





---

(106), un module d'interface (120) couplé au bus d'entrées/sorties (106) et un microprocesseur (105), caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes : a) lecture d'au moins une trame de données (200), b) lecture d'un code d'identification (210), c) lecture des données d'identification de référence (131) contenues dans la mémoire (124), d) comparaison des données d'identification de référence (131) lues aux données d'identification (212) contenues dans la trame de données (200).

**Microcontrôleur avec un module de diagnostic**  
**et procédé d'accès audit module dudit microcontrôleur**

La présente invention concerne un procédé d'accès à un module de diagnostic d'un microcontrôleur et un microcontrôleur associé.

Actuellement, de très nombreux systèmes électroniques intègrent un calculateur dans un boîtier fermé. Un connecteur est prévu pour faire l'interface entre les  
5 moyens électroniques à l'intérieur du boîtier et l'extérieur. Lorsqu'un problème survient dans le boîtier électronique, il est généralement prévu d'utiliser un outil de diagnostic qui vient se brancher sur le connecteur et permet d'accéder à certaines fonctions logicielles intégrées dans le calculateur. Le plus souvent, il est possible ainsi de reprogrammer le  
10 logiciel du boîtier électronique ou de faire un diagnostic pour au moins connaître l'origine du problème, et parfois aussi le résoudre. Par contre, pour certains problèmes, ces outils ne fonctionnent pas et, en dernier recours, il peut être nécessaire d'intervenir directement à l'intérieur du boîtier pour, d'une part, diagnostiquer les problèmes et, d'autre part, les résoudre si c'est possible.

Un **figure 1** ci-jointe illustre un calculateur de l'art antérieur. Il peut s'agir d'un  
15 calculateur moteur pour un véhicule automobile mais aussi de tout système électronique dans un boîtier fermé (qu'il s'agisse d'un calculateur industriel ou d'un produit de grande consommation tel un jouet, un téléphone etc.).

Un boîtier 2 a été schématiquement représenté sur la **figure 1** par un rectangle. On trouve à l'intérieur de celui-ci un microcontrôleur 4 qui intègre par exemple  
20 sur une même puce, un microprocesseur, de la mémoire et un bus d'entrées/sorties 6. Dans la forme de réalisation illustrée, le boîtier 2 présente deux connecteurs 8 qui réalisent une interface électrique entre l'intérieur et l'extérieur du boîtier 2 et permettent l'échange de données dans les deux sens extérieur et intérieur.

La **figure 1** représente les éléments mis en œuvre lorsqu'un problème  
25 survient et que l'on intervient sur le dispositif électronique pour diagnostiquer le problème et tenter d'y remédier avec un outil de diagnostic extérieur 10 branché à un connecteur 8. Lorsque l'outil de diagnostic extérieur 10 envoie un signal sur la ou les broches prévues à cet effet, une procédure de diagnostic est mise en route au niveau du microcontrôleur 4. Le signal envoyé par l'outil de diagnostic extérieur 10 est détecté par un circuit de  
30 détection 12 et transmis via le bus d'entrées/sorties 6 au microcontrôleur 4.

Ainsi, si l'outil de diagnostic extérieur 10 envoie le signal ad hoc sur la ou les broches du connecteur 8, alors l'information est envoyée via le circuit de détection 12 au microcontrôleur 4 qui passe automatiquement en mode de diagnostic. Dans ce mode, le microcontrôleur 4 attend par exemple un logiciel à charger et l'exécute après chargement.

Une communication peut ainsi être établie entre le microcontrôleur 4 et l'outil de diagnostic extérieur 10 pour, entre autres choses, procéder à une mise à jour.

Toutefois, dans certains cas de figures, en fonction du problème rencontré, il n'est pas possible de faire un diagnostic avec l'outil de diagnostic extérieur 10 et il faut ouvrir le boîtier 2. Il est prévu alors à cet effet un connecteur de débogage 14 pour accéder au microcontrôleur 4 par un port 16 de débogage du microcontrôleur 4.

Les inconvénients de la structure décrite ci-dessus (et illustrée sur la **figure 1**) sont notamment qu'il convient de prévoir au moins une broche sur un connecteur 8 externe du système électronique, un circuit de détection 12 et au moins une entrée au niveau du bus d'entrées/sorties 6 pour activer le mode diagnostic. En outre, même si l'accès par la broche du connecteur n'est pas censé être câblé dans un produit de série, il constitue une faille de sécurité du système électronique.

En outre, si un accès au connecteur de débogage 14 à l'intérieur du boîtier 2 est nécessaire, il convient alors d'ouvrir le boîtier 2 qui est dans la quasi-totalité des cas scellé pour éviter justement son ouverture. Cette procédure rend alors par la suite le boîtier 2 inutilisable et il doit être changé.

La présente invention a alors pour but de fournir un procédé d'accès à un module de diagnostic et/ou d'intervention pour un système électronique qui ne nécessite pas d'allouer au moins une broche spécifique pour la configuration du microcontrôleur (broche permettant notamment de passer en mode diagnostic) et un système électronique correspondant. Avantageusement, ce procédé d'accès au module de diagnostic permettra d'éviter aussi l'ouverture du boîtier du système électronique, même en cas de problème sérieux.

De préférence, la sécurité du système électronique proposé sera augmentée. Avantageusement, la mise en œuvre de l'invention sur un système électronique de série n'entraînera pas de surcoût de fabrication de ce produit.

