

METHODE DE REPARATION D'UN VEHICULE

[0001] La présente invention concerne de manière générale une méthode de réparation d'un véhicule automobile ainsi qu'un support informatique stockant un programme mettant en œuvre cette méthode.

[0002] Il est connu dans l'art antérieur des méthodes de réparation
5 d'un véhicule. Par exemple, le document CN106339720 décrit une telle méthode comprenant une étape de mesure de paramètres de fonctionnement liés à des dysfonctionnements afin d'identifier un dysfonctionnement spécifique affectant un véhicule.

[0003] En contrepartie, ce système présente notamment l'inconvénient
10 d'une robustesse limitée par la sélection a priori des paramètres de fonctionnement et par la difficulté de discriminer les valeurs dysfonctionnelles précises des valeurs habituelles de ces paramètres de fonctionnement.

[0004] Un but de la présente invention est de répondre aux
15 inconvénients du document de l'art antérieur mentionnés ci-dessus et en particulier, de proposer une méthode de réparation d'un véhicule permettant d'identifier et de résoudre un dysfonctionnement avec une robustesse améliorée, pour indiquer avec un bon niveau de certitude une opération de réparation à effectuer, ou un organe à remplacer.

[0005] Pour cela, un premier aspect de l'invention concerne une
20 méthode de réparation d'un véhicule, la méthode comprenant une phase d'apprentissage et une phase de réparation, la phase d'apprentissage comprenant les étapes suivantes :

- effectuer au moins un essai avec un véhicule sain et au moins un essai avec un véhicule présentant un dysfonctionnement,
- 25 • mesurer un ensemble de paramètres de fonctionnement durant chaque essai précédent,

- associer par un processus d'apprentissage le dysfonctionnement du véhicule présentant un dysfonctionnement avec au moins une valeur d'un paramètre de fonctionnement mesurée sur le véhicule présentant un dysfonctionnement et différente de la valeur du paramètre de fonctionnement du véhicule sain,
- stocker l'association entre le dysfonctionnement et l'au moins une valeur du paramètre de fonctionnement dans un fichier d'association,

et la phase de réparation comprend les étapes suivantes :

- mesurer un ensemble de paramètres de fonctionnement du véhicule à réparer,
- identifier un dysfonctionnement du véhicule à réparer sur la base d'une comparaison entre le fichier d'association et les valeurs des paramètres de fonctionnement du véhicule à réparer.

[0006] Par exemple, les essais effectués avec un véhicule sain et un véhicule présentant un dysfonctionnement sont des essais de roulage.

[0007] La présente méthode de réparation permet une identification robuste d'un dysfonctionnement, ainsi qu'une réparation rapide d'un véhicule défectueux tout en empêchant ou en minimisant le nombre de pièces non défectueuses remplacées par erreur, car les paramètres utilisés pour reconnaître le dysfonctionnement sont ceux dont la valeur est différente entre le véhicule sain et celui dont le dysfonctionnement est provoqué et/ou connu.

[0008] Avantageusement, la phase d'apprentissage comprend une étape consistant à associer un dysfonctionnement soit une panne provoquée ou connue à un code de défaut ou à un évènement de conduite du véhicule et une étape consistant à stocker cette association dans ledit fichier d'association. Un évènement de conduite comprend tout évènement au-delà du fonctionnement normal d'un véhicule et perceptible par un conducteur, par exemple un manque de puissance, des à-coups de fonctionnement ou une absence de réaction à une commande.

[0009] Ainsi, en contextualisant un code de défaut ou un évènement de conduite du véhicule, la robustesse de la méthode de réparation est encore accrue et la réaction d'un centre de maintenance ou d'un centre technique du constructeur automobile est plus rapide et moins coûteuse en cas de
5 dysfonctionnement d'un véhicule.

[0010] Avantageusement, l'étape de mesure d'un ensemble de paramètres de véhicule de la phase de réparation est réalisée uniquement lorsque survient le code de défaut ou l'évènement de conduite du véhicule. Ceci permet ainsi de limiter la quantité de données générées par l'étape de
10 mesure de l'ensemble de paramètres de fonctionnement du véhicule à réparer, par exemple quand le support de stockage correspondant inclut dans le calculateur de véhicule ou dans un appareil mobile présente une taille limitée.

