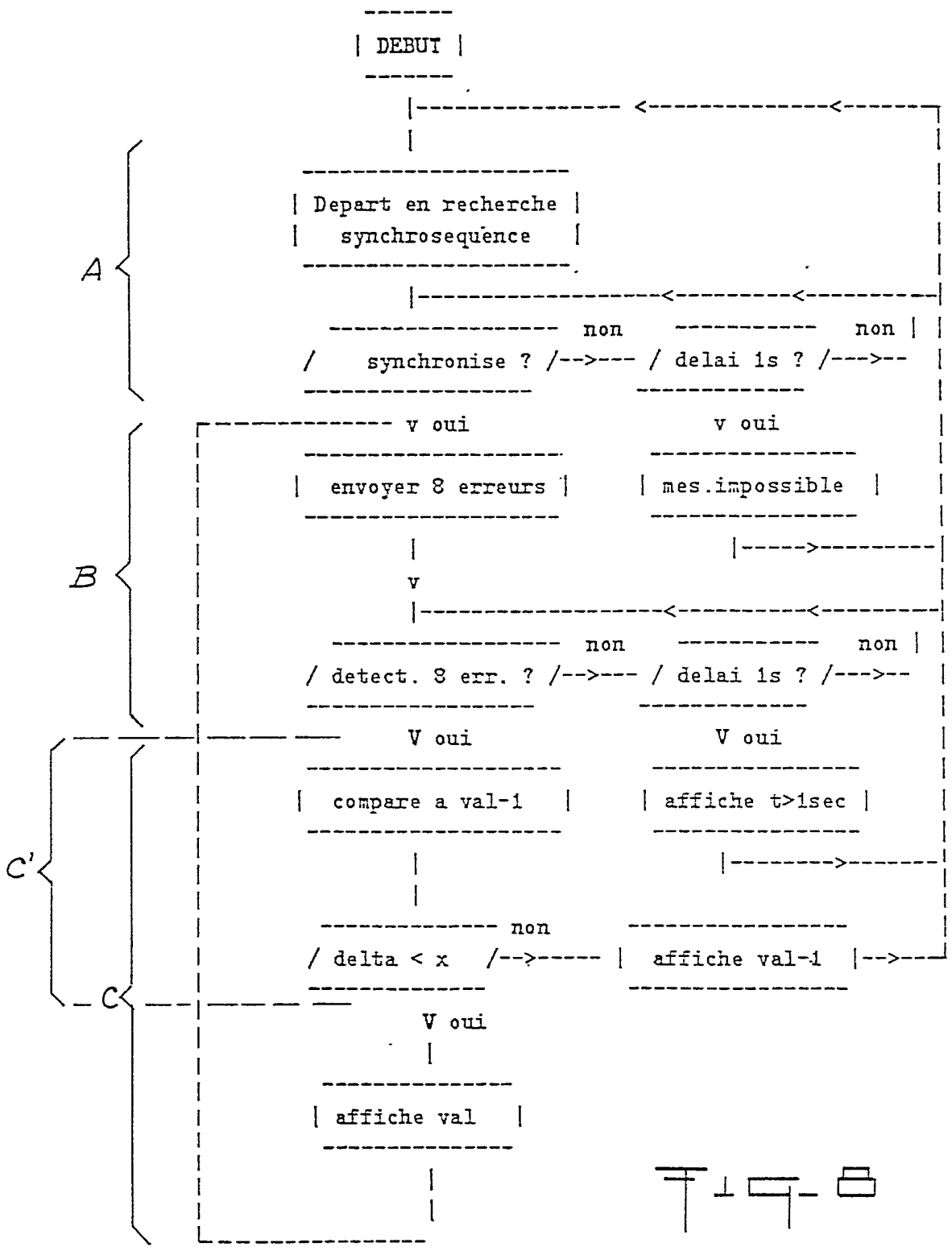

307
306
308
303
300
302
301
304
305
10
322'
320
322
321
310
312
311
317
319
309b
315
316
318
314
313
309a
323
324
325
326
327
328
331
332
333
329
330
334
335
336
337
338
339
340
341
309f
309c
309d
309e
343
342
clk
S
Q
R
$\bar{Q}$

FIG-6

FIG-7


D
PR, $\overline{PR}$
S, Sinv
Ts, Tf
COMPTEUR DU RÉSULTAT
COMMANDE C
PARCOURS DES DONNÉES DANS LA BOUCLE
D_0
D_1
$\overline{D_2}$
D_3
PR
$\overline{PR}$
S
Sinv
Ts
Tf
1 2 3 4 - - - - - - - m-1 m-2 m-3 m
C
$\overline{C}$


DEBUT
Depart en recherche synchrosequence
synchronise ?
non
delai 1s ?
non
A
v oui
envoyer 8 erreurs
v oui
mes.impossible
B
detect. 8 err. ?
non
delai 1s ?
non
V oui
compare a val-1
V oui
affiche t>1sec
C'
delta < x
non
affiche val-1
C
V oui
affiche val

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2660758

N° d'enregistrement national

FR 9004444
FA 442400

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
A	DE-A-3 421 527 (SIEMENS) * Page 3, lignes 13-29 * ---	1,10
A	DE-A-3 008 635 (SIEMENS) * Revendication 1 * ---	1,10
A	US-A-3 970 926 (RIGBY) * Résumé * -----	1,10

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

H 04 B
H 04 L

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12-10-1990	BISCHOF J.L.A.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)