À cet effet, la présente invention propose un procédé d'accès à au moins un module de diagnostic d'un microcontrôleur d'un véhicule comportant un moteur à combustion interne, le procédé comporte les étapes suivantes :

- a) lecture d'au moins une trame de données provenant du module d'interface,
- b) extraction d'un code d'identification contenu dans la trame de données,
- c) lecture dans la mémoire des données d'identification mémoire de référence correspondant au code d'identification lu,
- d) comparaison des données d'identification de référence lues aux données d'identification mémoire cible contenues dans la trame de données,
- e) en fonction du résultat de la comparaison :

- envoi de la trame de données complète vers le microprocesseur lorsque les données d'identification de référence sont différentes des données d'identification mémoire cible,
- envoi des données à exécuter contenues dans la trame de données vers le module de diagnostic lorsque les données d'identification de référence sont identiques aux données d'identification mémoire cible.

En variante de ce procédé, il est proposé un procédé d'accès à un module de diagnostic d'un microcontrôleur dans lequel le microcontrôleur comporte plusieurs modules de diagnostic. La variante de procédé reprend les étapes a), b), c) et d) ci-dessus et à l'étape e), les trois options suivantes sont prévues :

- e1) envoi de la trame de données complète vers le microprocesseur lorsque les données d'identification de référence sont différentes des données d'identification mémoire cible,
- e2) envoi des données à exécuter contenues dans la trame de données vers le module de diagnostic lorsque les données d'identification de référence sont identiques aux données d'identification mémoire cible et qu'elles signifient le module de diagnostic,
- e3) envoi des données à exécuter contenues dans la trame de données vers l'autre module de diagnostic lorsque les données d'identification de référence sont identiques aux données d'identification mémoire cible et qu'elles signifient un second module de diagnostic.

Une variante de ces procédés prévoit simultanément aux étapes a), b), c), d), et e) une étape ou fonction d'émulation d'un chien de garde (« *watchdog* » en Anglais). Cette émulation permet avantageusement de rendre transparent un mode de débogage ou de reprogrammation du microcontrôleur pour d'autres circuits électroniques couplés au microcontrôleur.

Pour placer le microcontrôleur dans un mode de fonctionnement dit de débogage, il est dans une variante prévu qu'à l'étape e2) le microcontrôleur est placé dans un mode de fonctionnement de débogage et est géré par le module de diagnostic.

Pour placer le microcontrôleur dans un mode de fonctionnement dit de programmation série, il est dans une autre variante prévu qu'à l'étape e3) le microcontrôleur est placé dans un mode de programmation série géré par le second module de diagnostic.

La présente invention propose également un microcontrôleur d'un véhicule comportant un moteur à combustion interne, le microcontrôleur avec un module de

diagnostic, un bus d'entrées/sorties, un module d'interface couplé au bus d'entrées/sorties et un microprocesseur.

Selon la présente invention, le microcontrôleur comporte en outre, des moyens pour lire et analyser au moins une trame de données provenant du module d'interface, des moyens pour lire un code d'identification contenu dans la trame de données, des moyens pour lire des données d'identification de référence dans la mémoire, des moyens pour comparer les données d'identification de référence aux données d'identification contenues dans la trame de données, des moyens pour envoyer la trame de données vers le microprocesseur ou vers le module de diagnostic.

Cette structure permet de créer une liaison autorisant l'accès à un ou plusieurs modules de diagnostic grâce à la présence d'un module routeur, associé à une mémoire. Il devient de la sorte inutile de venir ouvrir le boîtier dans lequel se trouve le microcontrôleur pour avoir accès au module de diagnostic par son connecteur qui peut devenir optionnel avec une telle architecture.

Le module d'interface d'un tel microcontrôleur fonctionne par exemple selon le protocole CAN (sigle anglais pour "Controller Area Network" ou gestionnaire de réseau de communication). D'autres protocoles (Ethernet, Flexray, ...) peuvent aussi être envisagés.

Afin d'être compatible avec les standards de communication utilisés par exemple dans le milieu automobile, il est dans des variantes de réalisations prévu que module décodage est compatible avec un protocole CAN et/ou compatible avec un protocole de programmation série.

Pour ne pas interrompre le fonctionnement du calculateur lors de l'exécution du procédé de débogage par exemple, il est prévu, dans une autre variante que le module décodage comporte des moyens pour émuler un chien de garde.

Pour améliorer la sécurité d'un tel calculateur, il est prévu, dans un exemple de réalisation d'utiliser une mémoire flash dans le microcontrôleur.

Une variante de réalisation prévoit par exemple que le microcontrôleur tel que décrit plus haut comporte en outre un port de débogage associé à un module de diagnostic. Ce port de débogage est bien entendu optionnel puisqu'il est possible d'accéder au module de diagnostic par une autre voie.

La présente invention concerne également un calculateur destiné à un véhicule automobile et comportant un microcontrôleur tel que décrit ci-dessus.

Des détails et avantages de la présente invention apparaîtront mieux de la description qui suit, faite en référence au dessin schématique annexé sur lequel :

- la figure 1 illustre un système électronique intégrant un microcontrôleur de l'art antérieur,

- la **figure 2** illustre, dans un système électronique, selon la présente invention, l'architecture d'un microcontrôleur supportant des modes de diagnostic au travers d'un module de communication standard et son procédé d'activation sécurisé des modes de diagnostic grâce à un module routeur exploitant des données stockées dans une mémoire interne du microcontrôleur, et
- la **figure 3** illustre schématiquement une trame de données pouvant transiter et être traitée par le microcontrôleur selon l'invention.