[0011] À l'inverse, l'étape de mesure d'un ensemble de paramètres de véhicule de la phase de réparation peut être réalisée en continu lorsque le
15 véhicule à réparer est équipé d'une connexion sans fil, les données étant alors stockées dans le nuage, c'est-à-dire sur un serveur distant, sans limitation de taille. Ceci permet par exemple d'identifier les dysfonctionnements avant même leur apparition effective, par comparaison ou analyse de l'ensemble de ces données.

[0012] Avantageusement, la phase d'apprentissage comprend une étape consistant à associer au moins un organe de véhicule à remplacer avec le dysfonctionnement. Par exemple, cette association peut être stockée dans ledit fichier d'association ou dans une fiche de réparation disponible dans un
20 centre de maintenance. Ce mode de réalisation permet de fournir rapidement à un technicien une liste de pièces ou organes à remplacer ou à modifier lors de la phase de réparation, évitant ainsi le remplacement de pièces non
25 nécessaire. En conséquence, la phase de réparation comprend une étape consistant à indiquer un organe à remplacer, et une étape consistant à remplacer l'organe à remplacer.

[0013] Avantageusement, la phase d'apprentissage comprend une étape consistant à identifier un temps d'apparition de l'au moins une valeur du paramètre de fonctionnement lié au dysfonctionnement. Par exemple, ce temps d'apparition peut être stocké dans ledit fichier d'association. Ledit temps
5 d'apparition est le temps que met le véhicule pour détecter le dysfonctionnement et générer ou afficher un code de défaut, ou encore le temps que met d'ordinaire un conducteur à détecter un évènement de conduite comme la reconnaissance d'un bruit ou d'une vibration anormale ou inhabituelle.

10 [0014] Ainsi, et de façon encore plus avantageuse, la phase de réparation comprend en outre une étape consistant à fournir un temps minimal d'essai véhicule pour vérifier le fonctionnement du véhicule à réparer sur la base du temps d'apparition de l'au moins une valeur du paramètre de fonctionnement lié au dysfonctionnement. Ce temps d'essai minimal peut
15 figurer dans une fiche de réparation ou bien dans le fichier d'association. En conséquence, la phase de réparation comprend une étape consistant à essayer ou tester le véhicule au moins durant une durée supérieure ou égale au temps minimal d'essai.

[0015] Avantageusement, la phase d'apprentissage comprend une
20 étape consistant à associer le résultat d'un test d'actionneur au dysfonctionnement et la phase d'apprentissage et/ou la phase de réparation comprennent en outre une étape de test d'un actionneur associé au dysfonctionnement. Par exemple, cette association peut être stockée dans le fichier d'association, ou bien dans une fiche de réparation. Ceci permet donc
25 d'effectuer un test supplémentaire afin de confirmer ou d'infirmer l'identification du dysfonctionnement effectué, permettant donc une robustesse encore plus grande.

[0016] Par exemple, la phase d'apprentissage est réitérée après ou lors de la phase de réparation, notamment dans le cas où aucun
30 dysfonctionnement connu du fichier d'association n'a pu être identifié lors de

la phase de réparation. Ainsi, le dysfonctionnement peut être identifié par une équipe technique spécialisée et la phase d'apprentissage est réitérée de façon à mettre à jour le fichier d'association avec le dysfonctionnement nouvellement identifié.

5 [0017] Un second aspect de l'invention est un support informatique stockant un programme pour mettre en œuvre une méthode de réparation selon le premier aspect de l'invention. Par exemple, le support informatique peut être intégré dans un appareil mobile de type ardoise ou tablette tactile ou bien un téléphone intelligent ou encore un calculateur de véhicule.

10 [0018] Un dernier aspect de l'invention est un véhicule automobile comportant un support informatique selon le deuxième aspect de l'invention.

