(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 087 975***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **18 01150**

(51) Int Cl[8] : ***H 03 M 13/09*** *(2019.01), G 06 F 13/40*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) PROCEDE ET SYSTEME POUR LA TRANSMISSION DE DONNEES DE MANIERE FIABLE.

(22) **Date de dépôt :** 31.10.18.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 01.05.20 Bulletin 20/18.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 03.12.21 Bulletin 21/48.

(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 :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *THALES* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** ANDRADE ALFONSECA DAMIAN, TEIXEIRA TONY et GUGUEN STEPHANE.

(73) **Titulaire(s) :** THALES.

(74) **Mandataire(s) :** MARKS & CLERK FRANCE.

FR 3 087 975 - B1

PROCEDE ET SYSTEME POUR LA TRANSMISSION DE DONNEES DE MANIERE FIABLE

L'invention concerne un procédé pour transmettre des données de manière fiable, assurant qu'à la réception les données correspondent aux données émises. Elle s'applique notamment pour transmettre des données dans un système comprenant plusieurs équipements synchrones dont les horloges peuvent présenter une dérive. Le procédé peut être utilisé dans des systèmes qui doivent fournir simultanément de l'énergie à une machine tournante.

Dans le cas de transmission d'informations simultanées, la fiabilité dans la transmission des données est indispensable pour assurer un bon fonctionnement du système.

Lorsque la transmission de données de manière simultanée entre plusieurs équipements est nécessaire pour assurer cette fiabilité, il est connu d'utiliser un bus de communication pour transmettre les données et un bus pour transmettre une horloge pour synchroniser la transmission des données. La figure 1A schématise ce type d'architecture avec une ligne de transmission pour les données D et l'utilisation d'une horloge CLK dédiée pour synchroniser la transmission. Ceci nécessite une implantation d'un câblage supplémentaire.

Dans le cas d'équipements qui ne sont pas synchronisés par une horloge commune aux différents équipements (sans horloge distribuée), les équipements doivent avoir la même fréquence de fonctionnement et une tolérance sur les horloges de chaque équipement restreinte, afin d'éviter une dérive trop importante de l'instant de réception des données sur chacun des équipements. Dans ce cas, comme il est schématisé à la figure 1B, un décalage (déphasage) entre l'horloge d'émission CLK_{TX} des données et l'horloge de réception CLK_{RX} des données peut apparaître. En général, le front montant ou descendant de l'horloge de l'équipement récepteur est utilisé pour s'assurer que la lecture des données se fait correctement.

D'autre part, lors de la transmission de données, des perturbations sur la ligne de transmission peuvent provoquer la lecture d'un bit faux, ce qui peut induire une mauvaise détection d'un bit de démarrage pour la lecture. Dans ce cas, la lecture du message est erronée. Si le système comprend un moyen de correction de type CRC, le message sera tout simplement rejeté. Le système peut alors répéter la transmission du message jusqu'à obtenir un bon résultat. Cette méthode présente comme inconvénient de diminuer la bande passante utile.

L'idée de la présente invention repose sur une nouvelle approche pour la lecture des données qui exploite notamment des fronts d'horloge choisis et consécutifs de deux horloges générées à partir d'une première horloge initiale fonctionnant à une valeur de fréquence au moins égale à deux fois la fréquence de transmission des données.

L'invention concerne un procédé pour transmettre des données de manière fiable à au moins un équipement pourvu d'une horloge initiale H_1 dans un système comprenant au moins un équipement émetteur de message travaillant avec une première horloge H_0 caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

A partir de son horloge initiale H_1, à une fréquence initiale F_1 un équipement génère au moins une première horloge H_{1U} à partir d'un front montant de l'horloge initiale H_1 avec une fréquence F_{1U} et une deuxième horloge H_{1D} à partir d'un front descendant de l'horloge initiale H_1, avec une fréquence F_{1D},

L'équipement exécute ensuite les étapes suivantes :

Lire les données reçues en utilisant au moins un premier front montant de la première horloge H_{1U} et un front descendant consécutif du premier front montant de la première horloge générée H_{1U}, puis lire les données reçues en utilisant un premier front montant de la deuxième horloge H_{1D} et un front descendant consécutif du premier front montant de la deuxième horloge générée H_{1D}, les quatre fronts d'horloge utilisés étant consécutifs de $2F_1$,

Décoder au moins les quatre messages en utilisant un code correcteur d'erreur,

Lorsqu'au moins un message est décodé correctement, utiliser les informations contenues dans ce message pour piloter un dispositif en liaison avec le ou lesdits équipements.

