

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2019/122592 A1**

(43) Date de la publication internationale  
27 juin 2019 (27.06.2019)

(51) Classification internationale des brevets :

*H05K 1/02* (2006.01)      *H05K 1/16* (2006.01)  
*G01R 1/20* (2006.01)      *G01R 15/14* (2006.01)

tual Property, 31100 TOULOUSE (FR). **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalderstrasse, 9, 30165 Hanovre (DE).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2018/053188

(72) Inventeurs : **PERON, Christopher** ; 7, rue Marcel Langer, 31860 PINS-JUSTARET (FR). **PASQUALETTO, Angelo** ; 29, rue du Tanneron, 31400 TOULOUSE (FR). **SANCHEZ, Sébastien** ; 22bis, route de Pibrac, 31770 COLOMIERS (FR).

(22) Date de dépôt international :

11 décembre 2018 (11.12.2018)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(74) Mandataire : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 TOULOUSE (FR).

(30) Données relatives à la priorité :

1762459      19 décembre 2017 (19.12.2017) FR

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** [FR/FR] ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellec-

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING THE INTENSITY OF A CURRENT

(54) Titre : DISPOSITIF DE MESURE DE L'INTENSITÉ D'UN COURANT

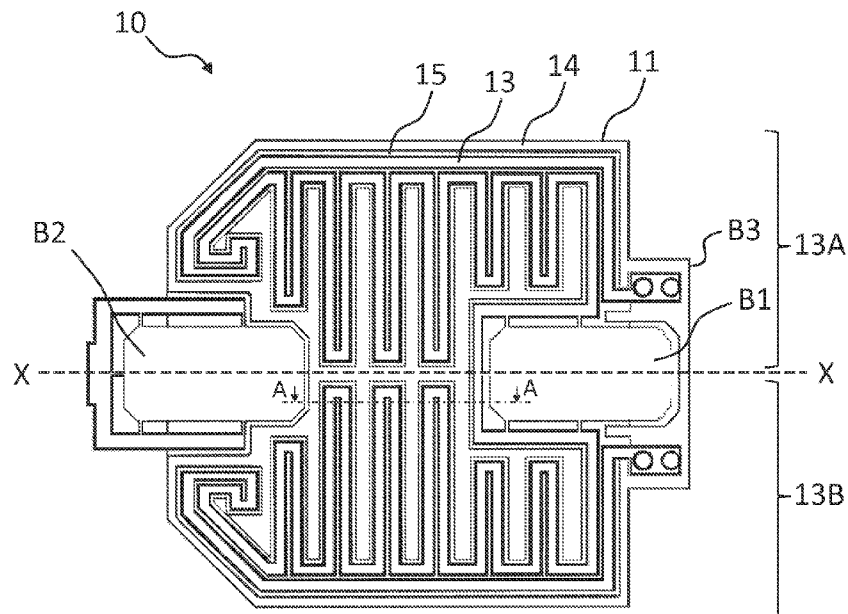


Figure 2

(57) Abstract: The present invention relates to a device for measuring the intensity of a current, said device being designed to measure the intensity of a current flowing through a power supply of an electronic control unit of a motor vehicle. The device comprises at least one printed circuit (10), the printed circuit (10) comprising at least one conductive layer (11) and at least one first set of tracks (13) printed on the at least one conductive layer (11), the first set of tracks (13) comprising at least a first portion (13A) having a first inductance and at least a second portion (13B) having a second inductance, the first portion (13A) and the second portion (13B) being arranged so that the total inductance of the device is lower than each of the first inductance and the second inductance.



WO 2019/122592 A1

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

---

**(57) Abrégé :** La présente invention a pour objet un dispositif de mesure de l'intensité d'un courant adapté pour mesurer l'intensité d'un courant traversant une capacité d'alimentation d'une unité de contrôle électronique d'un véhicule automobile. Le dispositif comprend au moins un circuit imprimé (10), ledit circuit imprimé (10) comprenant au moins une couche conductrice (11) et au moins un premier ensemble de pistes (13) imprimées sur ladite au moins une couche conductrice (11), ledit premier ensemble de pistes (13) comprenant au moins une première partie (13A) présentant une première inductance et au moins une deuxième partie (13B) présentant une deuxième inductance, la première partie (13A) et la deuxième partie (13B) étant agencées de sorte que l'inductance totale du dispositif soit inférieure à chacune de la première inductance et de la deuxième inductance.

### **Dispositif de mesure de l'intensité d'un courant**

L'invention se rapporte au domaine de la mesure de l'intensité d'un courant et concerne plus particulièrement un dispositif de mesure de l'intensité d'un courant traversant une capacité d'alimentation d'une unité de contrôle électronique d'un véhicule automobile.

5 L'invention vise notamment à améliorer la mesure de l'intensité d'un courant de commande d'un injecteur de carburant.

Dans un véhicule automobile à moteur thermique, l'injection de carburant dans les cylindres est réalisée par des injecteurs contrôlés par un module de pilotage intégré dans une unité de contrôle électronique, également désigné ECU pour Electronic  
10 Control Unit en langue anglaise.

De manière connue, une unité de contrôle électronique comprend un microcontrôleur, un convertisseur de courant continu en courant continu (DC-DC), une capacité d'alimentation et un module de pilotage des injecteurs. Le convertisseur est un convertisseur élévateur de tension qui génère un courant de commande permettant au  
15 module de pilotage de commander l'ouverture des injecteurs de carburant. Ainsi, en fonctionnement de l'unité de contrôle électronique, le microcontrôleur contrôle le module de pilotage pour qu'il pilote les injecteurs à partir du courant de commande fourni par le convertisseur.

Les différents composants doivent être dimensionnés afin de garantir une  
20 durée de vie minimum de l'unité de contrôle électronique. En particulier, il est nécessaire de choisir la capacité d'alimentation en fonction du courant efficace la traversant, généré à la fois par le convertisseur et le module de pilotage. Pour dimensionner la capacité d'alimentation, il est nécessaire de mesurer la valeur de l'intensité de ce courant efficace lors du développement de l'unité de contrôle électronique.