La **figure 1** illustrant un dispositif de l'art antérieur a déjà été décrite au préambule.

La **figure 2** illustre un nouveau calculateur. Il peut s'agir d'un calculateur moteur pour un véhicule automobile mais aussi de tout système électronique dans un boîtier fermé (qu'il s'agisse d'un calculateur industriel ou d'un produit de grande consommation tel un jouet, un téléphone...).

Un boîtier 102 a été schématiquement représenté sur la **figure 2** par un rectangle. On trouve à l'intérieur de celui-ci un microcontrôleur 104 qui intègre par exemple sur une même puce, un microprocesseur 105 et un bus d'entrées/sorties 106. Dans la forme de réalisation illustrée, le boîtier 102 présente deux connecteurs 108 qui réalisent une interface électrique entre l'intérieur et l'extérieur du boîtier 102 et permettent le transfert de données dans les deux sens extérieur et intérieur.

Le calculateur décrit est par exemple un calculateur fonctionnant selon le protocole CAN. Entre le connecteur 108 et le bus d'entrées/sorties 106 du microcontrôleur 104, une interface CAN 118 permet d'adapter des signaux électriques provenant d'un bus externe 111 et transitant par le bus d'entrées/sorties 106.

Le microcontrôleur 104 comporte en outre un module d'interface 120. Dans la suite de la description le module d'interface 120 sera un module CAN pour assurer la compatibilité entre les données reçues via le bus d'entrées/sorties 106 et le microprocesseur 105.

De façon originale, il est prévu ici de disposer entre le module CAN 120 et le microprocesseur 105, un module routeur 122 ainsi qu'une mémoire 124. Un premier bus de communication 123 est utilisé pour assurer le transfert de données entre le module routeur 122 et le module CAN. Ce premier bus de communication 123 est par exemple un bus de communication bidirectionnel. Pour accéder à la mémoire 124, le module routeur 122 utilise un bus d'identification 129. Le bus d'identification 129 est par exemple un bus de communication unidirectionnel. Le microcontrôleur 105 est couplé au module routeur 122 par un second bus de communication 127. Préférentiellement, le second bus

de communication 127 présente les mêmes caractéristiques techniques que le premier bus de communication 123.

La mémoire 124 est par exemple une mémoire de type mémoire flash. Comme il est représenté symboliquement sur la figure 2, la mémoire 124 présente au moins une adresse d'identification mémoire de référence 131 correspondant à une case mémoire 133. La case mémoire 133 stocke des données d'identification de référence 137. Les données d'identification de référence 137 sont symbolisées sur la **figure 2** par des bits à « 0 » et à « 1 ». Cette représentation est seulement illustrative et nullement restrictive. La capacité de stockage de la case mémoire 133 est par exemple de 128 bits. Bien entendu, la capacité de stockage de la case mémoire 133 dépendra de l'application et de la taille des données à stocker. Egalement, la mémoire 124 peut comporter un nombre N déterminé de cases mémoire 133-N présentant chacune une adresse d'identification mémoire 131-N.

Le microcontrôleur 104 présente en outre, un premier module de diagnostic 126 et à un ou plusieurs seconds modules de diagnostic 126b. Pour assurer le transfert de données entre le module routeur 122 et les modules de diagnostic 126, 126b un bus de test 134 est utilisé. Les modules de diagnostic 126, 126b étant bien connus de l'homme du métier, ils ne seront pas présentés dans la suite de la description.

Préférentiellement, le module routeur 122 ainsi que la mémoire 124 sont intégrés au microcontrôleur 104, c'est-à-dire qu'ils sont fabriqués sur la même puce électronique. Ainsi, l'intégration du module routeur 122, de la mémoire 124 et des bus dédiés est optimisée permettant de maîtriser le coût de fabrication d'un tel dispositif.

Le module routeur 122 peut être aussi par exemple un module de décodage/routage, c'est-à-dire qu'il peut assurer des fonctions de décodage de données et des fonctions de transmission de données.

Dans une variante de réalisation, le module routeur 122 présente des moyens d'émulation permettant d'émuler un chien de garde (« *watchdog* » en *Anglais*) sur le premier bus de communication 123. Ainsi, il est possible de simuler un fonctionnement en mode normal d'utilisation du microcontrôleur 104 durant, par exemple, une phase de débogage ou de reprogrammation de celui-ci.

Lorsqu'un calculateur moteur d'un véhicule présente des dysfonctionnements, celui-ci peut être renvoyé au fabricant du calculateur ou au fabricant du véhicule pour détecter et identifier l'origine dudit dysfonctionnement. Pour ce faire, il est nécessaire de placer le calculateur moteur dans un mode dédié permettant à un utilisateur agréé d'accéder à des données internes du calculateur moteur.

Dans la suite de la description, il va être présenté un protocole ou procédé d'accès à au moins un module de diagnostic 126 d'un microcontrôleur 104 installé dans un calculateur pour véhicule.

5 L'activation d'un mode dit mode de diagnostic se fait en envoyant des données spécifiques par le connecteur 108 via un câble électrique 111 auquel un ordinateur 110 est connecté (**figure 2**). L'ordinateur 110 exécute un programme dédié compatible avec le calculateur moteur.