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple nullement limitatif et
15 illustré par les dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique d'une méthode de réparation d'un véhicule selon la présente invention,

- la figure 2 représente un exemple d'un fichier d'association F selon la figure 1.

20 [0020] La présente méthode de réparation d'un véhicule est envisagée pour tout type de véhicule à moteur, et notamment des véhicules particuliers, commerciaux, techniques, industriels, collectifs ou militaires, à moteur thermique ou électrique.

[0021] La figure 1 représente une méthode de réparation d'un véhicule
25 selon la présente invention et comprenant deux phases :

- une phase d'apprentissage comprenant les étapes (I) à (III),

- une phase de réparation comprenant les étapes (IV) et (V).

[0022] Durant la phase d'apprentissage, dans une première étape (I), des essais sont réalisés sur un véhicule 1 sain c'est-à-dire en parfait état de fonctionnement, ainsi que sur un véhicule 2, de même modèle que le véhicule 1, mais présentant un dysfonctionnement connu. Ce
5 dysfonctionnement connu peut être provoqué par une équipe technique dans le but de l'essai selon la présente méthode ou bien avoir été identifié avec certitude dans un véhicule présentant un dysfonctionnement.

[0023] Durant les essais selon l'étape (I), les paramètres de fonctionnement sont mesurés dans une deuxième étape (II), et un premier
10 ensemble E1 de paramètres de fonctionnement issus du véhicule 1 sain et un deuxième ensemble E2 de paramètres de fonctionnement issus du véhicule 2 présentant un dysfonctionnement sont générés. Ces ensembles E1, E2 de paramètres de fonctionnement peuvent être éventuellement retravaillés d'un point de vue de l'étalonnage ou de l'échantillonnage, en vue de leur traitement
15 informatique dans la troisième étape (III) de la phase d'apprentissage.

[0024] Les essais de la première étape comprennent des essais en laboratoire ou en banc de roulement, des roulages sur route fermée ou des roulages sur route ouverte, et peuvent être réalisés par un technicien de conception ou de réparation ou un conducteur du véhicule, tel que le
20 propriétaire ou le locataire du véhicule.

[0025] Les paramètres de fonctionnement ne sont pas limités et comprennent tout type de paramètre moteur, comme un régime moteur, un débit d'air, un débit de carburant, une température de fonctionnement moteur, une température de gaz d'échappement, un courant de commande d'un
25 actionneur, un niveau d'huile, une température d'huile. Les paramètres de fonctionnement comprennent en outre tout type de paramètre environnemental, comme une température et un degré d'humidité de l'air extérieur ou une qualité de carburant. Enfin, les paramètres de fonctionnement comprennent tout type de paramètre d'utilisation, comme une accélération, un

poids de chargement, une force de freinage, ou l'utilisation d'accessoires tels qu'un système de climatisation ou un système d'info divertissement.

[0026] Ces paramètres de fonctionnement sont mesurés par un ensemble de capteurs présents dans le véhicule et les valeurs de chaque paramètre sont récupérées par un calculateur de bord du véhicule, ou bien par
5 un système de mesure spécialisé.

[0027] Dans une troisième étape (III), ces ensembles de paramètres de fonctionnements E1 et E2 sont fournis à un système informatique 3 pourvu d'un algorithme d'apprentissage, tel qu'un réseau neuronal profond, et le type
10 de dysfonctionnement D est également renseigné, afin de réaliser l'apprentissage en condition supervisée. Durant cette troisième étape (III), le système informatique 3 associe par un processus d'apprentissage le dysfonctionnement connu avec une typologie de ce dysfonctionnement, c'est-à-dire à une ou plusieurs valeurs des paramètres de fonctionnement
15 indépendants ou liés, qui définissent ainsi un schéma contextuel, définissant le contexte dans lequel le dysfonctionnement apparaît. En particulier, le système peut se baser sur les différences constatées entre les mesures effectuées sur le véhicule sain et sur le véhicule avec le dysfonctionnement ou panne provoqué, pour améliorer la caractérisation du dysfonctionnement.