25 Pour effectuer une telle mesure d'intensité, une première solution connue consiste à monter une sonde de courant en série de la capacité d'alimentation. En pratique, il est nécessaire d'utiliser un fil supplémentaire afin d'y insérer la sonde de courant au circuit électrique auquel est reliée la capacité d'alimentation. Cependant, l'utilisation d'une telle sonde de courant présente des inconvénients. En effet, le courant  
30 traversant à la fois le fil supplémentaire et la sonde de courant, la mesure est perturbée par une inductance parasite générée par ces éléments supplémentaires. Autrement dit, la valeur d'intensité du courant mesurée par la sonde de courant ne sera pas strictement égale à celle du courant traversant la capacité d'alimentation lors du fonctionnement de l'unité de contrôle électronique sans la sonde, ce qui peut entraîner un mauvais

dimensionnement (sous ou surdimensionnement) de la capacité d'alimentation en fonction de la perturbation des éléments supplémentaires rajoutés pour la mesure.

Afin de limiter la génération d'une inductance parasite, une deuxième solution connue consiste à mesurer l'intensité du courant à partir de la mesure de la tension aux bornes d'un élément résistif placé en série avec la capacité. Une telle mesure de la tension est effectuée grâce à un dispositif de mesure, également désigné « shunt » en langue anglaise, relié aux bornes de la capacité. Cependant, comme pour la sonde de courant, un fil supplémentaire, bien que de longueur inférieure, est également nécessaire afin de relier le shunt aux bornes de la capacité, ce qui génère là encore une inductance parasite. De plus, le shunt génère aussi une inductance parasite due à sa conception interne, même si elle est inférieure à celle générée par la sonde de courant. Or, il est nécessaire d'obtenir une mesure aussi précise que possible afin de limiter l'erreur dans le dimensionnement de la capacité d'alimentation, ce qui pourrait provoquer une casse prématurée de la capacité d'alimentation et représente donc un inconvénient majeur.

Il existe donc le besoin d'une solution permettant de remédier au moins en partie à ces inconvénients.

La présente invention vise à proposer une solution simple, fiable, compacte et efficace pour mesurer l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation d'une unité de contrôle électronique.

A cette fin, l'invention a pour objet un dispositif de mesure de l'intensité d'un courant adapté pour mesurer l'intensité d'un courant traversant une capacité d'alimentation d'une unité de contrôle électronique d'un véhicule automobile. Ledit dispositif est remarquable en ce qu'il comprend au moins un circuit imprimé, ledit circuit imprimé comprenant au moins une couche conductrice et au moins un premier ensemble de pistes imprimées sur ladite au moins une couche conductrice, ledit premier ensemble de pistes comprenant au moins une première partie présentant une première inductance et au moins une deuxième partie présentant une deuxième inductance, la première partie et la deuxième partie étant agencées de sorte que l'inductance totale du dispositif soit inférieure à chacune de la première inductance et de la deuxième inductance.

Grâce au dispositif selon l'invention, il est possible de déterminer de manière la plus précise possible l'intensité du courant traversant le dispositif de mesure grâce aux deux parties du premier ensemble de pistes dont les formes permettent de limiter l'inductance totale générée par le dispositif de mesure. En particulier, l'inductance totale générée par le dispositif de mesure est au moins inférieure de moitié à l'inductance générée par chacune de la première partie et de la deuxième partie. De même, la résistance totale générée par le dispositif de mesure est au moins inférieure de moitié à la

résistance générée par chacune de la première partie et de la deuxième partie. Il est ainsi possible d'ajuster les dimensions et le nombre de pistes afin d'obtenir une valeur de résistance totale et/ou d'inductance totale désirée. Le dispositif de mesure selon l'invention peut en outre avantageusement être monté dans le véhicule de manière permanente afin d'être utilisé pendant la durée de vie du véhicule.

De manière plus générale, chaque partie du premier ensemble de pistes étant désignée « brin », l'inductance totale générée par le dispositif de mesure est égale à l'inductance générée par un brin divisée par le nombre N de brins (N étant un nombre pair).

Selon une première forme de réalisation, la première partie et la deuxième partie dudit au moins un premier ensemble de pistes étant montées sur une même couche conductrice du circuit imprimé, la forme de la première partie et de la deuxième partie sont symétriques afin de limiter l'inductance totale générée par le premier ensemble de pistes. Ceci permet de limiter l'encombrement du dispositif de mesure tout en permettant son intégration sur un circuit imprimé monocouche.

Selon une deuxième forme de réalisation, le circuit imprimé comprenant au moins deux couches conductrices superposées, chacune de la première partie et de la deuxième partie étant montées sur l'une des deux couches conductrices, la forme de la première partie et la forme de la deuxième partie sont identiques et superposées afin de limiter l'inductance totale générée par le premier ensemble de pistes. Ceci permet d'optimiser l'encombrement du dispositif de mesure sur un circuit imprimé multicouche. De plus, l'intégration du dispositif de mesure sur plusieurs couches permet une intégration plus flexible en limitant l'encombrement sur une même couche.

Avantageusement, la première partie et la deuxième partie présentent des formes symétriques et/ou identiques.

Avantageusement, le premier ensemble de pistes comprend au moins une piste formant une succession de bras ou zigzags afin de limiter l'inductance générée par une partie du premier ensemble de piste.

De préférence, ladite au moins une piste comprend au moins deux bras définissant chacun deux portions de piste s'étendant parallèlement l'une par rapport à l'autre.

Selon une caractéristique de l'invention, les deux portions de piste sont reliées par une portion de piste perpendiculaire.

De préférence encore, la distance entre les deux portions de piste est faible afin de limiter l'inductance ainsi générée par lesdits deux bras.

Selon un aspect de l'invention, lesdites deux portions de piste sont séparées entre elles par une zone isolante afin d'isoler électriquement les portions de piste.

De préférence, la piste se présente sous la forme d'une épaisseur de matière conductrice et ladite zone isolante se présente sous la forme d'une fente formée le long  
5 de ladite piste. Cette fente isole la piste de tout autre courant circulant dans la carte, y compris le courant traversant d'autres portions de la piste ainsi que de la masse de la carte. Une telle fente peut ainsi être aisément fabriquée lors de l'impression du premier ensemble de pistes sur le circuit imprimé.

De préférence encore, la fente présente une largeur inférieure à 0,2 mm, de  
10 préférence inférieure à 130 micromètres. Ainsi, l'inductance générée par chaque branche présente une valeur faible, de préférence inférieure à 3 nH.