Comme il ressort de la description faite en référence à la **figure 2**, au moins une trame de données 200 est transmise de l'ordinateur 110 au microcontrôleur 104 à l'aide de l'interface CAN 118. Cette trame de données 200 transite tout d'abord par le port d'entrées/sorties 106 puis par le microcontrôleur 104 avant d'être formatée par le module CAN 120. Le formatage de la trame de données 200 par le module CAN 120 consiste en l'adaptation des niveaux électriques des signaux correspondants à la trame de données 200 pour être compatible avec la structure interne (composants électroniques) du microcontrôleur 104.

Une fois la trame de données 200 formatée, elle est dirigée via le premier bus de communication 123 vers le module routeur 122. La **figure 3** présente schématiquement une trame de données 200 pouvant transiter dans le microcontrôleur 104. La trame de données 200 présente, par exemple, au moins une première série d'octets relatifs à un code d'identification 210, une deuxième série d'octets relatifs à des données d'identification 212 et une troisième série d'octets relatifs à des données à exécuter 214. La vitesse de transmission des trames de données 200 est fonction par exemple du type de bus utilisé.

Le module routeur 122, une fois la trame de données 200 réceptionnée, décode la première série d'octets et en extrait le code d'identification 210 puis va lire dans la mémoire 124 les données d'identification mémoire de référence 137 correspondant au code d'identification 210 lu. Le module routeur 122 récupère donc des données d'identification de référence 137. Ces données peuvent être considérées comme un mot de passe.

30 Une comparaison est ensuite réalisée par le module routeur 122 entre les données de la deuxième série d'octets (données d'identification 212) et les données d'identification de référence 137 (mot de passe) contenues dans la case mémoire 133 correspondante. En fonction du résultat de cette comparaison, des actions sont réalisées par le module routeur 122.

35 Dans le cas où, les données d'identification de référence 137 lues sont identiques aux données d'identification 212, alors le module routeur 122 envoie à un

module de diagnostic 216, 216b, via le bus de test 134, seulement la troisième série de données de la trame de données 200, c'est-à-dire les données à exécuter 214.

Dans le cas où, les données d'identification 212 sont différentes des données d'identification de référence 137 alors, la trame de données 200 reçue par le module routeur 122 est envoyée complète (première série de données, deuxième série de données et troisième série de données) au microprocesseur 105 via le second bus de communication 127. Dans ce cas, le module routeur 122 est alors transparent dans le sens où il laisse passer les données identifiées comme faisant partie de sa fonction de base en direction du microprocesseur 105.

Ainsi, grâce à l'invention, il est possible de faire basculer un microcontrôleur 104 d'un calculateur dans un mode particulier (hors mode de fonctionnement normal du calculateur) sans allouer une/plusieurs broche(s) du bus d'entrées/sorties 106. En outre, la sécurité du calculateur est améliorée car aucune broche n'est laissée non câblée ou non utilisée.

Le protocole/procédé d'accès à un module de diagnostic 126, 126b présenté ci-dessus peut être complexifié pour améliorer la sécurité du calculateur et/ou en fonction des tâches à réaliser. Dans la suite de la description va être présenté un protocole/procédé de mise en mode de programmation série du microcontrôleur 104 géré par un second module de diagnostic 126b et un autre protocole/procédé de mise mode de débogage du microcontrôleur 104 géré par un premier module de diagnostic 126.

Pour réaliser les protocoles mentionnés dans le paragraphe précédent, d'autres données ou identifiants peuvent être stockés dans la mémoire 124, comme par exemple (liste éventuellement non exhaustive):

- des paramètres dits paramètres CAN 128 liés au protocole CAN utilisé par le microcontrôleur 104 comme configuration de démarrage,
- des paramètres dits paramètres de gestion du chien de garde dit aussi « watchdog » utilisés pour le désactiver ou l'émuler durant l'activation des modules de diagnostic,
- ainsi que des mots de passe.

30

Cas d'implémentation sur un bus CAN : protocole/procédé de mise en mode de programmation série du microcontrôleur 104 géré par le second module de diagnostic 126b.

Dans ce mode de fonctionnement, des trames de données 200, réceptionnées par le module routeur 122, contiennent par exemple, un code d'identification mémoire 210

avec des valeurs SID0, SID1, ... SIDn. Les différentes étapes du protocole sont présentées ci-dessous.

5 S1) l'ordinateur 110 envoie une trame de données 200 contenant un code d'identification 210 avec la valeur SID0 par exemple, des données d'identification 212 avec la valeur SPWD0 par exemple et des données à exécuter 214. Pour cette première phase, le module CAN 120 est en mode écoute passive uniquement. La trame de données 200 est décodée par le module routeur 122 et le code d'identification 210 est décodé, puis la valeur SID0 est extraite. Le module routeur 122 va ensuite lire dans la mémoire 124 des données d'identification de référence 137 correspondants à la valeur  
10 SPWD0. Le module routeur 122 compare ensuite les données d'identification de référence 137 aux données d'identification 212 contenues dans la trame de données 200. Dans notre exemple, cette valeur est SPWD0.

Dans le cas où, les données d'identification 212 sont identiques aux données d'identification de référence 137, alors le passage à l'étape suivante S2 du protocole est  
15 effectué.

Dans le cas où, les données d'identification 212 sont différentes des données d'identification de référence 137, le microcontrôleur 104 reste dans l'état S1 et la trame de données 200 est envoyée via le second bus de communication 127 au microprocesseur 105.