[0028] Ainsi, dans cette troisième étape (III), un fichier d'association F est créé et contient les associations entre le dysfonctionnement D et les valeurs des paramètres de fonctionnement identifiées par le processus d'apprentissage. Ce fichier d'association F est stocké sur un support de
20 stockage 4. En outre, le fichier d'association F peut comprendre les codes de défauts émis par un calculateur embarqué du véhicule 2 et liés au dysfonctionnement connu, ainsi qu'un ou plusieurs évènements de conduite associés au dysfonctionnement. Ces évènements de conduite sont des évènements liés au dysfonctionnement du véhicule et qui sont perceptibles par un conducteur du véhicule, comme des à-coups, une perte de puissance, un

emballement moteur, un arrêt moteur, une défaillance d'un système périphérique ou d'un accessoire.

[0029] Cette phase d'apprentissage est répétée pour chaque dysfonctionnement possible du modèle de véhicule 1 et 2 afin d'obtenir un
5 fichier d'association F le plus complet possible.

[0030] Une deuxième phase de la présente méthode consiste en une phase de réparation dans laquelle le fichier d'association F établi dans la phase d'apprentissage précédente est utilisé pour réparer un véhicule 5, de même modèle que les véhicules 1 et 2 utilisés durant la phase d'apprentissage. Ce
10 véhicule 5 à réparer présente un dysfonctionnement non identifié nécessitant une réparation.

[0031] Ainsi, dans une quatrième étape (IV), un ensemble E3 de paramètres de fonctionnement sont mesurés à bord du véhicule 5 à réparer, par exemple durant l'utilisation habituelle du véhicule par son conducteur,
15 durant un essai effectué en laboratoire ou en banc de test, ou encore durant une phase de roulage spécifique. Cet ensemble E3 de paramètres de fonctionnement est comparé au fichier d'association F stocké sur le support 4, par exemple en association avec le code de défaut et/ou les évènements de conduite du véhicule rapportés par le conducteur ou notés par un technicien
20 de réparation.

[0032] Cette comparaison peut être réalisée à l'aide d'une application installée sur un terminal mobile comme une ardoise tactile ou un téléphone intelligent, une application internet (WebApp), un logiciel installé sur un ordinateur ou encore un site internet dédié.

[0033] Cette comparaison permet dans une cinquième étape (V) une
25 identification du dysfonctionnement avec une robustesse importante, c'est-à-dire un bon niveau de certitude, puisque tous les paramètres de fonctionnement sont pris en compte, et non seulement des paramètres sélectionnés a priori ou bien uniquement les codes de défauts émis par le
30 véhicule 5 à réparer.

[0034] En outre, des associations supplémentaires peuvent être identifiées durant l'étape (III) de la présente méthode et figurer dans le fichier d'association F ou dans une fiche de réparation, associant par exemple les résultats de test d'actionneur, une liste d'organes à changer ou un temps
5 d'essai minimal de véhicule à chaque dysfonctionnement connu.

[0035] Les tests d'actionneur permettent de vérifier le fonctionnement adéquat de chaque actionneur d'un véhicule et amènent donc une information supplémentaire afin d'identifier un dysfonctionnement. Par exemple, le résultat d'un test d'actionneur peut comprendre un pic de tension de courant, une
10 amplitude de débattement ou un débit de fluide. Ainsi, un test d'actionneur préconisé peut être réalisé, de façon automatique ou non, afin d'affiner encore l'identification du dysfonctionnement du véhicule 5 à réparer.

[0036] En outre, le fichier d'association F ou une fiche de réparation peut comprendre une liste de pièces à remplacer ou d'actions à réaliser, par
15 exemple le nettoyage de la vanne de recirculation de gaz EGR ou du circuit d'échappement, dans l'exemple d'un dysfonctionnement lié à une vanne EGR grippée illustré à la Fig. 2.