Le pilotage peut être une régulation dans le fonctionnement d'un dispositif.

La communication des données se fait, par exemple, en utilisant un protocole de communication mettant en œuvre une correction de type CRC.

Les valeurs des fréquences sont, par exemple, définies de la manière suivante :

$$\frac{F_1}{2} = F_{1U} = F_{1D} = F_0 \pm \frac{F_0}{N_0}$$

avec F_0 la fréquence initiale correspondant à l'équipement émetteur et N_0 le nombre de bits du message.

Le procédé selon l'invention est mis en œuvre pour des onduleurs fournissant de l'énergie à une machine tournante, de manière synchronisée.

L'invention concerne aussi un système pour transmettre des données de manière fiable à au moins un équipement configuré pour piloter un dispositif, le système comprenant un dispositif ayant une horloge H_0 fonctionnant à une fréquence F_0 caractérisé en ce qu'un équipement comporte au moins les éléments suivants :

Un module générateur d'horloge configuré pour générer à partir de l'horloge initiale H_1 de l'équipement, à une fréquence initiale F_1, au moins une première horloge H_{1U} à partir d'un front montant de l'horloge initiale H_1, avec une fréquence F_{1U} et une deuxième horloge H_{1D} à partir d'un front descendant de l'horloge initiale H_1, avec une fréquence F_{1D},

Un module de traitement des données configuré pour :

lire les données reçues en utilisant au moins un premier front montant de la première horloge H_{1U} et un front descendant consécutif du premier front montant de la première horloge générée H_{1U}, puis lire les données reçues

en utilisant un premier front montant de la deuxième horloge H_{1D} et un front descendant consécutif du premier front montant de la deuxième horloge générée H_{1D}, les quatre fronts d'horloge utilisés étant consécutifs de $2F_1$, et décoder au moins les quatre messages en utilisant un code correcteur d'erreur,

Si la vérification du message avec le CRC est correcte, utiliser les informations contenues dans le message pour générer un signal de commande vers un dispositif en liaison avec le ou lesdits équipements.

Le dispositif émetteur de données est configuré, par exemple, pour utiliser un protocole de communication ayant un correcteur d'erreur CRC.

Le dispositif émetteur de données est en liaison avec plusieurs onduleurs configurés pour générer de l'énergie, de manière synchrone, et fournir ladite énergie à une machine tournante.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés à titre illustratif et nullement limitatif, annexée des figures qui représentent :

- Figure 1A, une illustration de l'utilisation d'une horloge dédiée pour la lecture de données et figure 1B, de l'utilisation de deux horloges selon l'art antérieur,
- Figure 2, un exemple de mise en œuvre de l'invention,
- Figure 3, un schéma illustrant la génération des deux horloges selon le procédé de l'invention, et
- Figure 4, un exemple de chronogramme pour la lecture des données utilisant le procédé selon l'invention.

Afin de bien faire comprendre le procédé selon l'invention, l'exemple qui suit est donné à titre illustratif et nullement limitatif pour un système comprenant plusieurs onduleurs qui sont configurés pour fournir de la puissance (énergie) à une machine tournante, tel qu'il est représenté à la figure 2. Ces onduleurs doivent être en mesure de fournir de manière

simultanée la puissance, afin d'éviter des retours de puissance par les fils qui pourraient être néfastes au fonctionnement, et au contraire d'avoir un cumul de l'énergie. Sur la figure 2 pour des raisons de simplification, seul le détail du lien d'un équipement onduleur a été représenté.

La figure 2 comprend un dispositif 20 émetteur de données D, comprenant au moins une horloge H_0 fonctionnant à une fréquence F_0 et un module d'émission de données 21.