20 Aucun message n'est envoyé par le microcontrôleur 104 vers l'extérieur.

S2) l'ordinateur 110 envoie alors une deuxième trame de données 200 contenant un code d'identification mémoire 210 avec la valeur SID1, des données d'identification 212 avec la valeur SPWD1 et des données à exécuter 214. La trame de données 200 est décodée par le module routeur 122 et le code d'identification 210 est  
25 identifié. La valeur SID1 est extraite. Le module routeur 122 va ensuite lire dans la mémoire 124 des données d'identification de référence 137 correspondants à la valeur SPWD1. Le module routeur 122 compare ensuite les données d'identification de référence 137 aux données d'identification 212 contenues dans la trame de données 200. Dans notre exemple, cette valeur est SPWD1.

30 Dans le cas où, les données d'identification 212 sont identiques aux données d'identification de référence 137 alors, le passage à l'étape suivante S3 du protocole est effectué. Aucun message n'est envoyé par le microcontrôleur 104 vers l'extérieur et celui-ci passe en mode de programmation série.

Dans le cas où, les données d'identification 212 sont différentes des données d'identification de référence 137, alors le microcontrôleur 104 revient à l'état précédent S1  
35 et la trame de données 200 est envoyée via le second bus de communication 127 au microprocesseur 105.

En outre, la fonction chien de garde du microprocesseur 105 est de préférence désactivée. En variante, il est possible d'émuler la fonction chien de garde, c'est-à-dire qu'un signal simulant la fonction chien de garde est envoyé vers l'extérieur du microcontrôleur 104 via le premier bus de communication 123. Grâce à cette fonction, il est possible de faire basculer le microprocesseur 105 en mode de programmation série tout en faisant fonctionner normalement les autres dispositifs électroniques.

S3) des séries de trames de données 200 sont ensuite envoyées par l'ordinateur 110. Pour rester dans ce mode de programmation série, les trames de données 200 doivent comporter le même identifiant SID2 sinon, le protocole est arrêté. Les étapes pour lire et comparer les données d'identification 212 et 137 sont identiques aux étapes S1) et S2) des paragraphes précédents. Ensuite, le module routeur 122 envoie au second module de diagnostic 126b la trame de données 200 partielle, c'est-à-dire seulement les données à exécuter 214 de la trame de données 200.

Dans une variante, toute la trame de données 200 est envoyée au second module de diagnostic 126b.

Le second module de diagnostic 126b répond ensuite en envoyant une trame contenant l'identifiant SID3 et des données d'acquiescement ou de contrôle de la communication.

Ce mode permet donc de programmer tout ou partie du calculateur moteur sans l'utilisation d'une broche du bus d'entrée sortie dédiée. De plus, la programmation est ainsi sécurisée par les mots de passe. De manière sensiblement similaire, il est possible également avec le microcontrôleur 104 décrit plus haut de passer en mode débogage.

Dans ce mode de fonctionnement, les trames de données 200 réceptionnées par le module routeur 122 contiennent, par exemple, un code d'identification 210 avec des valeurs DID0, DID1, ... DIDn. Les différentes étapes du protocole sont présentées ci-dessous.

D1) l'ordinateur 110 envoie une trame de données 200 contenant un code d'identification 210 avec la valeur DID0, des données d'identification 212 avec la valeur DPWD0 et des données à exécuter 214. Pour cette première phase, le module CAN 120 est en mode écoute passive uniquement. La trame de données 200 est décodée par le module routeur 122 et le code d'identification 210 est identifié. La valeur DID0 est extraite. Le module routeur 122 ensuite va lire dans la mémoire 124 des données d'identification mémoire de référence 131 correspondants au code d'identification 210. Le module routeur 122 compare ensuite les données d'identification de référence 137 aux données d'identification 212 contenues dans la trame de données 200. Dans notre exemple, cette valeur est DPWD0.

Dans le cas où, les données d'identification sont identiques alors le passage à l'étape suivante D2 du protocole est effectué.

Dans le cas où, les données ne sont pas identiques, alors le microcontrôleur 104 reste dans l'état D1 et la trame de données 200 est envoyée via le  
5 second bus de communication 127 au microprocesseur 105.

Aucun message n'est envoyé par le microcontrôleur 104 vers l'extérieur.

D2) l'ordinateur 110 envoie alors une deuxième trame de données 200 contenant un code d'identification 210 avec la valeur DID1, des données d'identification 212 avec la valeur DPWD1 et des données à exécuter 214. La trame de  
10 données 200 est décodée par le module routeur 122 et le code d'identification 210 est identifié. La valeur DID1 est extraite. Le module routeur 122 va ensuite lire dans la mémoire 124 des données d'identification mémoire de référence 131 correspondants au code d'identification 210. Le module routeur 122 compare ensuite les données d'identification de référence 137 aux données d'identification 212 contenues dans la  
15 trame de données 200. Dans notre exemple, cette valeur est DPWD1.

Dans le cas où, les données d'identification 212 sont identiques aux données d'identification de référence 137 alors, le passage à l'étape suivante D3 du protocole est effectué. Aucun message n'est envoyé par le microcontrôleur 104 vers l'extérieur et celui-ci passe en mode de programmation série.

20 Dans le cas où, les données d'identification 212 sont différentes des données d'identification de référence 137, alors le microcontrôleur 104 revient à l'état précédent D1 et la trame de données 200 est envoyée via le second bus de communication 127 au microprocesseur 105.

En outre, la fonction chien de garde du microprocesseur 105 est de  
25 préférence désactivée, et peut aussi être émulée comme présenté plus haut.

D3) des séries de trames de données 200 sont ensuite envoyées par l'ordinateur 110. Pour rester dans ce mode de programmation série, les trames de données 200 doivent comporter le même identifiant DID2 sinon, le protocole est arrêté. Les étapes pour lire et comparer les données d'identification 212 aux données  
30 d'identification de référence 137 sont identiques aux étapes 1 et 2. Ensuite, le module routeur 122 envoie au module de diagnostic 126 la trame de données 200 partielle, c'est-à-dire seulement les données à exécuter 214 de la trame de données 200.

Dans une variante, toute la trame de données 200 est envoyée au premier module de diagnostic 126.

35 Le premier module de diagnostic 126 répond ensuite en envoyant une trame contenant l'identifiant DID3 et des données d'acquiescement ou de contrôle de la communication.

Grâce à l'invention, il n'est pas utile d'ouvrir le boîtier 102 pour pouvoir communiquer avec le premier module de diagnostic 126 et/ou le second module de diagnostic 126b. La forme de réalisation illustrée sur la **figure 2** a prévu de conserver un connecteur de débogage 114 mais celui-ci pourrait être supprimé.

5 Sur un système électronique tel que décrit ci-dessus, dans lequel un logiciel est installé, si un problème survient et que les services standards de diagnostic pour l'applicatif correspondant au logiciel installé ne fonctionnent pas, il n'est alors plus nécessaire d'ouvrir le boîtier pour pouvoir accéder via le connecteur de débogage aux ressources de diagnostic de bas niveau du microprocesseur installé au cœur du système  
10 électronique. D'après la présente invention, le diagnostic peut être fait au travers d'un port série standard, sans nécessiter une (ou plusieurs) broche dédiée.

La sécurité du système électronique s'en trouve renforcée car le système reste un système fermé. L'accès aux modules de diagnostic se fait par une procédure sécurisée par des mots de passe qui sont par exemple mis en mémoire dans le  
15 microcontrôleur en fin de la chaîne de fabrication. Chaque produit a ses mots de passe propres qui sont stockés dans la mémoire associée au module routeur qui est dans une zone protégée du microcontrôleur.

Le produit de série intégrant le système électronique décrit ne présente pas de surcoût par rapport à un système de l'art antérieur similaire pour lequel il est  
20 nécessaire d'ouvrir le boîtier (et ce faisant dans la très grande majorité des cas le rendant inutilisable).

Le système décrit plus haut permet également d'avoir des fonctionnalités telles la gestion d'un chien de garde ou "watchdog" et la gestion de paramètres de configuration (Baud rate CAN, ...). Il permet également d'émuler la fonction de chien de  
25 garde.

L'exemple de réalisation prévoit l'utilisation du protocole CAN qui est couramment utilisé dans l'industrie automobile. Toutefois la présente invention peut également être mise en œuvre avec d'autres protocoles, par exemple (non limitatif) CAN-FD, Ethernet, Flexray, ... . Comme déjà évoqué, le domaine d'application ne se limite pas  
30 à l'industrie automobile.

Bien entendu, la présente invention ne se limite pas au mode de réalisation préféré décrit ci-dessus et illustré sur le dessin et aux variantes de réalisation évoquées mais s'étend à toutes les variantes à la portée de l'homme du métier.

**REVENDEICATIONS**

1. Procédé d'accès à au moins un module de diagnostic (126) d'un microcontrôleur (104) d'un véhicule comportant un moteur à combustion interne, le microcontrôleur (104) comportant en outre un bus d'entrées/sorties (106), un module d'interface (120) couplé au bus d'entrées/sorties (106) et un microprocesseur (105),  
5 **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :
- a) lecture d'au moins une trame de données (200) provenant du module d'interface (120),
  - b) extraction d'un code d'identification (210) contenu dans la trame de données (200),  
10
  - c) lecture dans la mémoire (124) des données d'identification mémoire de référence (131) correspondant au code d'identification (210) lu,
  - d) comparaison des données d'identification de référence (137) lues aux données d'identification (212) contenues dans la trame de données (200),  
15
  - e) en fonction du résultat de la comparaison :
    - envoi de la trame de données (200) complète vers le microprocesseur (105) lorsque les données d'identification de référence (137) sont différentes des données d'identification (212),
    - envoi des données à exécuter (214) contenues dans la trame de données (200) vers le module de diagnostic (126) lorsque les données d'identification de référence (137) sont identiques aux données d'identification (212).  
20
2. Procédé d'accès à au moins un module de diagnostic (126) d'un microcontrôleur (104) d'un véhicule comportant un moteur à combustion selon la revendication 1, dans lequel le microcontrôleur (104) comporte plusieurs modules de diagnostic (126, 126b), **caractérisé en ce qu'à l'étape e)**, les trois options suivantes sont prévues :
- e) en fonction du résultat de la comparaison :  
30
    - e1) envoi de la trame de données (200) complète vers le microprocesseur (105) lorsque les données d'identification de référence (137) sont différentes des données d'identification (212),

e2) envoi des données à exécuter (214) contenues dans la trame de données (200) vers le module de diagnostic (126) lorsque les données d'identification de référence (137) sont identiques aux données d'identification (212) et quelles signifient le module de diagnostic (126),

5 e3) envoi des données à exécuter (214) contenues dans la trame de données (200) vers l'autre module de diagnostic (216b) lorsque les données d'identification de référence (137) sont identiques aux données d'identification (212) et quelles signifient un second module de diagnostic (126b).

10

3. Procédé d'accès à au moins un module de diagnostic (126) d'un microcontrôleur (104) d'un véhicule comportant un moteur à combustion selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'étape suivante est réalisée :

- émulation d'un chien de garde durant les étapes a), b), c), d) et e).

15

4. Procédé d'accès à au moins un module de diagnostic (126) d'un microcontrôleur (104) d'un véhicule comportant un moteur à combustion selon l'une des revendication 1 à 3, dans lequel le microcontrôleur (2) comporte plusieurs modules de diagnostic (126, 126b), **caractérisé en ce qu'à** l'étape e2) le microcontrôleur (105) est  
20 placé dans un mode de fonctionnement de débogage et est géré par le module de diagnostic (126).

5. Procédé d'accès à au moins un module de diagnostic (126) d'un microcontrôleur (104) d'un véhicule comportant un moteur à combustion selon l'une des  
25 revendication 1 à 3, dans lequel le microcontrôleur (104) comporte plusieurs modules de diagnostic (126, 126b), **caractérisé en ce qu'à** l'étape e3) le microcontrôleur (104) est placé dans un mode de programmation série géré par le second module de diagnostic (126b).

30 6. Microcontrôleur (104) d'un véhicule comportant un moteur à combustion interne, le microcontrôleur (104) comportant un module de diagnostic (126) un bus d'entrées/sorties (106), un module d'interface (120) couplé au bus d'entrées/sorties (106) et un microprocesseur (105),

**caractérisé en ce qu'il** comporte en outre :

- des moyens pour lire et analyser au moins une trame de données (200) provenant du module d'interface (120),
- des moyens pour lire un code d'identification (210) contenu dans la trame de données (200),
- 5 - des moyens pour lire des données d'identification de référence (137) dans la mémoire (124),
- des moyens pour comparer les données d'identification de référence (137) aux données d'identification (212) contenues dans la trame de données (200),
- 10 - des moyens pour envoyer la trame de données (200) vers le microprocesseur (105) ou vers le module de diagnostic (126).

6. Microcontrôleur (104) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le moyens pour lire et analyser au moins une trame de données (200) provenant du module d'interface (120), les moyens pour lire un code d'identification (210) contenu dans la  
15 trame de données (200), les moyens pour lire des données d'identification de référence (137) dans la mémoire (124), les moyens de comparaison pour comparer les données d'identification de référence (137) aux données d'identification (212) contenues dans la trame de données (200) et les moyens pour envoyer la trame de données (200) vers le microprocesseur (105) ou vers le module de diagnostic (126) sont constitutif d'un  
20 module routeur (122).

7. Microcontrôleur (104) selon l'une des revendications 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le module routeur (122) est compatible avec un protocole CAN.

25 8. Microcontrôleur (104) selon l'une des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** le module routeur (122) est compatible avec un protocole de programmation série CAN.

9. Microcontrôleur (104) selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisé en**  
30 **ce que** le module routeur (122) comporte des moyens pour émuler un chien de garde.

10. Microcontrôleur (104) selon l'une des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que la mémoire (124) est une mémoire flash.

11.           Calculateur pour véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'il** comporte un microcontrôleur (104) selon l'une des revendications 5 à 10.

1/2

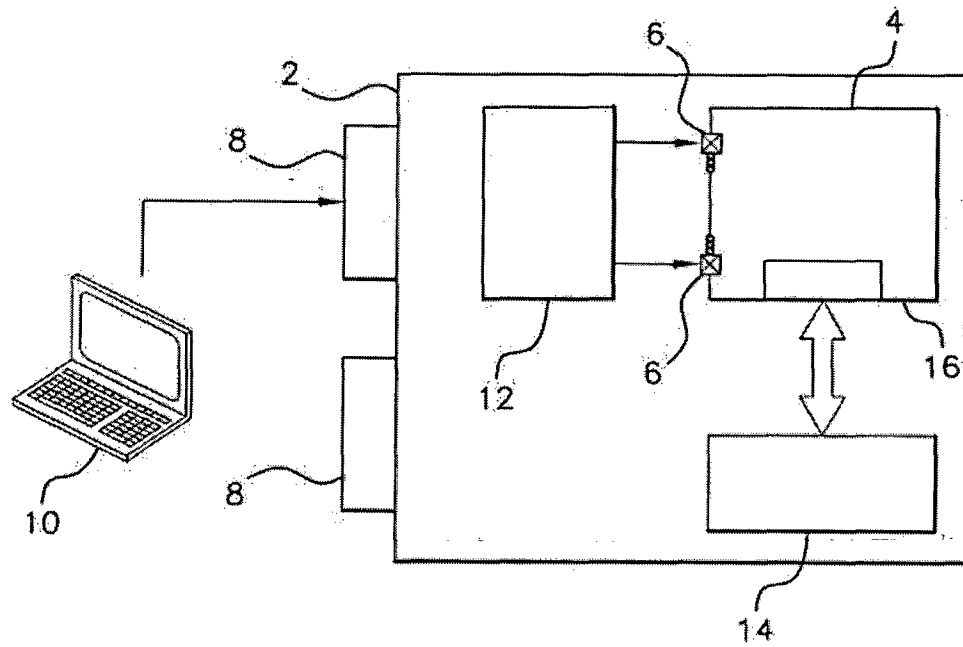


Fig. 1

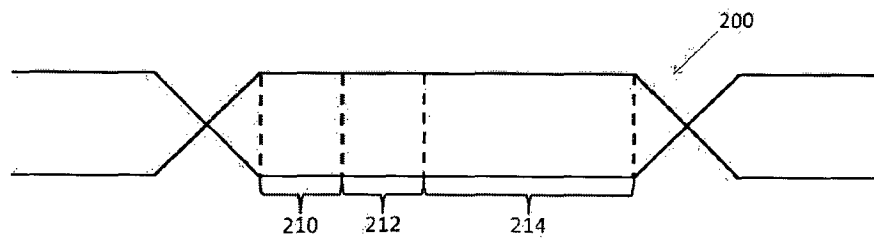


Fig. 3

2/2

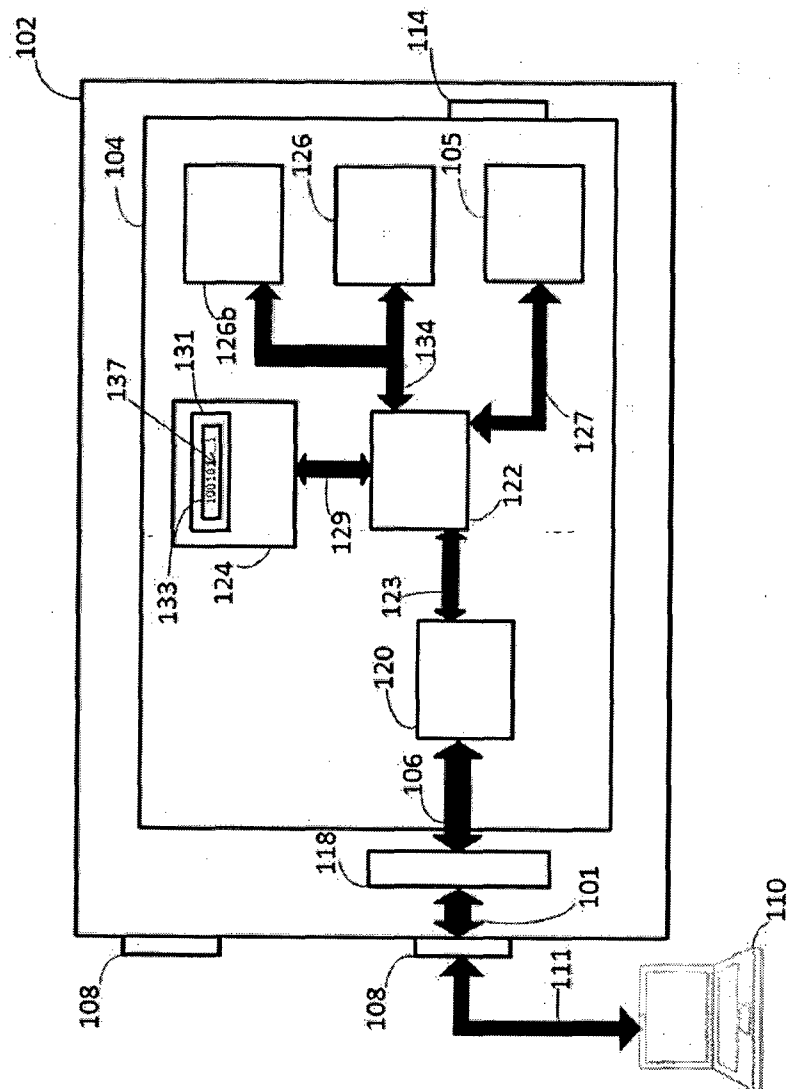


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/000359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G06F15/78 G06F11/07  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | WO 2014/027223 A1 (FREESCALE SEMICONDUCTOR INC [US]; MAIOLANI MARK [GB]; MARSHALL RAY [GB] 20 February 2014 (2014-02-20)<br>page 2, line 36 - page 5, line 29<br>figure 3 | 1-11                  |
| X         | US 5 903 718 A (MARIK MARK DOUGLAS [US])<br>11 May 1999 (1999-05-11)<br>column 18, line 49 - line 65<br>abstract                                                          | 1-11                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 May 2016

Date of mailing of the international search report

10/06/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Michel, Thierry

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/000359

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 2014027223                             | A1                  | 20-02-2014                 | NONE                |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 5903718                                | A                   | 11-05-1999                 | NONE                |
| -----                                     |                     |                            |                     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/000359

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. G06F15/78      G06F11/07<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>G06F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)<br>EPO-Internal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| Catégorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | no. des revendications visées |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WO 2014/027223 A1 (FREESCALE SEMICONDUCTOR INC [US]; MAIOLANI MARK [GB]; MARSHALL RAY [GB]) 20 février 2014 (2014-02-20)<br>page 2, ligne 36 - page 5, ligne 29<br>figure 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1-11                          |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -----<br>US 5 903 718 A (MARIK MARK DOUGLAS [US])<br>11 mai 1999 (1999-05-11)<br>colonne 18, ligne 49 - ligne 65<br>abrégé<br>-----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1-11                          |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| * Catégories spéciales de documents cités:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |
| "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent<br>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date<br>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)<br>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens<br>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée | "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention<br>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément<br>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier<br>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets |                               |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">30 mai 2016</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">10/06/2016</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Fonctionnaire autorisé<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Michel, Thierry</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/000359

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 2014027223                                   | A1                     | 20-02-2014                              | AUCUN                  |
| US 5903718                                      | A                      | 11-05-1999                              | AUCUN                  |