L'invention vise également une unité de contrôle électronique d'une pluralité d'injecteurs d'un véhicule, ladite unité de contrôle électronique comprenant au moins une carte électronique, ladite carte électronique comprenant un module de contrôle, un  
15 convertisseur de tension, une capacité d'alimentation et un module de pilotage des injecteurs, ledit module de contrôle étant configuré pour contrôler le module de pilotage afin que ledit module de pilotage commande les injecteurs à partir d'un courant de commande fourni par le convertisseur via la capacité d'alimentation. Ladite carte électronique est remarquable en ce qu'elle comprend au moins un dispositif de mesure tel  
20 que décrit précédemment afin de déterminer l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation.

Avantageusement, la capacité d'alimentation présentant deux bornes et la carte électronique comprenant un connecteur de potentiel négatif relié électriquement à l'une des bornes de la capacité d'alimentation et un connecteur de potentiel positif relié  
25 électriquement à l'autre des bornes de la capacité d'alimentation, ledit dispositif de mesure est relié électriquement à la capacité d'alimentation au niveau du connecteur de potentiel négatif afin de mesurer l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation. L'unité de contrôle électronique selon l'invention permet également de conserver une masse équivalente (ou masse flottante), autrement dit sans surpoids  
30 comparée à un dispositif de mesure selon l'art antérieur.

L'invention concerne en outre un véhicule automobile comprenant une pluralité d'injecteurs et au moins une unité de contrôle électronique telle que décrite précédemment.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la  
35 description qui suit faite en regard des figures annexées données à titre d'exemples non

limitatifs et dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables.

- La **figure 1** illustre schématiquement une unité de contrôle électronique selon l'invention.
- 5 – La **figure 2** illustre schématiquement une première forme de réalisation du dispositif de mesure monté sur l'unité de la **figure 1**.
- La **figure 3** illustre schématiquement une vue selon la coupe XX du dispositif de mesure de la **figure 2**.
- La **figure 4** illustre une vue partielle selon la coupe AA de la **figure 2**.
- 10 – La **figure 5** illustre schématiquement une deuxième forme de réalisation du dispositif de mesure.

Le dispositif selon l'invention est destiné à être monté dans une unité de contrôle électronique d'un moteur thermique de véhicule, notamment automobile.

De manière connue, un moteur thermique comprend des injecteurs de  
15 carburant et des cylindres définissant chacun une chambre de combustion dans laquelle est déclenchée la combustion d'un mélange de comburant (air) et de carburant injecté par lesdits injecteurs.

Le dispositif selon l'invention permet de mesurer la tension définie aux bornes d'une capacité d'alimentation montée sur une carte électronique de l'unité de contrôle  
20 électronique, une telle mesure de tension permettant d'en déduire l'intensité du courant traversant ladite capacité d'alimentation comme cela sera décrit par la suite.

On a représenté schématiquement à la **figure 1** un exemple d'unité de contrôle électronique selon l'invention.

#### Unité de contrôle électronique 1

25 Une telle unité de contrôle électronique 1, également désignée ECU pour Electronic Control Unit en langue anglaise, permet notamment de commander l'injection de carburant dans les cylindres du moteur thermique du véhicule. Dans ce but, l'unité de contrôle électronique 1 comprend un boîtier 2 dans lequel est montée une carte électronique 3 comprenant plusieurs circuits électroniques : un module de contrôle 4, un  
30 convertisseur 5, une capacité d'alimentation 6 et un module de pilotage 7 des injecteurs de carburant. L'unité de contrôle électronique 1 présente en outre un potentiel de masse, qui est de préférence le potentiel de son boîtier 2.

Le module de contrôle 4 est adapté pour générer des signaux de commande des injecteurs de carburant, notamment l'instant et la durée de chaque injection de  
35 carburant. Ces signaux de commande sont envoyés au module de pilotage 7. Un tel module de contrôle 4 peut notamment se présenter sous la forme d'un microcontrôleur.

La génération de tels signaux de commande étant connue, elle ne sera pas décrite plus en détail.

Le convertisseur 5 est un convertisseur de courant continu en courant continu (DC-DC) adapté pour convertir une basse tension (par

5 exemple fournie par une batterie d'alimentation 12 V du véhicule) en une tension plus élevée requise pour piloter l'ouverture des injecteurs, par exemple de l'ordre de 60 V. On notera que le convertisseur 5 fournit, via la capacité d'alimentation 6, cette tension au module de pilotage 7 afin que ce dernier puisse piloter l'ouverture des injecteurs selon les signaux de commande.

#### 10 Capacité d'alimentation 6

La capacité d'alimentation 6 comprend deux bornes de connexion et est de préférence de type électrolytique, de préférence encore de type CMS, pour Capacité à Montage en Surface, également désignée SMD pour Surface Mounted Device en langue anglaise.

15 Le module de pilotage 7 est apte à commander les différents injecteurs à partir des signaux de commande reçus du module de contrôle 4 et à piloter l'ouverture des injecteurs à l'aide de la tension élevée reçue du convertisseur 5 via la capacité d'alimentation 6.

Afin de connecter électriquement la capacité d'alimentation 6 à la carte  
20 électronique 3, la carte électronique 3 comprend un premier connecteur électrique dit « connecteur de potentiel négatif » B1 et un deuxième connecteur électrique dit « connecteur de potentiel positif » B2, une borne de la capacité d'alimentation 6 étant connectée électriquement au connecteur de potentiel négatif B1 et l'autre borne de la capacité d'alimentation 6 étant connectée électriquement au connecteur de potentiel  
25 positif B2.

Afin de mesurer la tension définie aux bornes de la capacité d'alimentation 6, notamment pour pouvoir la dimensionner (i.e. adapter sa valeur au fonctionnement de l'unité de contrôle électronique 1), l'unité de contrôle électronique 1 selon l'invention comprend un dispositif de mesure.

#### 30 Dispositif de mesure

En référence à la **figure 2**, le dispositif se présente sous la forme d'un circuit imprimé 10, également désigné PCB (Printed Circuit Board), relié au connecteur de potentiel négatif B1 de la carte électronique 3.

Ce circuit imprimé 10 peut comprendre une ou plusieurs couches  
35 conductrices 11 réalisées en un matériau conducteur électrique, par exemple en cuivre. Dans le cas d'un circuit imprimé 10 comprenant plusieurs couches conductrices 11, les

couches conductrices 11 sont séparées les unes des autres par des couches isolantes 12, comme illustré à la **figure 3**, réalisées en un matériau non conducteur électrique. Autrement dit, un circuit imprimé 10 multicouche présente une succession de couches conductrices 11 alternées avec des couches isolantes 12. Les couches  
5 conductrices 11 et les couches isolantes 12 sont ainsi superposées les unes au-dessus des autres.

Selon l'invention, le circuit imprimé 10 comprend au moins un premier ensemble de pistes 13 et au moins un deuxième ensemble de pistes 14 électriquement conductrices gravés sur au moins une couche conductrice 11.

10 Le premier ensemble de pistes 13 constitue un shunt relié électriquement au connecteur de potentiel négatif B1 de la carte électronique 3. Ce shunt est un dispositif connecteur connecté en série de la capacité d'alimentation 6 dont on souhaite déterminer la valeur de l'intensité du courant la traversant. Un tel shunt permet ainsi de relier électriquement le connecteur de potentiel négatif B1 au potentiel de masse B3 de l'unité  
15 de contrôlé électronique 1, comme illustré sur la **figure 2**. En effet, dans un circuit en série, l'intensité du courant présente une valeur identique en tout point de ce circuit. Le premier ensemble de pistes 13 permet ainsi de réaliser une fonction de masse flottante pour la borne de la capacité d'alimentation 6 reliée au connecteur de potentiel négatif B1.

Le deuxième ensemble de pistes 14 permet de relier électriquement le  
20 premier ensemble de pistes 13 au potentiel de masse B3 de l'unité de contrôle électronique 1.

Un courant électrique traversant la capacité d'alimentation 6 entre le connecteur de potentiel négatif B1 et le connecteur de potentiel positif B2 traverse également le premier ensemble de pistes 13 et permet de déterminer l'intensité du  
25 courant traversant la capacité d'alimentation 6 comme cela sera décrit ultérieurement.

Afin d'optimiser la mesure de l'intensité du courant, toujours en référence à la **figure 2**, le premier ensemble de pistes 13 comprend au moins une première partie 13A et une deuxième partie 13B.

La première partie 13A présente une première inductance  $L_1$  et la deuxième  
30 partie 13B présente une deuxième inductance  $L_2$ . L'inductance de chacune de la première partie 13A et de la deuxième partie 13B est due au champ magnétique généré par le courant électrique traversant respectivement la première partie 13A et la deuxième partie 13B.

Il a été présenté un premier ensemble de pistes 13 constituant un shunt relié  
35 électriquement au connecteur de potentiel négatif B1 de la carte électronique 3. Cependant, il va de soi que, dans une autre forme de réalisation, le premier ensemble de

pistes 13 pourrait être relié électriquement au connecteur de potentiel positif B2 de la carte électronique 3.

#### Première forme de réalisation

Dans une première forme de réalisation, la première partie 13A et la deuxième  
5 partie 13B sont imprimées de manière à être symétriques l'une par rapport à l'autre. Autrement dit, la première partie 13A et la deuxième partie 13B présentent des formes parfaitement symétriques selon un axe de symétrie XX illustré sur la **figure 2**. Du fait de leur forme symétrique, la première inductance  $L_1$  de la première partie 13A et la deuxième inductance  $L_2$  de la deuxième partie 13B présentent une même valeur. Cependant, du fait  
10 de la symétrie de ces formes, l'inductance globale  $L_T$  du premier ensemble de pistes 13 est inférieure de moitié à l'inductance des inductances de la première partie 13A et de la deuxième partie 13B.

Autrement dit :

$$L_T = \frac{L_1}{2} = \frac{L_2}{2}$$

15 Ainsi, dans cet exemple, le dispositif de mesure permet de diviser par deux l'inductance générée par un tel dispositif de mesure.

Ceci permet de limiter l'inductance du dispositif de mesure et ainsi de fiabiliser la mesure de l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation 6.

Comme illustré sur la **figure 2**, le premier ensemble de pistes 13 se présente  
20 sous la forme d'au moins une piste qui est électriquement conductrice. Afin de limiter l'encombrement du premier ensemble de pistes 13, la piste comprend une pluralité de bras formant des lacets ou zigzags.

Dans cet exemple, chaque bras comprend deux portions de piste s'étendant  
25 parallèlement l'une par rapport à l'autre et reliées entre elles à une première extrémité du bras par une portion de piste perpendiculaire. Les bras sont ainsi reliés entre eux au niveau de leur deuxième extrémité. Dans l'exemple illustré sur la **figure 2**, la piste comprend sept bras dont trois bras sont situés entre le connecteur de potentiel négatif B1 et le connecteur de potentiel positif B2 de la carte électronique 3. Ceci permet d'utiliser de manière optimale l'espace disponible sous la capacité 6 tout en respectant les distances  
30 d'isolation électrique entre les pistes du circuit électrique.

Comme illustré sur les **figures 2 et 4**, les différentes portions de la piste sont isolées électriquement entre elles par une zone isolante 15. Comme illustré sur la **figure 4**, qui représente la **figure 2** selon la coupe AA, le premier ensemble de pistes 13 se présente sous la forme d'une couche réalisée en un matériau conducteur électrique  
35 imprimé sur une couche conductrice 11. La zone isolante 15 se présente alors sous la forme d'une fente formée le long de la piste électrique de chacune de la première

partie 13A et de la deuxième partie 13B du premier ensemble de pistes 13. Cependant, la fente ne s'étend pas au niveau du point de contact entre la piste et l'un du connecteur de potentiel négatif B1 ou du potentiel de masse B3 afin de les relier électriquement. Avantageusement, la zone isolante 15 présente une largeur inférieure à 0,2 mm, de  
5 préférence de l'ordre de 130 micromètres. Ceci permet ainsi de limiter la distance entre deux parties de la piste en zigzag et donc l'inductance générée qui est proportionnelle à cette distance.

Toujours en référence à la **figure 2**, le deuxième ensemble de pistes 14 permet de relier électriquement le premier ensemble de pistes 13 au potentiel de masse  
10 B3 de l'unité de contrôle électronique 1.

Le deuxième ensemble de pistes 14 est également isolé électriquement du premier ensemble de pistes 13 par une zone isolante 15 qui se présente sous la forme d'un espace ou creux, comme représenté sur la **figure 4**.

#### Deuxième forme de réalisation

15 Dans une deuxième forme de réalisation du dispositif de mesure selon l'invention, illustrée sur la **figure 5**, la première partie 13A et la deuxième partie 13B du premier ensemble de pistes 13 sont montées sur deux couches conductrices 11 différentes du circuit imprimé 10.

Dans cet exemple, les formes de la première partie 13A et de la deuxième  
20 partie 13B sont identiques et placées exactement à droite l'une de l'autre. Autrement dit, les formes de la première partie 13A et de la deuxième partie 13B sont exactement superposées.

La première partie 13A et la deuxième partie 13B sont chacune comprises sur une couche conductrice 11 du circuit imprimé 10, les couches conductrices 11 étant  
25 séparées par une couche isolante 12, comme illustré sur la **figure 3**, adaptée pour isoler électriquement la première partie 13A et la deuxième partie 13B.

Une telle superposition de motifs identiques permet aux inductances générées par chacune de la première partie 13A et de la deuxième partie 13B d'interagir afin de  
réduire de moitié l'inductance globale du premier ensemble de pistes 13 par rapport à  
30 l'inductance de chacune de la première partie 13A et de la deuxième partie 13B.

De manière avantageuse, le premier ensemble de pistes 13 pourrait comprendre plus qu'une première partie 13A et une deuxième partie 13B. De même, le premier ensemble de pistes 13 pourrait combiner des parties symétriques entre elles et des parties superposées les unes sur les autres.

35 Notamment, le premier ensemble de pistes 13 pourrait comprendre quatre parties (non représentées) imprimées sur deux couches conductrices 11. Dans ce cas,

sur chaque couche conductrice 11, deux parties symétriques entre elles sont imprimées de manière à diviser l'inductance par deux sur chaque couche conductrice 11 par rapport à l'inductance dans une seule partie. Les deux parties d'une même couche conductrice 11 sont identiques et superposées aux deux parties de l'autre couche conductrice 11 de manière à diviser par deux l'inductance du premier ensemble de pistes 13 par rapport à l'inductance dans une seule couche conductrice 11. Autrement dit, un premier ensemble de pistes 13 comprenant quatre parties permet de diviser par quatre l'inductance par rapport à l'inductance dans une seule partie.

Le connecteur de potentiel négatif B1 et le connecteur de potentiel positif B2 qui relie le circuit imprimé 10 à la capacité d'alimentation 6 sont avantageusement placés au plus près des bornes de la capacité d'alimentation 6 afin de limiter l'inductance générée. De préférence, le circuit imprimé 10 est placé sous la position de la capacité d'alimentation 6. Ceci permet d'utiliser l'espace disponible sous la capacité d'alimentation 6 pour imprimer le premier ensemble de pistes 13 du dispositif de mesure. Ainsi, si le dispositif de mesure n'est pas conservé lors de la fabrication en série, il suffira de ne pas imprimer ces pistes. Et lors du dimensionnement de la capacité d'alimentation 6, le premier ensemble de pistes 13 ne prendra pas, sur le circuit imprimé 10 de l'unité de contrôle électronique 1, de place à d'autres pistes imprimées.

#### Procédé de mesure

Il va maintenant être présenté le procédé de mesure de l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation 6 lors du dimensionnement de cette dernière.

Lors d'une étape préliminaire, la résistance du dispositif de mesure, en particulier la résistance du premier ensemble de pistes 13, est déterminée. Dans ce but, on fait passer un courant  $I$  dont on connaît la valeur d'intensité à travers le dispositif de mesure. On mesure alors la tension  $U$  aux bornes du dispositif de mesure, autrement dit entre le connecteur de potentiel négatif B1 et le potentiel de masse B3. Puis, on détermine, à partir de la valeur de l'intensité du courant  $I$  et de la valeur de la tension  $U$  mesurée, la valeur de la résistance  $R$  du dispositif de mesure donnée par la formule :

$$U = R * I \quad (1)$$

Soit,  $R = \frac{U}{I}$

Le matériau utilisé pour former le circuit imprimé étant le cuivre, il est possible de définir la résistance  $R$  du dispositif de mesure en fonction de la température ( $T$ ) par extrapolation de la mesure faite à température ambiante ( $25^{\circ}\text{C}$ ), grâce à la formule

$$R(T) = R(25^{\circ}\text{C}) * [1 + \alpha(25) * (T - 25)]$$

où  $\alpha$  représente le coefficient thermique du matériau sur une plage de température donnée.

La valeur de la résistance R du dispositif de mesure reste constante tout au long de la vie du dispositif de mesure et pourra être réutilisée lors de la détermination de l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation comme cela va être décrit.

Lors de l'utilisation du dispositif de mesure, un courant traverse la capacité d'alimentation 6. Or, ce courant traversant également le dispositif de mesure entre le connecteur de potentiel négatif B1 et le potentiel de masse B3, le courant présente une valeur d'intensité identique à la valeur de l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation 6 du fait de la liaison en série entre le dispositif de mesure et la capacité d'alimentation 6.

On mesure alors la valeur de la tension aux bornes du dispositif de mesure, soit entre le connecteur de potentiel négatif B1 et le potentiel de masse B3 de manière connue.

Puis, à l'aide de la valeur déterminée préalablement de la résistance R du dispositif de mesure et de la valeur de la tension U mesurée, on détermine la valeur de l'intensité I du courant traversant le dispositif de mesure donnée par la formule (1).

Cette valeur déterminée de l'intensité du courant correspond à la valeur de l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation 6, ce qui permet alors de dimensionner la capacité d'alimentation 6 afin qu'elle résiste lors de l'utilisation de l'unité de contrôle électronique 1. En effet, le dispositif de mesure présentant une inductance globale réduite, cette inductance ne perturbe pas ou très peu la mesure de l'intensité du courant.

Avantageusement, le dispositif de mesure peut être monté dans l'unité de contrôle électronique 1 uniquement lors de la phase de développement du véhicule automobile. Lors de la fabrication en série de ce véhicule, l'unité de contrôle électronique 1 ne comprend alors pas de dispositif de mesure afin de limiter le nombre de composants et donc les coûts de fabrication d'une telle unité de contrôle électronique 1.

De manière alternative, l'unité de contrôle électronique 1 d'un véhicule fabriqué en série pourrait comprendre le dispositif de mesure selon l'invention. Ceci permet notamment de mesurer, tout au long de la vie du véhicule, le courant traversant la capacité d'alimentation 6 afin de diagnostiquer cette dernière. Ceci peut permettre de détecter un dysfonctionnement et ainsi de prévenir et anticiper une panne du véhicule. Une routine peut être intégrée à cet effet dans le module de contrôle afin de collecter et suivre la consommation statistique de la capacité selon des modes de fonctionnement prédéfinis dans le module de contrôle.

Avantageusement, le dispositif de mesure génère une résistance du fait de la longueur et de la largeur des pistes du premier ensemble de pistes 13. Aussi, dans le cas

d'une capacité d'alimentation 6 présentant une résistance interne nulle ou faible, notamment dans le cas d'une capacité d'alimentation de type polymère hybride, l'ajout du dispositif de mesure en série au niveau d'une borne de la capacité d'alimentation 6 permet de filtrer les oscillations brusques du courant traversant la capacité 5 d'alimentation 6 afin de prévenir un endommagement du circuit électrique. La valeur de la résistance générée par le dispositif de mesure peut alors être choisie dans une plage de valeur résistive permettant cette protection.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure de l'intensité d'un courant adapté pour mesurer l'intensité d'un courant traversant une capacité d'alimentation (6) d'une unité de contrôle électronique (1) d'un véhicule automobile, ledit dispositif étant **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un circuit imprimé (10), ledit circuit imprimé (10) comprenant au  
5 moins une couche conductrice (11) et au moins un premier ensemble de pistes (13) imprimées sur ladite au moins une couche conductrice (11), ledit premier ensemble de pistes (13) comprenant au moins une première partie (13A) présentant une première inductance ( $L_1$ ) et au moins une deuxième partie (13B) présentant une deuxième inductance ( $L_2$ ), la première partie (13A) et la deuxième partie (13B) étant agencées de  
10 sorte que l'inductance totale ( $L_T$ ) du dispositif soit inférieure à chacune de la première inductance ( $L_1$ ) et de la deuxième inductance ( $L_2$ ).
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la première partie (13A) et la deuxième partie (13B) dudit au moins un premier ensemble de pistes (13) étant montées sur une même couche conductrice (11) du circuit imprimé (10), la forme de la première  
15 partie (13A) et de la deuxième partie (13B) sont symétriques.
3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le circuit imprimé (10) comprend au moins deux couches conductrices (11) superposées, chacune de la première partie (13A) et de la deuxième partie (13B) étant montées sur l'une des deux couches conductrices (11), la forme de la première partie (13A) et la forme de la  
20 deuxième partie (13B) sont identiques et superposées.
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier ensemble de pistes (13) comprend au moins une piste en forme de zigzag comportant au moins deux bras définissant chacun deux portions de piste s'étendant parallèlement l'une par rapport à l'autre.
- 25 5. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel lesdites deux portions de piste sont séparées entre elles par une zone isolante (15).
6. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel la piste se présentant sous la forme d'une épaisseur de matière conductrice, ladite zone isolante se présente sous la forme d'une fente formée le long de ladite piste.
- 30 7. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel ladite fente présente une largeur inférieure à 0,2 mm, de préférence inférieure à 130 micromètres.
8. Unité de contrôle électronique (1) d'une pluralité d'injecteurs d'un véhicule, ladite unité de contrôle électronique (1) comprenant au moins une carte électronique (3),

ladite carte électronique (3) comprenant un module de contrôle (4), un convertisseur (5) de tension, une capacité d'alimentation (6) et un module de pilotage (7) des injecteurs, ledit module de contrôle (4) étant configuré pour contrôler le module de pilotage (7) afin que ledit module de pilotage (7) commande les injecteurs à partir d'un courant de  
5 commande fourni par le convertisseur (5) via la capacité d'alimentation (6), ladite carte électronique (3) étant **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins un dispositif de mesure selon l'une des revendications précédentes afin de déterminer l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation (6).

**9.** Unité de contrôle électronique (1) selon la revendication précédente, dans  
10 laquelle la capacité d'alimentation (6) présentant deux bornes et la carte électronique (3) comprenant un connecteur de potentiel négatif (B1) relié électriquement à l'une des bornes de la capacité d'alimentation (6) et un connecteur de potentiel positif (B2) relié électriquement à l'autre des bornes de la capacité d'alimentation (6), ledit dispositif de mesure est relié électriquement à la capacité d'alimentation (6) au niveau du connecteur  
15 de potentiel négatif (B1) afin de mesurer l'intensité du courant traversant la capacité d'alimentation (6).

**10.** Véhicule automobile comprenant une pluralité d'injecteurs et au moins une unité de contrôle électronique (1) selon la revendication précédente.

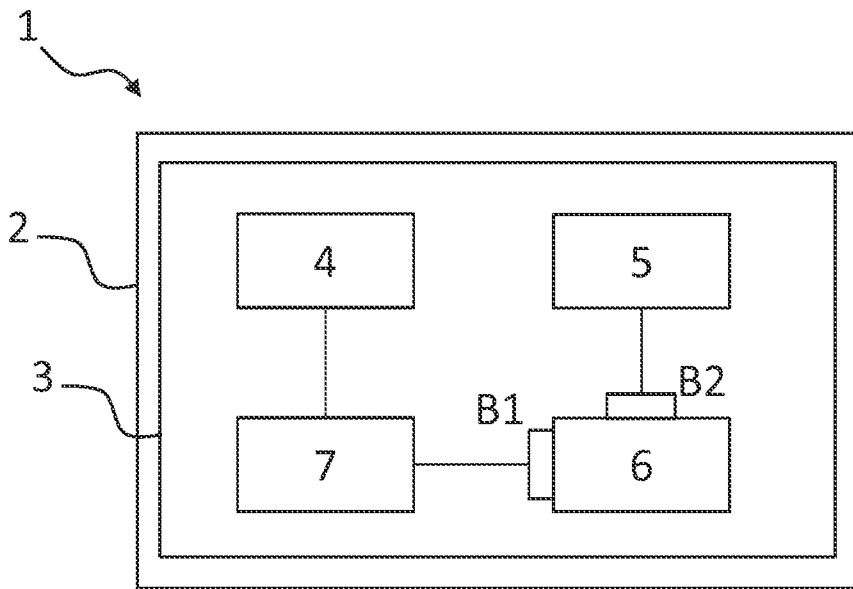


Figure 1

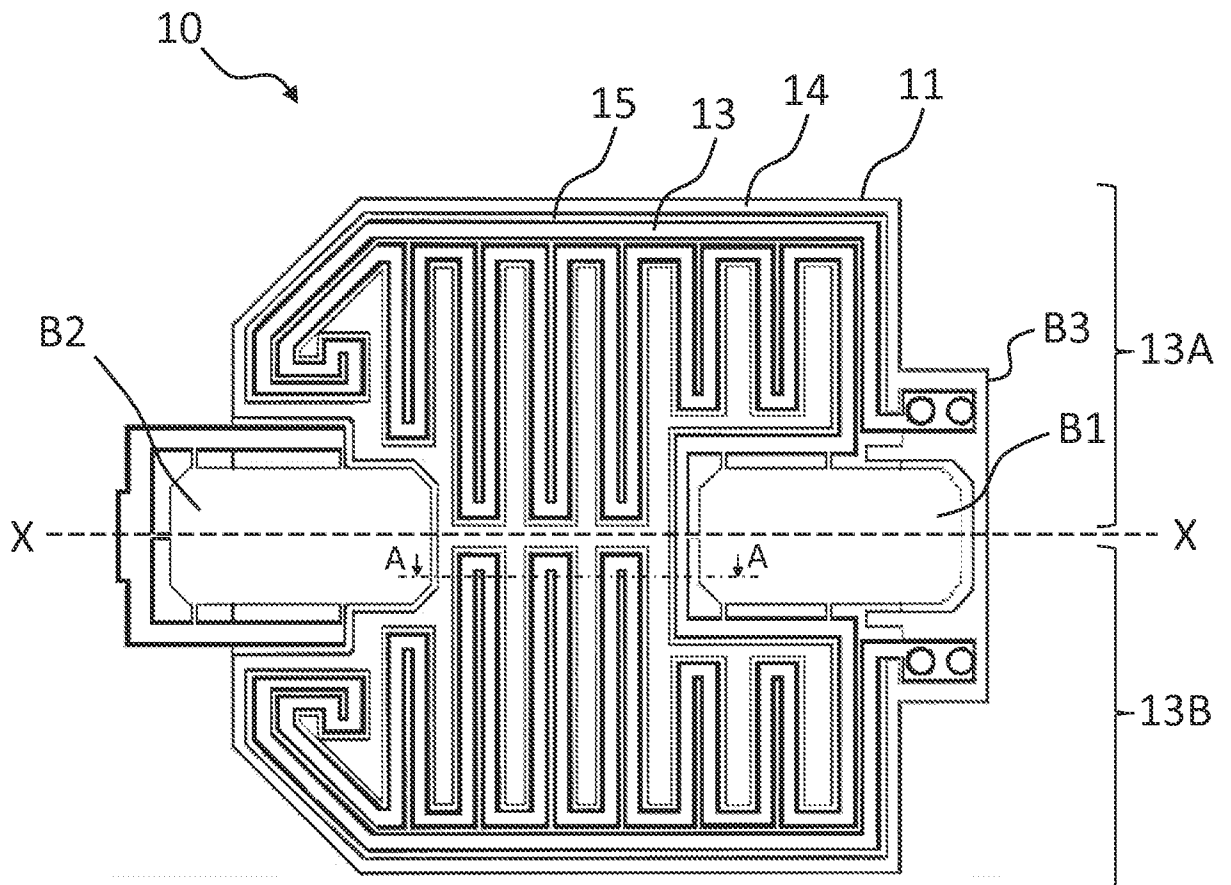


Figure 2

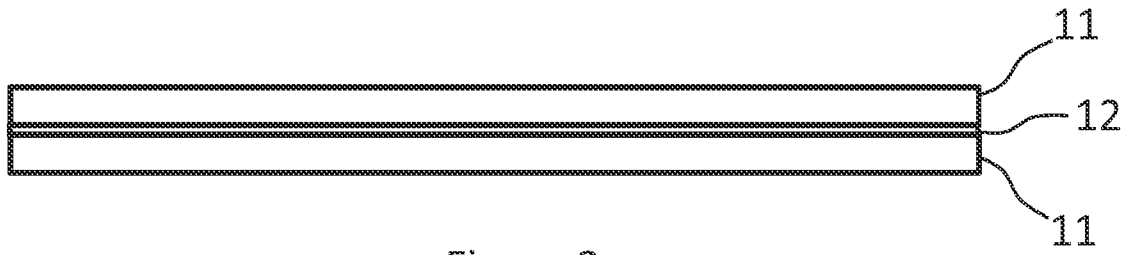


Figure 3

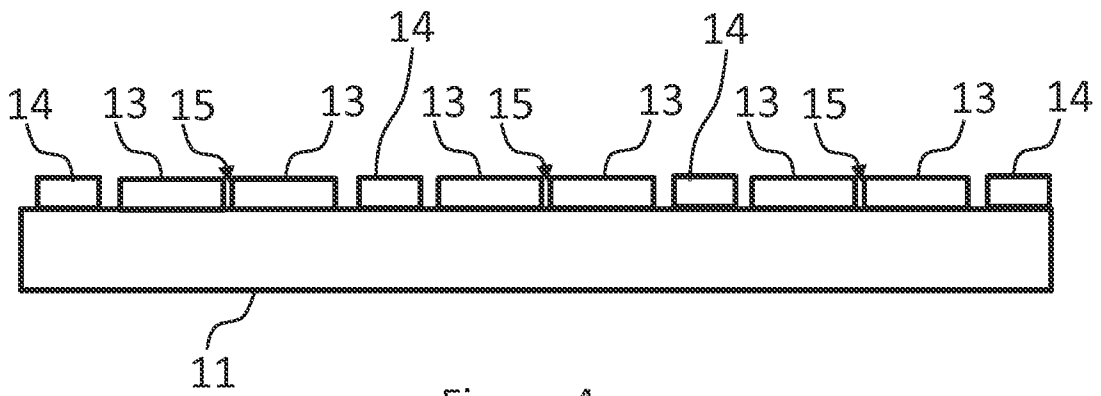


Figure 4

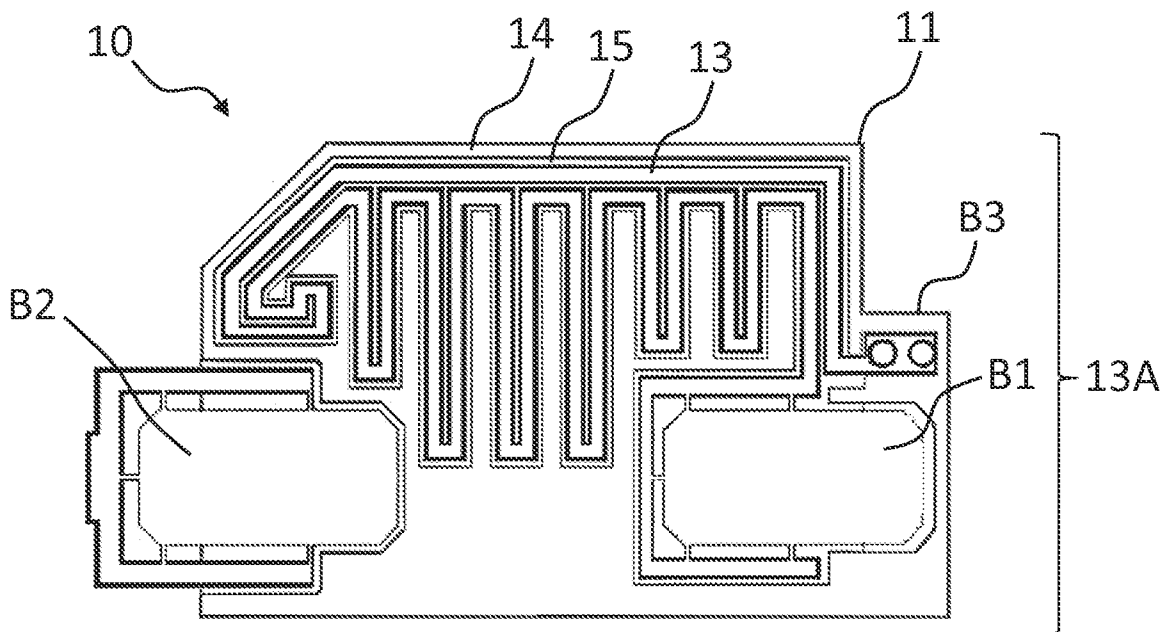


Figure 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2018/053188**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>H05K 1/02</b> (2006.01)i; <b>G01R 1/20</b> (2006.01)i; <b>H05K 1/16</b> (2006.01)i; <b>G01R 15/14</b> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01R; H05K		
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, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015218419 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 March 2017 (2017-03-30) the whole document	1-10
X	US 6876104 B1 (GUO SAM Y [US]) 05 April 2005 (2005-04-05) the whole document	1-10
X	DE 102015226297 A1 (KK TOYOTA JIDOSHOKKI [JP]) 23 June 2016 (2016-06-23) paragraphs [0025], [0030], [0031]; figures 4,5	1-10
X	GB 2343996 A (NEC TECHNOLOGIES [GB]) 24 May 2000 (2000-05-24) the whole document	1-10
A	US 2006226943 A1 (MARQUES AUGUSTO M [US]) 12 October 2006 (2006-10-12) paragraphs [0032] - [0060]; figures 1-11	1-10
A	"USING PCB AS A CURRENT SHUNT" <i>ELECTRONICS WORLD, NEXUS MEDIA COMMUNICATIONS, SWANLEY, KENT, GB,</i> Vol. 99, No. 1691, 01 October 1993 (1993-10-01), page 862/863 ISSN: 0959-8332, XP000396549 the whole document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>05 April 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>12 April 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office</b> <b>p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk</b> <b>Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Zimmer, René</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2018/053188**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015218419	A1	30 March 2017	NONE			
US	6876104	B1	05 April 2005	NONE			
DE	102015226297	A1	23 June 2016	DE	102015226297	A1	23 June 2016
				JP	6237607	B2	29 November 2017
				JP	2016118183	A	30 June 2016
GB	2343996	A	24 May 2000	NONE			
US	2006226943	A1	12 October 2006	CN	101185146	A	21 May 2008
				US	2006226943	A1	12 October 2006

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/053188

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. H05K1/02      G01R1/20      H05K1/16 ADD. G01R15/14		
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> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01R H05K		
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) EPO-Internal, WPI Data		
<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	DE 10 2015 218419 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 mars 2017 (2017-03-30) le document en entier -----	1-10
X	US 6 876 104 B1 (GUO SAM Y [US]) 5 avril 2005 (2005-04-05) le document en entier -----	1-10
X	DE 10 2015 226297 A1 (KK TOYOTA JIDOSHOKKI [JP]) 23 juin 2016 (2016-06-23) alinéas [0025], [0030], [0031]; figures 4,5 -----	1-10
X	GB 2 343 996 A (NEC TECHNOLOGIES [GB]) 24 mai 2000 (2000-05-24) le document en entier -----	1-10
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "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) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "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 "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 "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  5 avril 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  12/04/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Zimmer, René

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2006/226943 A1 (MARQUES AUGUSTO M [US]) 12 octobre 2006 (2006-10-12) alinéas [0032] - [0060]; figures 1-11 -----	1-10
A	"USING PCB AS A CURRENT SHUNT", ELECTRONICS WORLD, NEXUS MEDIA COMMUNICATIONS, SWANLEY, KENT, GB, vol. 99, no. 1691, 1 octobre 1993 (1993-10-01), page 862/863, XP000396549, ISSN: 0959-8332 le document en entier -----	1-10

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/053188

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102015218419 A1	30-03-2017	AUCUN	
US 6876104 B1	05-04-2005	AUCUN	
DE 102015226297 A1	23-06-2016	DE 102015226297 A1 JP 6237607 B2 JP 2016118183 A	23-06-2016 29-11-2017 30-06-2016
GB 2343996 A	24-05-2000	AUCUN	
US 2006226943 A1	12-10-2006	CN 101185146 A US 2006226943 A1	21-05-2008 12-10-2006