Les données D contenues dans un message M sont transmis au moyen d'un protocole de communication, connu de l'homme du métier et qui ne sera pas détaillé, à un équipement 23 tel qu'un onduleur configuré, par exemple, pour générer de l'énergie au niveau d'une machine tournante 30. L'équipement configuré pour générer de l'énergie comporte une horloge H_R, un module générateur 24 de deux horloges H_{1D}, H_{1U}, à partir d'une première horloge initiale H_1, un module récepteur du message 25, un module de traitement des données 26, tel qu'un processeur, qui va traiter les données reçues au rythme des deux horloges, en utilisant des fronts d'horloge suivant les étapes du procédé selon l'invention décrit ci-après, afin de déterminer la ou les données correctement lues ou décodées. Ces données seront utilisées par un module générateur d'énergie 27 pour émettre de la puissance sur réception d'un signal de commande vers la machine tournante 30.

La figure 3 illustre un exemple pour la génération des deux horloges obtenues à partir de l'horloge initiale de fonctionnement d'un équipement et qui seront utilisées pour la lecture des données reçues par l'équipement.

300	Horloge de l'équipement émetteur à une fréquence F_0
301	Horloge de l'équipement récepteur à une fréquence initiale F_1
302	Horloge générée sur les fronts montants à une fréquence F_{1U}
303	Horloge générée sur les fronts descendants à une fréquence F_{1D}

Le module de génération d'horloge considère l'horloge initiale H_1 du module récepteur de l'équipement et génère :

- une première horloge H_{1U} en considérant un premier front montant 310 de l'horloge initiale H_1 pour générer un premier front montant 320 de la première horloge H_{1U}, un deuxième front montant 312 de l'horloge initiale H_1 pour générer un premier front descendant 321 avec une fréquence F_{1U},
- une deuxième horloge H_{1D} en considérant un premier front descendant 311 de l'horloge initiale H_1 pour générer un premier front montant 330 de la deuxième horloge H_{1D}, un deuxième front descendant 313 de l'horloge initiale H_1 pour générer un premier front descendant 331 de la deuxième horloge H_{1D} avec une fréquence F_{1D}.

La figure 4 illustre le séquencement de la lecture des données à partir des deux horloges H_{1U} et H_{1D}.

L'équipement émetteur du dispositif émetteur de données envoie un message de données D, 400, d'une taille de N_0 bits à une fréquence F_0, 300. La transmission peut se faire en utilisant un protocole de communication connu de l'homme du métier, mettant en œuvre une méthode de vérification de la transmission de données de type CRC (Cyclic Redondancy Check), par exemple.

L'horloge initiale H_1 du module récepteur de l'équipement fonctionne à une fréquence F_1, 301 et a permis de générer une première horloge H_{1U}, 302, et une deuxième horloge H_{1D}, 303, comme il a été expliqué précédemment à la figure 3.

La fréquence F_1 est égale à $2F_0$ avec une erreur $< 2\frac{F_0}{N_0}$.

La lecture des données se fera en utilisant les deux horloges générées de fréquence respectivement F_{1U} et F_{1D} et en utilisant deux fronts consécutifs de la première horloge H_{1U} et deux fronts consécutifs de la deuxième horloge FH_{1D} (quatre fronts consécutifs). Ainsi la lecture s'effectue sur un front montant de H_{1U}, suivi d'un front descendant de H_{1U}, à une fréquence F_{1U}, suivi d'un front montant de H_{1D}, suivi d'un front descendant de H_{1D} à une fréquence F_{1D} avec les relations :

$$\frac{F_1}{2} = F_{1U} = F_{1D} = F_0 \pm \frac{F_0}{N_0}$$

Dans l'exemple donné à titre illustratif, la fréquence est de 1 Hz donc avec une période de 1s. Le nombre de bits à transmettre est de huit. Donc le décalage maximal toléré pour les horloges est de 1/8=0,125 s. La tolérance requise sera fonction de la taille du message.

Le récepteur lit le message selon les quatre fronts successifs :

Sur le front montant de H_{1U}, 441, M1 données reçues, 451,

Sur le front descendant de H_{1U}, 442, M2 données reçues 461,

Sur le front montant de H_{1D} 443, M3 données reçues, 471,

Sur le front descendant de H_{1D}, 444, M4 données reçues 481.

Les quatre lectures M1, M2, M3 et M4 sont transmises au module de traitement des données qui va utiliser une méthode de correction d'erreur, par exemple un code CRC, afin de déterminer le ou les messages corrects.