[0037] Selon le type de dysfonctionnement, un temps d'apparition du dysfonctionnement peut être identifié par le processus d'apprentissage dans
20 l'étape (III) de la présente méthode, par exemple lié à l'apparition du code défaut ou de l'évènement de véhicule. Ce temps d'apparition peut être lié à l'apparition d'un code de défaut propre au dysfonctionnement ou bien à l'apparition d'une ou plusieurs valeurs de paramètre de fonctionnement, et peut également être stocké dans le fichier d'association F ou dans une fiche
25 de réparation. Il permet par exemple de calculer un temps de minimal d'essai du véhicule après réparation ou remplacement de la pièce incriminée.

[0038] Par ailleurs, la méthode de réparation de la Fig. 1 ne permet d'identifier que les dysfonctionnements déjà connus, de telle façon qu'un véhicule ayant un dysfonctionnement inconnu ne pourra pas être réparé par la
30 méthode de la figure 1. Cependant, une fois le dysfonctionnement inconnu

identifié, par exemple par le constructeur du véhicule, le véhicule peut être utilisé en tant que véhicule 2 présentant un dysfonctionnement de façon à générer un nouvel ensemble de paramètres de fonctionnement et donc à mettre à jour le fichier d'association F.

5 [0039] La Fig. 2 montre un exemple du contenu d'un fichier d'association F. Ainsi, pour chaque dysfonctionnement, une liste de codes de défauts possibles, d'évènements de véhicule et de paramètres de fonctionnement est fournie. Ainsi, les paramètres de fonctionnement sont fournis avec des valeurs ou des gammes de valeurs précises non visibles sur
10 la Fig. 2. En outre, d'autres informations peuvent figurer dans ce fichier comme décrit ci-avant.

[0040] De plus, la Fig. 2 montre un exemple basique de fichier de correspondance F, mais celui-ci peut présenter un niveau de complexité en reliant par exemple, chaque dysfonctionnement à plusieurs codes de défaut
15 spécifiques, chacun de ces codes de défauts étant associé à différentes valeurs de différents paramètres de fonctionnement. Par exemple, un dysfonctionnement lié au grippage de la vanne EGR peut comprendre deux codes de défaut différents, selon que la vanne reste trop ouverte ou trop fermée, chaque code de défaut ayant une ou plusieurs listes de valeurs de
20 paramètres de fonctionnement différentes. Par exemple, une liste de valeurs de paramètres de fonctionnement peut être liée à une vanne EGR trop ouverte en environnement froid avec un moteur froid, alors qu'une autre liste de valeurs de paramètres de fonctionnement peut être liée à une vanne EGR restant ouverte alors que le moteur est éteint.

25 [0041] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées aux différents modes de réalisation de l'invention décrits dans la présente description sans sortir du cadre de l'invention. En particulier, il est fait référence à la quatrième étape (IV) de la phase de réparation qui peut être réalisée en continu lors du
30 fonctionnement habituel du véhicule. Par exemple, les valeurs des paramètres

de fonctionnement peuvent être envoyées en continu ou à certains moments spécifiques de la vie du véhicule par une liaison sans fil vers une architecture informatique dans le nuage (cloud). Ceci permet alors d'effectuer l'étape (V) d'identification d'un dysfonctionnement avant que celui-ci ne se produise, par
5 exemple par l'identification de variations des valeurs des paramètres de fonctionnement hors d'une gamme de valeur de fonctionnement normal, mais pas encore dans une gamme de valeur associée à un dysfonctionnement connu.

[0042] De plus, tout type d'algorithme d'apprentissage peut être utilisé,
10 et par exemple des algorithmes d'apprentissage non supervisés, ainsi que tout type de réseau neuronal.

REVENDICATIONS

1. Méthode de réparation d'un véhicule (5), la méthode comprenant une phase d'apprentissage et une phase de réparation, la phase d'apprentissage comprenant les étapes suivantes :

- 5 • effectuer au moins un essai avec un véhicule (1) sain et au moins un essai avec un véhicule (2) présentant un dysfonctionnement,
- mesurer un ensemble (E1,E2) de paramètres de fonctionnement durant chaque essai précédent,
- associer par un processus d'apprentissage le dysfonctionnement du
10 véhicule (2) présentant un dysfonctionnement avec au moins une valeur d'un paramètre de fonctionnement mesuré sur le véhicule (2) présentant un dysfonctionnement et différente de la valeur du paramètre de fonctionnement du véhicule (1) sain,
- stocker l'association entre le dysfonctionnement et l'au moins une
15 valeur du paramètre de fonctionnement dans un fichier d'association (F),

et la phase de réparation comprend les étapes suivantes :

- mesurer un ensemble (E3) de paramètres de fonctionnement du
 véhicule (5) à réparer,
- 20 • identifier un dysfonctionnement du véhicule (5) à réparer sur la base d'une comparaison entre le fichier d'association (F) et les valeurs des paramètres de fonctionnement du véhicule (5) à réparer.

2. Méthode de réparation d'un véhicule (5) selon la revendication précédente, dans laquelle la phase d'apprentissage comprend une étape
25 consistant à associer un dysfonctionnement à un code de défaut ou à un événement de conduite du véhicule et une étape consistant à stocker cette association dans ledit fichier d'association (F).

3. Méthode de réparation d'un véhicule selon la revendication précédente, dans laquelle l'étape de mesure d'un ensemble de paramètres de véhicule de la phase de réparation est réalisée uniquement lorsque survient le code de défaut ou l'évènement de conduite du véhicule.

5 **4.** Méthode de réparation d'un véhicule selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la phase d'apprentissage comprend une étape consistant à associer au moins un organe de véhicule à remplacer avec le dysfonctionnement.

10 **5.** Méthode de réparation d'un véhicule selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la phase d'apprentissage comprend une étape consistant à identifier un temps d'apparition de l'au moins une valeur du paramètre de fonctionnement lié au dysfonctionnement.

15 **6.** Méthode de réparation selon la revendication précédente, dans laquelle la phase de réparation comprend en outre une étape consistant à fournir un temps minimal d'essai véhicule pour vérifier le fonctionnement du véhicule à réparer sur la base du temps d'apparition de l'au moins une valeur du paramètre de fonctionnement lié au dysfonctionnement.

20 **7.** Méthode de réparation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la phase d'apprentissage comprend une étape consistant à associer le résultat d'un test d'actionneur au dysfonctionnement, et dans laquelle la phase d'apprentissage et/ou la phase de réparation comprend en outre une étape de test d'un actionneur associé au dysfonctionnement.

25 **8.** Méthode de réparation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la phase d'apprentissage est réitérée après ou lors de la phase de réparation.

9. Support informatique stockant un programme pour mettre en œuvre une méthode de réparation selon l'une quelconque des revendications précédentes.

- 10.** Véhicule automobile comportant au moins un support informatique selon la revendication précédente.

ABREGE

METHODE DE REPARATION D'UN VEHICULE

Méthode de réparation d'un véhicule (5), comprenant une phase d'apprentissage et une phase de réparation, la phase d'apprentissage comprenant les étapes :

- 5 • effectuer au moins un essai avec un véhicule (1) sain et au moins un essai avec un véhicule (2) présentant un dysfonctionnement,
- mesurer un ensemble de paramètres de fonctionnement durant chaque essai précédent,
- associer par un processus d'apprentissage le dysfonctionnement du
10 véhicule (2) avec au moins une valeur d'un paramètre et différente de la valeur du paramètre du véhicule (1) sain,
- stocker l'association entre le dysfonctionnement et l'au moins une valeur du paramètre de fonctionnement dans un fichier d'association (F),
- 15 et la phase de réparation comprend les étapes :
 - mesurer un ensemble (E3) de paramètres du véhicule (5) à réparer,
 - identifier un dysfonctionnement du véhicule (5) à réparer sur la base d'une comparaison entre le fichier d'association (F) et les paramètres de fonctionnement du véhicule (5) à réparer.

20

Figure 1

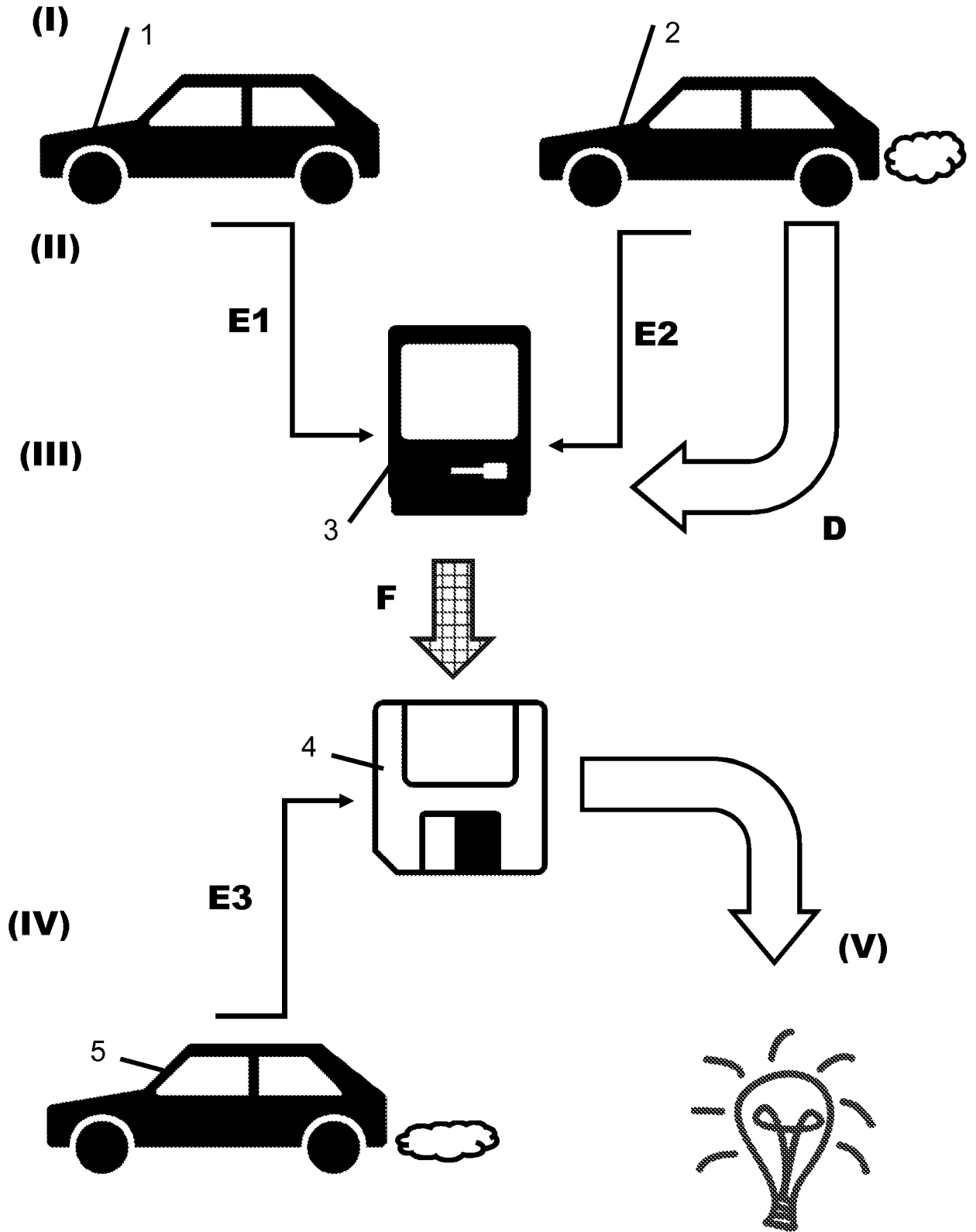


Fig. 1

| Dysfonctionnement | Codes de défaut | Evènements de véhicule | Paramètres de fonctionnement | Test d'actionneur |
|----------------------|-------------------------|--|--|------------------------------|
| Vanne EGR grippée | P0489 P0490 | Perte de puissance Trou d'accélération A-coups à froid | Température de fonctionnement moteur Température d'admission d'air Température de gaz d'échappement Niveau d'accélération | Vanne EGR à ouvrir et fermer |
| Injecteur défectueux | P0262 P0263 P0265 | | | |

Fig. 2