Lorsqu'au moins un seul des quatre messages est correct, alors le module de traitement en déduit que le message d'origine transmis est perturbé. Dans ce cas, il ne prend pas en compte le message décodé et va recommencer un cycle de lecture et de décodage du message jusqu'à obtenir un décodage correct.

Dans le cas où au moins un message est décodé correctement, (message décodé correct et correspondant à un message fiable), après application d'un code correct d'erreur CRC, alors le module de traitement estime que le message est fiable, les données contenues sont aussi fiables et peuvent être utilisées pour le pilotage d'un dispositif.

Dans le cas de l'application de génération d'une puissance à une machine tournante, on assure ainsi une synchronisation dans la transmission du signal de commande des équipements émetteurs d'énergie vers la machine tournante et on évite ainsi des retours de courant via des lignes de liaison entre les différents équipements pouvant être néfastes au bon fonctionnement de la machine, voire la détériorer.

Le procédé selon l'invention permet avantageusement de faire une lecture du message en détectant d'éventuelles erreurs, sans utiliser une ligne d'horloge dédiée. La tolérance entre les horloges de chaque équipement du système n'a pas d'impact sur le résultat de lecture. Le procédé évite des retransmissions de message qui diminuent la bande passante utile.

REVENDICATIONS

1 – Procédé pour transmettre des données de manière fiable à au moins un équipement (23) pourvu d'une horloge initiale H_1 dans un système comprenant au moins un dispositif (20) émetteur de message travaillant avec une première horloge H_0 caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

A partir de son horloge initiale H_1, à une fréquence initiale F_1 un équipement (23) génère au moins une première horloge H_{1U} à partir d'un front montant de l'horloge initiale H_1 avec une fréquence F_{1U} et une deuxième horloge H_{1D} à partir d'un front descendant de l'horloge initiale H_1, avec une fréquence F_{1D},

L'équipement exécute ensuite les étapes suivantes :

Lire les données reçues en utilisant la première horloge H_{1U} avec une fréquence F_{1U} et la deuxième horloge H_{1D} avec une fréquence $F_{1D,}$ en utilisant au moins un premier front montant de la première horloge H_{1U} suivi d'un front descendant consécutif du premier front montant de la première horloge générée H_{1U}, puis un premier front montant de la deuxième horloge H_{1D} suivi d'un front descendant consécutif du premier front montant de la deuxième horloge générée H_{1D}, les quatre fronts d'horloge utilisés étant consécutifs,

Décoder au moins les quatre messages en utilisant un code correcteur d'erreur,

Lorsqu'au moins un message est décodé correctement, utiliser les informations contenues dans ce message pour piloter un dispositif en liaison avec le ou lesdits équipements.

2 – Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la communication des données se fait en utilisant un protocole de communication mettant en œuvre une correction de type CRC.

3 – Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que les valeurs des fréquences sont définies de la manière suivante :

$$F_{1U} = F_{1D} = \frac{F_1}{2} = F_0 \pm \frac{F_0}{N_0}$$

Avec F_0 la fréquence initiale correspondant à l'équipement émetteur et N0 le nombre de bits du message.

4 – Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les équipements sont des onduleurs fournissant de l'énergie à une machine tournante (30).

5 – Système pour transmettre des données de manière fiable à au moins un équipement (23) configuré pour piloter un dispositif (30), le système comprenant un dispositif (20) ayant une horloge H_0 fonctionnant à une fréquence F_0 caractérisé en ce qu'un équipement (23) comporte au moins les éléments suivants :

Un module générateur d'horloge (24) configuré pour générer à partir de l'horloge initiale H_1 de l'équipement (23), à une fréquence initiale F_1, au moins une première horloge H_{1U} à partir d'un front montant de l'horloge initiale H_1, avec une fréquence F_{1U} et une deuxième horloge H_{1D} à partir d'un front descendant de l'horloge initiale H_1, avec une fréquence F_{1D},

Un module de traitement des données (26) configuré pour :

Lire les données reçues en utilisant au moins un premier front montant de la première horloge H_{1U} et un front descendant consécutif du premier front montant de la première horloge générée H_{1U}, puis lire les données reçues en utilisant un premier front montant de la deuxième horloge H_{1D} et un front descendant consécutif du premier front montant de la deuxième horloge générée H_{1D}, les quatre fronts d'horloge utilisés étant consécutifs de $2F_1$, et décoder au moins les quatre messages en utilisant un code correcteur d'erreur,

Si la vérification d'au moins un message est correcte, utiliser les informations contenues dans le message pour générer un signal de commande vers un dispositif en liaison avec le ou lesdits équipements.

6 – Système selon la revendication 5 caractérisé en ce que le dispositif émetteur de données (20) est configuré pour utiliser un protocole de communication ayant un correcteur d'erreur CRC.

7 – Système selon l'une des revendications 5 ou 6 caractérisé en ce que le dispositif émetteur de données (20) est en liaison avec plusieurs onduleurs (23) configurés pour générer de l'énergie et fournir ladite énergie à une machine tournante.

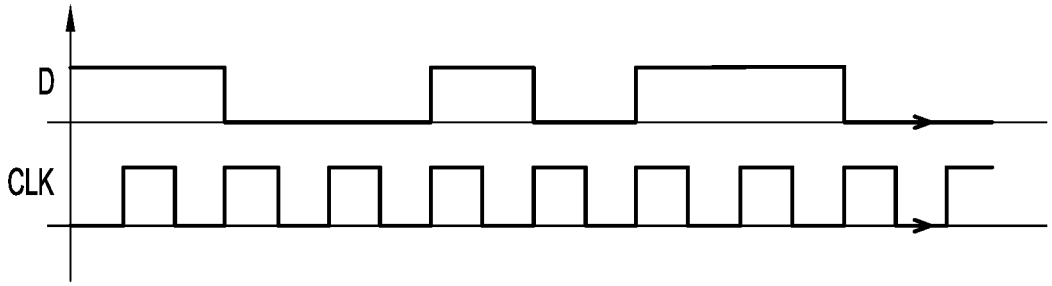


Fig.1A

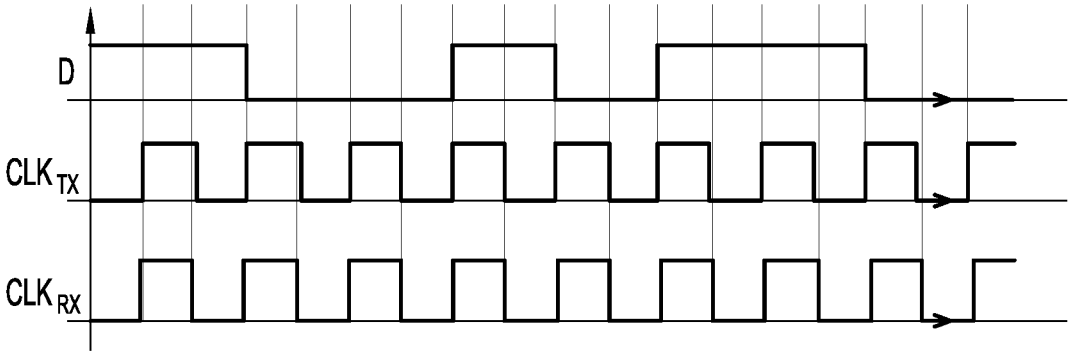


Fig.1B

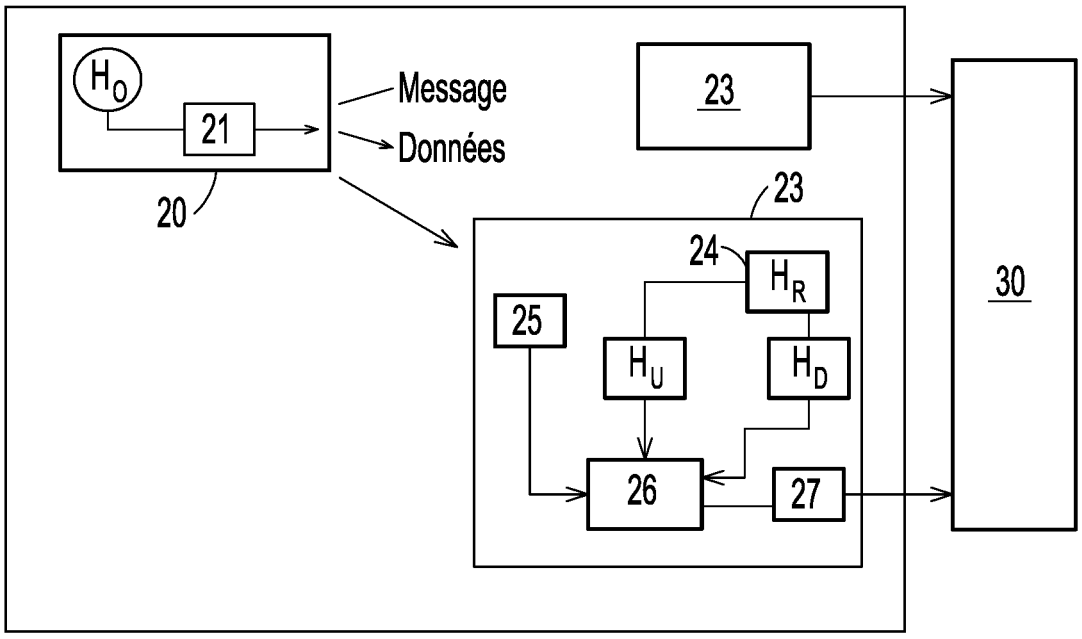


Fig. 2

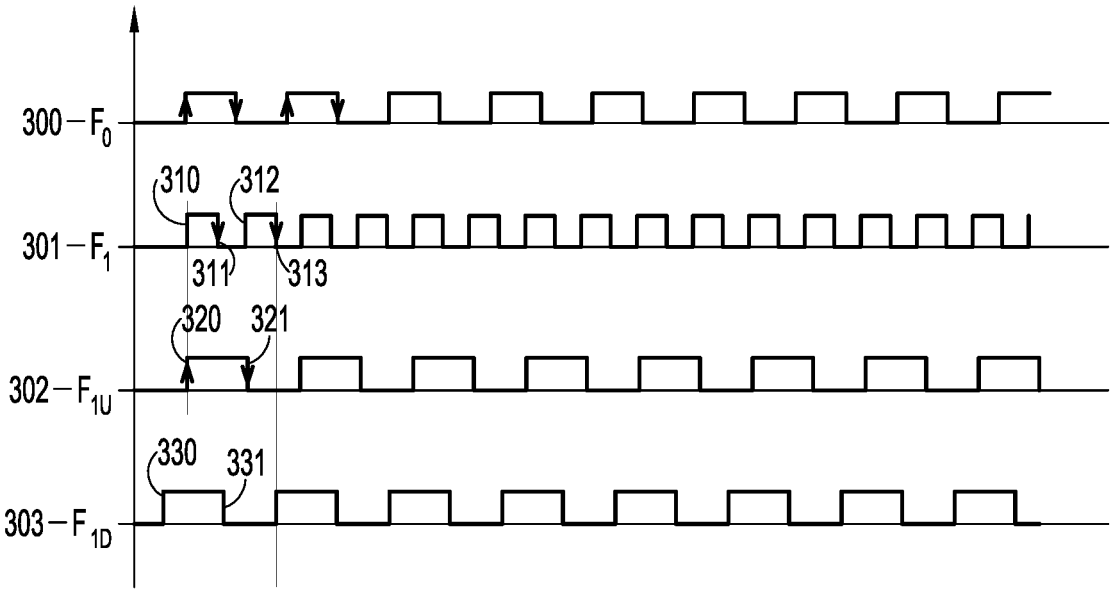

300 – F0
310
312
301 – F1
311
313
320
321
302 – F1U
330
331
303 – F1D

Fig. 3

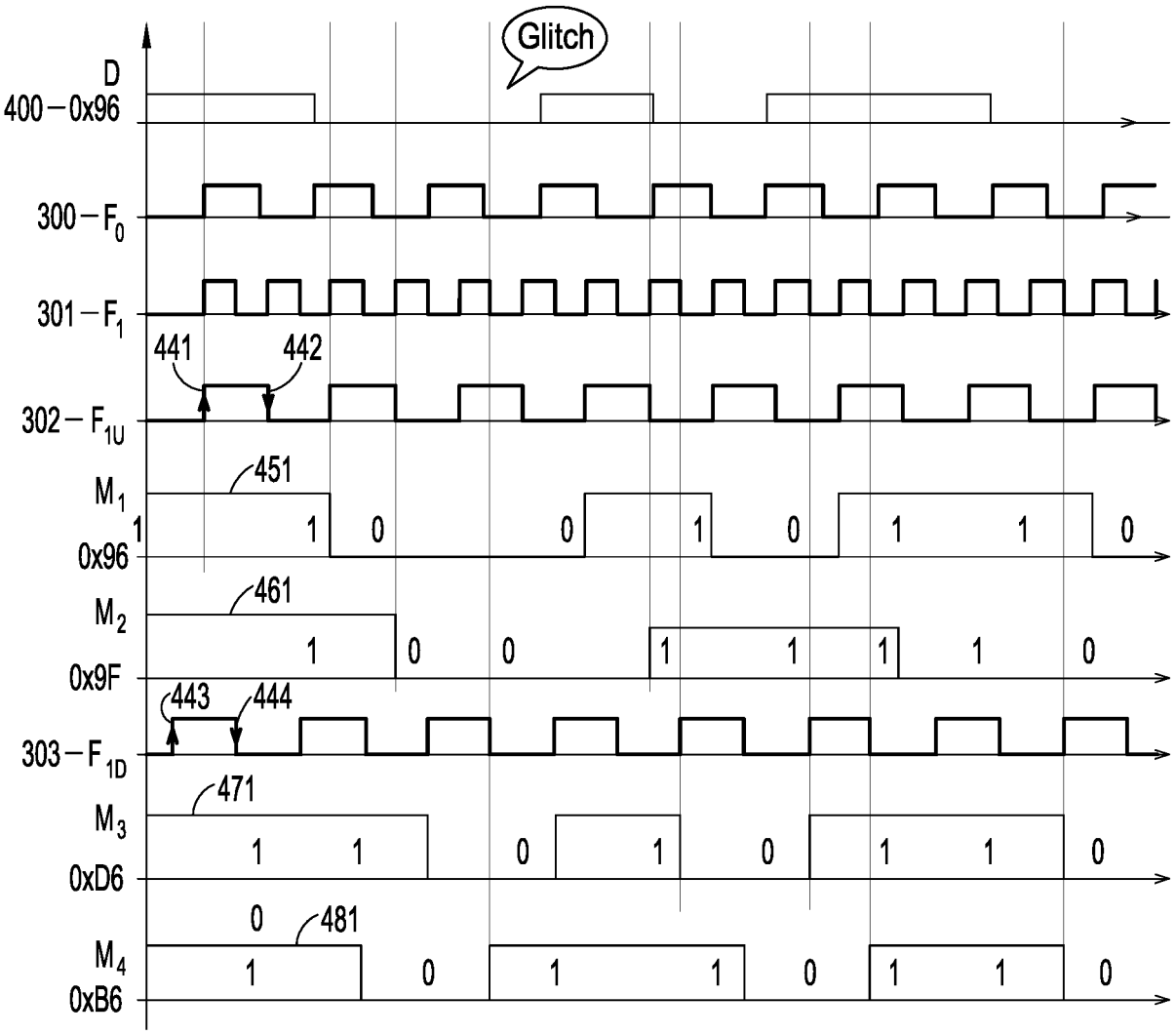

Glitch
D
400 – 0x96
300 – F0
301 – F1
441
442
302 – F1U
M1
451
1
1 0 0 1 0 1 1 0
0x96
M2
461
1 0 0 1 1 1 1 0
0x9F
443
444
303 – F1D
M3
471
1 1 0 1 0 1 1 0
0xD6
0
481
M4
1 0 1 1 0 1 1 0
0xB6

Fig. 4

N° d'enregistrement national : FR1801150 N° de publication : FR3087975

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

[x] Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

EP 0 805 574 A1 (MOTOROLA INC [US]; VALEO ELECTRONIQUE [FR])
5 novembre 1997 (1997-11-05)

US 2005/081129 A1 (SHAH PARAS A [US] ET AL) 14 avril 2005 (2005-04-14)

US 5 687 193 A (ABOU HASSAN SALMAN [FR])
11 novembre 1997 (1997-11-11)

WO 2014/116931 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INC [US]; TEXAS INSTRUMENTS JAPAN [JP])
31 juillet 2014 (2014-07-31)

US 5 600 662 A (ZOOK CHRISTOPHER P [US])
4 février 1997 (1997-02-04)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT