

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.09.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.03.18 Bulletin 18/13.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : BIGEY MICKAEL, FOURNIER JONA-
THAN et LAPIERRE WILLIAM.

73 Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES.

54 DISPOSITIF DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE POUR VEHICULE AUTOMOBILE ALIMENTE PAR DEUX
RESEaux D'ALIMENTATION ELECTRIQUES.

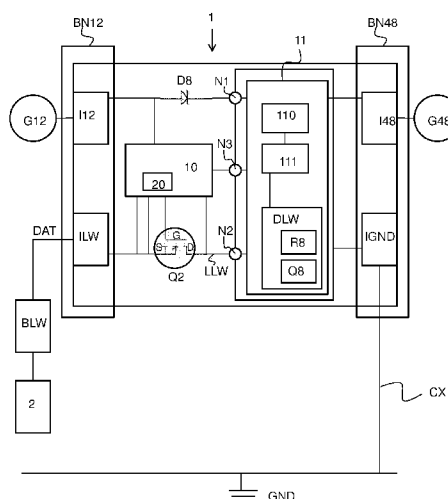
57 L'invention concerne un dispositif de chauffage élec-
trique (1) pour véhicule automobile adapté pour être alimen-
té en tension par un premier et deuxième réseaux (G12,
G48), comprenant :

- une première, deuxième et troisième interfaces de
connexion (112, I48, ILW) respectivement avec le premier
réseau, le deuxième réseau et un bus de communication
(BLW) ;

- un module fonctionnel (11) relié à la première interface
de connexion (112) et à la deuxième interface de connexion
(I48) ;

- un interrupteur principal (Q2) relié au module fonction-
nel (11) adapté pour faire transiter des signaux (DAT) sur le
bus de communication (BLW) ;

- un premier module de protection (10) adapté pour iso-
ler le premier réseau (G12) et le bus de communication
(BLW) du deuxième réseau (G48) lorsqu'il existe une sur-
tension (USS) entre le module fonctionnel (11) et la pre-
mière et troisième interfaces de connexion (112, ILW).



DISPOSITIF DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE POUR VEHICULE AUTOMOBILE ALIMENTE PAR DEUX RESEAUX D'ALIMENTATION ELECTRIQUES

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un dispositif de chauffage électrique pour véhicule automobile adapté pour être alimenté en tension par un premier réseau d'alimentation électrique et par un deuxième réseau d'alimentation électrique.

Elle trouve une application particulière, mais non limitative dans les véhicules automobiles.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

Dans le domaine des dispositifs de chauffage électriques pour véhicule automobile, en particulier lorsque ces dispositifs de chauffages électriques sont des dispositifs additionnels, il est connu d'alimenter un dispositif de chauffage électrique par deux réseaux d'alimentation électriques différents, l'un étant un réseau d'alimentation électrique forte puissance utilisé pour fournir une forte tension à des éléments chauffants résistifs du dispositif de chauffage électrique et l'autre étant un réseau d'alimentation électrique faible puissance utilisé pour fournir une tension plus faible à des éléments de pilotage du courant dans les résistances chauffantes. Les résistances chauffantes et les éléments de pilotage font partie d'un même module fonctionnel. A cet effet, le dispositif de chauffage électrique comprend un bus de communication sur lequel des consignes de chauffe peuvent lui être envoyées et une interface de connexion avec chaque réseau d'alimentation électrique. Le bus de communication est alimenté par le même réseau d'alimentation que les éléments de pilotage.

Un inconvénient de cet état de la technique est que si un problème tel qu'un court-circuit survient dans le module fonctionnel comprenant lesdits éléments de pilotage, il y a un risque que la forte tension fournie par le réseau d'alimentation électrique forte puissance ne se retrouve sur l'interface
5 de connexion reliée au réseau d'alimentation électrique faible puissance et sur le bus de communication, créant ainsi une tension dangereuse, dite surtension, qui risque de les endommager.

Dans ce contexte, la présente invention vise à résoudre l'inconvénient précédemment mentionné.

10 DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION

A cette fin, l'invention propose un dispositif de chauffage électrique pour véhicule automobile adapté pour être alimenté en tension par un premier réseau d'alimentation électrique et par un deuxième réseau d'alimentation électrique, selon lequel le dispositif de chauffage électrique
15 comprend :

- une première interface de connexion avec le premier réseau d'alimentation électrique ;
- une deuxième interface de connexion avec le deuxième réseau d'alimentation électrique ;
- 20 - une troisième interface de connexion avec un bus de communication ;
- un module fonctionnel relié à la première interface de connexion et à la deuxième interface de connexion ;
- un interrupteur principal relié au module fonctionnel adapté pour faire transiter des signaux sur le bus de communication ;
- 25 - un premier module de protection adapté pour isoler le premier réseau d'alimentation électrique et le bus de communication du deuxième réseau d'alimentation électrique lorsqu'il existe une surtension entre le module fonctionnel et la première interface de connexion et la troisième interface de connexion.

Ainsi, comme on va le voir en détail ci-après, le premier module de protection va détecter une surtension entre le module fonctionnel et la première interface de connexion et la troisième interface de connexion, et va désactiver l'interrupteur principal de sorte qu'il soit ouvert suite à la détection

5 d'une telle surtension. Ceci aura pour conséquence de déconnecter le réseau d'alimentation électrique forte puissance du réseau d'alimentation électrique faible puissance et du bus de communication. Ces derniers ne seront donc pas impactés par ladite surtension et seront par conséquent protégés.

10 Selon des modes de réalisation non limitatifs, le dispositif de chauffage électrique peut comporter en outre une ou plusieurs caractéristiques supplémentaires parmi les suivantes :

Selon un mode de réalisation non limitatif, le premier module de protection comprend :

- 15 - un module de détection de surtension comprenant :
- une diode de protection ;
 - un premier interrupteur de protection adapté pour se fermer lorsque la diode de protection devient passante ;
 - un interrupteur secondaire adapté pour s'ouvrir lorsqu'il existe ladite

20 surtension de sorte à ouvrir l'interrupteur principal ;

 - un deuxième interrupteur de protection adapté pour s'ouvrir lorsque le premier interrupteur de protection se ferme de sorte à ouvrir l'interrupteur secondaire.

L'ouverture de l'interrupteur secondaire évite d'avoir des courants qui

25 circulent du deuxième réseau d'alimentation électrique vers le premier réseau d'alimentation électrique. Cela permet ainsi de protéger le bus de communication contre une surtension.

Selon un mode de réalisation non limitatif, les signaux sont des signaux de logique basse.

30 Selon un mode de réalisation non limitatif, les signaux de logique basse sont des signaux à 0 Volt.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique comprend en outre une diode anti-retour principale adaptée pour empêcher un courant de circuler vers le premier réseau d'alimentation électrique lorsque l'interrupteur principal est ouvert. Cela permet de protéger
5 le premier réseau d'alimentation électrique.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique comprend en outre une diode anti-retour secondaire adaptée pour empêcher un courant de circuler dans le deuxième interrupteur de protection. Cela protège ledit deuxième interrupteur de protection.

10 Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique comprend en outre une résistance de rappel principale adaptée pour garantir l'ouverture de l'interrupteur principal lorsqu'il existe ladite surtension.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage
15 électrique comprend en outre une résistance de rappel secondaire adaptée pour garantir l'ouverture de l'interrupteur secondaire lorsqu'il existe ladite surtension.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique comprend en outre une résistance de base adaptée pour garantir
20 la fermeture de l'interrupteur secondaire lorsqu'un courant circule dans ledit interrupteur secondaire.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique comprend en outre un fusible auto-réarmable adapté pour protéger le bus de communication contre un sur-courant. Cela permet de protéger
25 ledit bus de communication.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique comprend en outre une diode anti-retour tertiaire adaptée pour garantir que l'interrupteur principal reste ouvert.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage
30 électrique comprend en outre une diode de protection adaptée pour protéger

l'interrupteur principal contre une augmentation de la tension du premier réseau d'alimentation électrique. Cela évite qu'il ne soit endommagé.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique comprend en outre une diode de protection supplémentaire adaptée pour protéger l'interrupteur secondaire contre une inversion de tension. Cela évite qu'il ne soit endommagé par une tension négative.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le premier réseau d'alimentation électrique est adapté pour fournir une tension inférieure à une tension fournie par le deuxième réseau d'alimentation électrique.

10 Selon un mode de réalisation non limitatif, le premier réseau d'alimentation électrique est adapté pour fournir une tension de 12Volts.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le deuxième réseau d'alimentation électrique est adapté pour fournir une tension de 48Volts.

15 Selon un mode de réalisation non limitatif, le bus de communication est un bus LIN ou un bus PWM. Un bus LIN permet de n'utiliser qu'un seul fil pour l'envoi et la réception des signaux. Ainsi, on n'utilise qu'un seul fil pour deux fonctions différentes, à savoir une fonction de diagnostic et une fonction de consigne. On peut également utiliser tout autre type de bus de communication permettant d'avoir une communication bidirectionnelle. Un
20 bus PWM permet de recevoir ou envoyer des signaux avec un rapport cyclique contrôlé.

Selon un mode de réalisation non limitatif, le module fonctionnel comprend un module de pilotage adapté pour être alimenté en tension par le premier réseau d'alimentation électrique et pour recevoir et/ou émettre des
25 signaux via le bus de communication. Le module fonctionnel peut ainsi échanger des informations avec un autre dispositif électronique via son module de pilotage. Il peut envoyer ainsi des informations de diagnostic et recevoir des informations de consigne.

30 Selon un mode de réalisation non limitatif, le module fonctionnel comprend au moins un élément chauffant résistif relié à la première interface de connexion et au moins un élément de pilotage associé relié à la deuxième

interface de connexion, ledit élément de pilotage étant adapté pour piloter ledit élément chauffant résistif. En particulier, ledit élément de pilotage est adapté pour piloter le courant dudit élément chauffant résistif.

5 Selon un mode de réalisation non limitatif, la première interface de connexion et la deuxième interface de connexion sont reliées à une masse commune, et le dispositif de chauffage électrique comprend en outre en outre un deuxième module de protection adapté pour isoler le premier réseau d'alimentation électrique et le bus de communication du deuxième réseau d'alimentation électrique lors d'une perte de la masse commune.

10 Selon un mode de réalisation non limitatif, le deuxième module de protection comprend :

- ledit interrupteur secondaire ;
- ledit deuxième interrupteur de protection ;
- ladite diode anti-retour secondaire.

15 Ainsi, on utilise une partie des composants du premier module de protection pour protéger le premier réseau et le bus de communication contre une perte de masse commune. On réduit ainsi les coûts et ainsi que complexité de l'architecture du dispositif de chauffage électrique 1 pour les protections.

20 L'invention s'applique également à un pulseur d'air pour véhicule automobile. Ainsi, selon un mode de réalisation non limitatif, il est également proposé un pulseur d'air pour véhicule automobile adapté pour être alimenté en tension par un premier réseau d'alimentation électrique et par un deuxième réseau d'alimentation électrique, selon lequel le pulseur d'air
25 comprend :

- une première interface de connexion avec le premier réseau d'alimentation électrique ;
- une deuxième interface de connexion avec le deuxième réseau d'alimentation électrique ;
- 30 - une troisième interface de connexion avec un bus de communication ;

- un module fonctionnel relié à la première interface de connexion et à la deuxième interface de connexion ;
- un interrupteur principal relié au module fonctionnel adapté pour faire transiter des signaux sur le bus de communication ;
- 5 - un premier module de protection adapté pour isoler le premier réseau d'alimentation électrique et le bus de communication du deuxième réseau d'alimentation électrique lorsqu'il existe une surtension entre le module fonctionnel et la première interface de connexion et la troisième interface de connexion.

10

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent :

- la figure 1 représente un schéma selon un mode de réalisation non
15 limitatif de l'invention d'un dispositif de chauffage électrique pour un véhicule automobile, ledit dispositif de chauffage électrique étant alimenté par un premier et un deuxième réseau d'alimentation électriques, et relié à un bus de communication et comprenant un premier module de protection contre les surtensions et un deuxième
20 module de protection contre une partie de masse ;
- la figure 2a représente un schéma du dispositif de chauffage électrique de la figure 1 avec le détail des composants électroniques du premier module de protection selon un mode de réalisation non limitatif ;
- la figure 2b représente un schéma du dispositif de chauffage électrique
25 de la figure 1 avec le détail des composants électroniques du deuxième module de protection selon un mode de réalisation non limitatif ;
- la figure 3 représente un schéma du dispositif de chauffage électrique de la figure 1 lorsqu'il y a un court-circuit dans le deuxième réseau d'alimentation électrique selon un mode de réalisation non limitatif ;

- la figure 4 représente un schéma du dispositif de chauffage électrique de la figure 1 lorsque la masse est perdue selon un mode de réalisation non limitatif ;
- la figure 5 représente un schéma du dispositif de chauffage électrique de la figure 1 lorsqu'il reçoit des signaux d'un autre dispositif électronique, selon un mode de réalisation non limitatif ;
- la figure 6 représente un schéma du dispositif de chauffage électrique de la figure 1 lorsqu'il envoie des signaux à un autre dispositif électronique, selon un mode de réalisation non limitatif.

10 DESCRIPTION DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

Les éléments identiques, par structure ou par fonction, apparaissant sur différentes figures conservent, sauf précision contraire, les mêmes références.

15 Le dispositif de chauffage électrique 1 pour véhicule automobile est décrit en référence aux figures 1 à 6 selon un mode de réalisation non limitatif.

Par véhicule automobile, on entend tout type de véhicule motorisé.

Le dispositif de chauffage électrique 1 est alimenté en tension par un premier réseau d'alimentation électrique G12 et par un deuxième réseau d'alimentation électrique G48.

Dans la suite de la description, les termes réseau d'alimentation électrique et réseau seront utilisés indifféremment.

25 Tel qu'illustré sur la figure 1, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend :

- une première interface de connexion I12 avec le premier réseau d'alimentation électrique G12 ;
- une deuxième interface de connexion I48 avec le deuxième réseau d'alimentation électrique G48 ;

- une troisième interface de connexion ILW avec un bus de communication BLW ;
- un module fonctionnel 11 relié à la première interface de connexion I12 et à la deuxième interface de connexion I48 ;
- 5 - un interrupteur principal Q2 relié au module fonctionnel 11 et adapté pour faire transiter des signaux DAT sur le bus de communication BLW ;
- un premier module de protection 10 adapté pour isoler le premier réseau d'alimentation électrique G12 et le bus de communication BLW du deuxième réseau d'alimentation électrique G48 lorsqu'il existe une
- 10 surtension USS entre le module fonctionnel 11 et la première interface de connexion I12 et la troisième interface de connexion ILW.

Le dispositif de chauffage électrique 1 fait partie d'un réseau de communication NLW.

Dans un exemple non limitatif, une surtension USS apparaît entre le module fonctionnel 11 et la première interface de connexion I12, et entre le module

15 fonctionnel 11 et la troisième interface de connexion ILW, lorsqu'il existe un court-circuit CC dans le module fonctionnel 11.

Un tel court-circuit CC est pris comme exemple non limitatif dans la suite de la description. Dans la suite de la description, un court-circuit CC dans le

20 module fonctionnel 11 sera également simplement cité comme court-circuit CC. On remarquera que quand un court-circuit CC survient dans le module fonctionnel 11, cela signifie que les éléments du module fonctionnel 11 dont le module de pilotage DLW seront soit défectueux soit détruits.

Comme on va le voir en détail ci-après, lors d'un court-circuit CC sur le

25 module fonctionnel 11 qui engendre une telle surtension USS, l'ensemble des composants du module fonctionnel 11 montent jusqu'au potentiel de la tension fournie par le deuxième réseau d'alimentation électrique G48. Cela entraîne l'apparition de différences de potentiels et par conséquent de courants qui circulent entre ledit module fonctionnel 11 et :

- 30 - la première interface de connexion I12 ;
- le premier module de protection 10 ;

- le bus de communication BLW.

Ces courants et tensions risquent d'abîmer en particulier la première interface de connexion I12 et le bus de communication BLW. La diode anti-retour principale D8 ainsi que le premier module de protection 10 permettent
5 de protéger ces éléments contre lesdits courants et tensions.

En particulier le premier module de protection 10 va permettre d'isoler la première interface de connexion I12 et la troisième interface de connexion ILW et par conséquent le bus de communication BLW d'une tension dangereuse, à savoir ladite surtension USS. En effet, ces interfaces qui sont
10 dimensionnées pour un réseau d'alimentation électrique faible tension G12 (ici 12V) ne peuvent supporter une tension trop grande, par exemple supérieure à 40V.

Le premier module de protection 10 comprend :

- 15 - un module de détection de surtension 100 comprenant :
 - une diode de protection D1 ;
 - un premier interrupteur de protection Q1 ;
- un interrupteur secondaire Q6 ;
- un deuxième interrupteur de protection Q4.

20 Comme décrit en détail par la suite, lorsqu'il existe un court-circuit qui entraîne une surtension USS, le premier interrupteur de protection Q1 va se fermer ce qui va entraîner l'ouverture du deuxième interrupteur de protection Q4. L'ouverture du deuxième interrupteur de protection Q4 va entraîner l'ouverture de l'interrupteur secondaire Q6. Enfin, l'ouverture de l'interrupteur
25 secondaire Q6 va entraîner l'ouverture de l'interrupteur principal Q2. L'ouverture de l'interrupteur principal Q2 va permettre d'isoler les première et troisième interfaces de connexions I12, ILW du deuxième réseau G48 et par conséquent d'isoler le premier réseau G12 et le bus de communication BLW du deuxième réseau G48. Le premier réseau G12 et le bus de
30 communication BLW seront ainsi protégés de ladite surtension USS.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une diode anti-retour principale D8.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une résistance de rappel principale R7.

- 5 Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une résistance de rappel secondaire R15.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une diode anti-retour secondaire D11.

- 10 Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une résistance de base R14.

Les différents éléments du dispositif électrique 1 sont décrits plus en détail ci-après.

- Interfaces de connexion I12, I48, ILW, IGND

- 15 La première interface de connexion I12 est adaptée pour connecter le dispositif de chauffage électrique 1 avec le premier réseau d'alimentation électrique G12. C'est une entrée qui permet de recevoir une tension fournie par le premier réseau d'alimentation électrique G12.

- La deuxième interface de connexion I48 est adaptée pour connecter le
20 dispositif de chauffage électrique 1 avec le deuxième réseau d'alimentation électrique G48. C'est une entrée qui permet de recevoir une tension fournie par le deuxième réseau d'alimentation électrique G48.

Les premiers et deuxièmes réseaux G12, G48 sont reliés à des batteries (non illustrées) du véhicule automobile qui sont des générateurs de tension.

- 25 Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier réseau d'alimentation électrique G12 est adapté pour fournir une tension U1 (dite première tension) inférieure à une tension U2 (dite deuxième tension) fournie par le deuxième réseau d'alimentation électrique G48.

- 30 Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier réseau d'alimentation électrique G12 est adapté pour fournir une tension U1 sensiblement égale à 12V (Volts). C'est un réseau faible puissance.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le deuxième réseau d'alimentation électrique G48 est adapté pour fournir une tension U2 sensiblement égale à 48V (Volts). C'est un réseau forte puissance. On notera qu'une batterie, reliée au deuxième réseau G48, qui fournit de manière usuelle une tension de 48V permet de fournir une tension qui peut monter jusqu'à 58V.

On notera qu'une tension, par exemple de 12V, fournie par une batterie est en général très peu stable. Ainsi, dans un exemple non limitatif, en cas de défauts de l'alternateur du véhicule automobile, la tension peut monter très haut, parfois jusqu'à 100V. Aussi, dans un mode de réalisation non limitatif, la tension U1 fournie par le réseau G12 est filtrée. Cela permet de limiter la tension U1 qui alimente le dispositif de chauffage électrique 1, en particulier l'interrupteur secondaire Q6 et le deuxième interrupteur de protection Q4 décrits plus loin. Sur les figures 2a et 2b, la tension U1 filtrée est ainsi représentée dans un triangle et à l'intérieur du cadre du pulseur d'air 1. Le filtrage d'une tension étant connue de l'homme du métier, il n'est pas décrit ici.

Dans la suite de la description, on parlera indifféremment de première tension U1 ou tension U1, et de deuxième tension U2 ou tension U2.

Dans la suite de la description, les tensions de 12V pour la tension U1 et de 48V pour la tension U2 seront prises comme exemples non limitatifs.

Dans un mode de réalisation non limitatif, la première interface de connexion I12 et la deuxième interface de connexion I48 sont reliées à une même masse GDN, appelée également masse commune GND. Elles sont reliées par un câble de masse CX à ladite masse commune GND. Grâce à cette masse commune GND, on évite une surchauffe du dispositif de chauffage électrique 1. Une telle surchauffe peut en effet survenir si deux masses différentes sont utilisées, les deux masses étant dimensionnées différemment. Dans ce cas, on a un câble de masse (appelé câble de masse de signal) relié à la première interface de connexion I12 et un câble de masse (appelé câble de masse de puissance) relié à la deuxième interface

de connexion I48. Lorsqu'on déconnecte le câble de masse de puissance à chaud, dans ce cas, il y a en effet un risque que le câble de masse de signal brûle du fait que les deux masses sont dimensionnées différemment.

La troisième interface de connexion ILW est adaptée pour connecter
5 le dispositif de chauffage électrique 1 avec un bus de communication BLW. C'est une entrée.

Les interfaces de connexion I12, I48, ILW comprennent ainsi des connexions électriques adaptées pour effectuer les connexions respectivement avec le premier réseau d'alimentation électrique G12, le deuxième réseau
10 d'alimentation électrique G48 et le bus de communication BLW.

Dans un premier mode de réalisation non limitatif, le bus de communication BLW est un bus de communication LIN (« Local
Internetconnect Network »). Le dispositif de chauffage électrique 1 fait ainsi partie d'un réseau de communication NLW dit LIN. Un bus de communication
15 LIN est un bus de communication bidirectionnel. Ainsi, un réseau de communication LIN permet de n'utiliser qu'un seul fil pour la communication des signaux.

Dans un deuxième mode de réalisation non limitatif, le bus de communication BLW est un bus de communication PWM (« Pulse
20 Modulation Width »). Le dispositif de chauffage électrique 1 fait ainsi partie d'un réseau de communication NLW dit PWM. Un bus de communication PWM est un bus unidirectionnel. Ainsi, dans ce cas, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend deux bus de communication PWM unidirectionnels, l'un étant utilisé pour la réception de signaux, et l'autre étant utilisé pour
25 l'envoi de signaux.

Le bus de communication BLW permet de véhiculer des signaux DAT du dispositif de chauffage électrique 1 vers un dispositif électronique externe 2 (décrit plus loin) et/ou du dispositif électronique externe 2 vers le dispositif de chauffage électrique 1. On notera qu'il existe une ligne de communication
30 LLW interne au dispositif de chauffage électrique 1 (illustrée sur la figure 1 par exemple) entre le module fonctionnel 11 et la troisième interface de

connexion ILW sur laquelle transitent lesdits signaux du module fonctionnel 11. Dans un mode de réalisation non limitatif, cette ligne de communication est une piste électronique.

5 Tel qu'illustré sur la figure 1 également, dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une interface de masse IGND. L'interface de masse IGND est une sortie. On notera que dans un exemple non limitatif, le câble de masse CX relie l'interface de masse IGND au châssis du véhicule automobile qui forme un plan de masse.

10 Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier module de protection 10, le module fonctionnel 11, la diode anti-retour principale D8 et l'interrupteur principal Q2 font partie d'une même carte à circuit imprimé, appelée carte PCBA (en anglais « Printed Circuit Board Assembly »). Cette carte à circuit imprimé PCBA est ainsi reliée au plan de masse formé par le
15 châssis du véhicule automobile.

 Tel qu'illustré sur la figure 1, dans un mode de réalisation non limitatif, la première interface de connexion I12 et la troisième interface de connexion ILW font partie d'un même connecteur BN12. Cela permet de ne pas multiplier les connecteurs.

20 Tel qu'illustré sur la figure 1, dans un mode de réalisation non limitatif, la deuxième interface de connexion I48 et l'interface de masse IGND font partie d'un même connecteur BN48. Cela permet de ne pas multiplier les connecteurs.

- Interrupteur principal Q2

25 L'interrupteur principal Q2 est adapté pour faire transiter des signaux DAT sur le bus de communication BLW.

 A cet effet, il est connecté au bus de communication BLW via la troisième interface de connexion ILW. Il est disposé entre le bus de communication BLW et le module fonctionnel 11, en particulier son module de pilotage DLW
30 (décrit plus loin).

Dans un mode de réalisation non limitatif, l'interrupteur principal Q2 est un transistor MOSFET. Dans une variante de réalisation non limitative, c'est un transistor à canal N.

Dans ce cas, la grille G du transistor reçoit la première tension U1, à savoir la
5 tension de 12V dans l'exemple non limitatif pris, la source S est connectée au bus de communication BLW via la troisième interface de connexion ILW, et le drain D est connecté au module de pilotage DLW.

L'interrupteur principal Q2 comporte une tension seuil V_{gsth} .

L'interrupteur principal Q2 est fermé lorsque sa tension V_{gs} est égale
10 à la tension U1 fournie par le premier réseau G12, à savoir ici 12V. Lorsque les signaux DAT qui circulent sur le bus de communication BLW sont à 0V dans un mode de réalisation non limitatif, le drain D et la source S sont au potentiel 0V. La grille G étant alimentée par la tension U1 de 12V, la tension V_{gs} est donc bien à 12V. V_{gs} étant supérieure à une tension seuil V_{gsth} ,
15 l'interrupteur principal Q2 se ferme bien. Dans un exemple non limitatif, $V_{gsth} = 2V$.

Dans un mode de réalisation non limitatif, l'interrupteur principal Q2 comprend une tension de claquage supérieure à 48Volts. Dans une variante de réalisation non limitative, la tension de claquage est sensiblement égale à
20 100Volts. L'interrupteur principal Q2 supporte ainsi la tension U2, ici 48V, qu'elle reçoit (notamment entre la source S et le drain D dans le mode de réalisation non limitatif des MOSFETS) lors d'une surtension USS ou lorsque la masse commune GND est perdue.

L'interrupteur principal Q2 est ouvert lorsque la tension V_{gs} est
25 inférieure à la tension V_{gsth} , soit lorsque V_{gs} est sensiblement égale à 0V dans un exemple non limitatif. Comme on va le voir ci-après, l'interrupteur principal Q2 s'ouvre :

- grâce au premier module de protection 10 lorsqu'il existe une surtension USS ; et
- 30 - grâce au deuxième module de protection 20 lorsque la masse commune GND est perdue.

Ainsi, comme on va le voir plus loin dans la description, le premier module de protection 10 permet de protéger le premier réseau d'alimentation électrique G12 et le bus de communication BLW contre une surtension USS, tandis que le deuxième module de protection 20 permet de protéger le premier réseau d'alimentation électrique G12 et le bus de communication BLW contre une perte de masse commune GND.

- Diode de protection D3

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une diode de protection D3 associée à l'interrupteur principal Q2 illustrée sur la figure 2a ou 2b.

Elle est disposée en parallèle de la résistance de rappel principale R7 (décrite plus loin) et de la diode anti-retour tertiaire D6 (décrite plus loin). Son anode A est reliée à la source S de l'interrupteur principal Q2 et sa cathode K est reliée à la grille de l'interrupteur principal Q2.

Cette diode de protection D3 est adaptée pour protéger l'interrupteur principal Q2 contre une augmentation de la tension U1 du premier réseau d'alimentation électrique G12, en particulier contre une tension trop élevée entre sa grille G et sa source S.

En effet, si un défaut survient sur le premier réseau d'alimentation électrique G12, la tension U1 qu'il fournit peut fortement augmenter et se retrouver sur la tension grille-source V_{GS} de l'interrupteur principal Q2 de sorte à l'endommager. Dans un exemple non limitatif, un défaut peut survenir dans le cas d'un défaut de l'alternateur ou du démarreur du véhicule automobile.

Dans un mode de réalisation non limitatif, la diode de protection D3 est une diode Zener. La diode Zener D3 comprend une tension seuil VS3. Si la tension V_{GS} de l'interrupteur principal Q2 devient supérieure ou égale à cette tension VS3, la diode Zener écrête ladite tension V_{GS} de sorte qu'elle soit égale à la tension seuil VS3. Ainsi, dans un exemple non limitatif la tension seuil VS3 est égale à 20V. L'interrupteur principal Q2 est ainsi protégé.

- Fusible auto-réarmable R6

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre un fusible auto-réarmable R6 illustré sur la figure 2a ou 2b.

- 5 Ce fusible auto-réarmable R6 est disposé en série avec l'interrupteur principal Q2, en particulier entre ledit interrupteur principal Q2 et le bus de communication BLW.

Il est adapté pour protéger le bus de communication BLW contre un sur-courant. Un sur-courant est un courant qui est trop fort et que ledit bus de communication BLW ne peut supporter.

En effet, pendant le régime linéaire de l'interrupteur principal Q2, à savoir pendant la phase de commutation, l'interrupteur principal Q2 se comporte comme une résistance. Or, lorsqu'il existe un court-circuit CC qui engendre une surtension USS, il existe une différence de potentiel entre le drain D (V_D= 48V) et la source S (V_S=0V lorsque les signaux DAT sont émis) cela génère un courant (non illustré) de l'ordre de quelques ampères. Ce courant, appelé sur-courant, est dangereux, car le bus de communication BLW ne supporte pas ce niveau de sur-courant. Cela peut endommager ledit bus de communication BLW ou couper les communications entre le module électronique externe 2 (décrit plus loin) et le module fonctionnel 11 du dispositif de chauffage électrique 1.

Lorsqu'un sur-courant est généré et traverse le fusible auto-réarmable R6, ce dernier chauffe et s'ouvre, empêchant ainsi ledit courant de traverser le bus de communication BLW.

- 25 Lorsque de nouveau, les conditions normales sont atteintes (il n'y a plus de sur-courant, le fusible auto-réarmable R6 se referme.

- Diode anti-retour tertiaire D6

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une diode anti-retour tertiaire D6 (illustrée sur la figure 2a ou 2b) adaptée pour garantir que l'interrupteur principal Q2 reste ouvert.

La diode anti-retour tertiaire D6 est disposée en série avec la résistance de rappel principale R7. Son anode A est reliée à la grille G de l'interrupteur principal Q2 et sa cathode K est reliée à la source S de l'interrupteur principal Q2 via la résistance de rappel principale R7.

5 Lorsque l'interrupteur principal Q2 est ouvert, on a la tension source $V_S = 0V$ ou $12V$ respectivement si les signaux DAT sont émis ou non. Lorsque $V_S = 12V$, cette tension de $12V$ peut se retrouver sur la tension grille V_G , à savoir au nœud N4 illustré sur la figure 2a ou 2b.

Si la tension V_S revient à $0V$ (des signaux DAT sont émis), la tension de la
 10 source V_S se retrouve sur la tension grille V_G , mais cette dernière ne revient pas de suite à $0V$ en raison des capacités parasites de l'interrupteur principal Q2. Ainsi, pendant une très courte période on peut avoir V_{GS} supérieure à la tension seuil V_{Gsth} de l'interrupteur principal Q2. Par exemple on a $V_G = 2,5V$ et $V_S = 0V$. Ceci a pour conséquence de mettre en conduction l'interrupteur
 15 principal Q2. Ainsi, l'interrupteur principal Q2 risque de se fermer alors qu'il devrait rester ouvert.

Avec la diode anti-retour tertiaire D6, lorsqu'elle est bloquée, cela empêche la tension source V_S de se retrouver sur la tension grille V_G . On garantit ainsi que l'interrupteur principal Q2 reste ouvert. On évite ainsi que l'interrupteur
 20 principal Q2 ne se referme lorsqu'il est ouvert.

La diode anti-retour tertiaire D6 est bloquée lorsque la différence de potentiel $V_{AK} < V_{S6}$, avec V_{S6} la tension seuil de la diode anti-retour tertiaire D6. Dans un exemple non limitatif $V_{S6} = 0,6V$.

On notera que l'interrupteur principal Q2 s'ouvre lorsque l'interrupteur
 25 secondaire Q6 s'ouvre. Lorsque l'interrupteur secondaire Q6 s'ouvre, le nœud N5 illustré sur la figure 2a ou 2b est à $0V$ et lorsque la tension $V_S = 0V$ (lorsque les signaux DAT sont émis) de l'interrupteur principal Q2, on a la tension à l'anode A de la diode anti-retour tertiaire D6 $V_A = 0V$ et la tension à la cathode K de la diode anti-retour tertiaire D6 $V_K = 0V$ (la cathode K étant
 30 reliée à la source S). Ceci a pour conséquence que la diode anti-retour tertiaire D6 est bloquée.

- Module fonctionnel

Le module fonctionnel 11 est relié à la première interface de connexion I12 et à la deuxième interface de connexion I48 via respectivement le connecteur BN12 et via le connecteur BN48 vu précédemment. Il peut être ainsi alimenté
 5 par les deux tensions différentes U1 et U2 fournit respectivement par les deux réseaux G12 et G48.

Le module fonctionnel 11 est également relié à la masse commune GND via le connecteur BN48.

Un nœud électrique N1, dit premier nœud, relie le module fonctionnel 11 à la
 10 première interface de connexion I12 via un fil de connexion électrique et à la troisième interface de connexion ILW via l'interrupteur secondaire Q6 et l'interrupteur principal Q2 décrits plus loin.

Le module fonctionnel 11 comprend un module de pilotage DLW décrit plus loin (appelé en anglais « electronic driver »).

15 Un nœud électrique N2, dit deuxième nœud, relie le module fonctionnel 11, en particulier son module de pilotage DLW, et l'interrupteur principal Q2 via la ligne de communication LLW.

Un nœud électrique N3, dit troisième nœud, relie le module fonctionnel 11 et le premier module de protection 10 au niveau de la masse commune GND.

20 Le troisième nœud N3 est ainsi relié à la masse commune GND via ledit module fonctionnel 11.

Dans la suite de la description, un nœud électrique est également appelé nœud.

Lorsqu'un court-circuit CC apparaît dans le deuxième réseau
 25 d'alimentation électrique G48 qui engendre une surtension USS, le module fonctionnel 11 monte jusqu'au potentiel de 48V.

Cela implique une surtension USS au niveau des nœuds électriques N1, N2 et N3 qui peut monter jusqu'à 48V. On notera que la surtension USS peut arriver sur un, deux, ou l'ensemble de ces nœuds N1, N2, N3.

30 Au niveau du premier nœud N1, une différence de potentiel de 48V-12V apparaît (entre le premier nœud N1 et la première interface de

connexion I12) qui entraîne l'apparition du courant i_1 (illustré sur la figure 3) circulant du module fonctionnel 11 vers la première interface de connexion I12 qui risque d'endommager la première interface de connexion I12. La diode anti-retour principale D8 (décrite plus loin) empêche un tel courant i_1 de circuler et protège ainsi la première interface de connexion I12. Cette dernière n'est ainsi pas endommagée.

Au niveau du deuxième nœud N2, du côté du drain D de l'interrupteur principal Q2 décrit plus loin, une différence de potentiel de 48V-0V ou 48V-12V (entre le deuxième nœud N2 et la troisième interface de connexion ILW) apparaît qui entraîne l'apparition d'un courant i_2 (illustré sur la figure 3) circulant du module de pilotage DLW vers le bus de communication BLW (via la troisième interface de connexion ILW) qui risque de l'endommager ainsi que la troisième interface de connexion ILW. Le premier module de protection 10 (en particulier la diode de protection D1) décrit plus loin et l'interrupteur principal Q2 empêchent un tel courant i_2 de circuler et protège ainsi le bus de communication BLW et la troisième interface de connexion ILW. Ces derniers ne sont ainsi pas endommagés.

Au niveau du troisième nœud N3, une différence de potentiel de 48V-12V apparaît (entre le troisième nœud N3 et la première interface de connexion I12) qui entraîne l'apparition du courant i_3 (illustré sur la figure 3) circulant du module fonctionnel 11 vers la première interface de connexion I12 qui risque d'endommager la première interface de connexion I12.

Au niveau du troisième nœud N3, une différence de potentiel de 48V-0V entre ce troisième nœud N3 et le bus de communication BLW (tout le module fonctionnel 11 étant monté jusqu'au potentiel de 48V) qui entraîne la création d'un courant i_3 (illustré sur la figure 3) entre ledit troisième nœud N3 et ledit bus de communication BLW. Le premier module de protection 10 (en particulier la diode anti-retour secondaire D11) décrit plus loin empêche un tel courant i_3 de circuler et protège ainsi le bus de communication BLW et la troisième interface de connexion ILW. Ces derniers ne sont ainsi pas endommagés.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 est un dispositif de chauffage électrique additionnel. Dans ce cas, le module fonctionnel 11 comprend au moins un élément chauffant résistif 110 (illustré sur la figure 1 et 3) et au moins un élément de pilotage 111 (illustré sur la figure 1 et 3) associé pour piloter le courant dans ledit au moins un élément chauffant résistif 110.

Ledit élément chauffant résistif 110 est relié à la deuxième interface de connexion I48 et ledit élément de pilotage associé 111 est relié à la première interface de connexion I12. Ainsi dans l'exemple non limitatif pris, l'élément de pilotage 111 est alimenté par la tension U1 faible puissance de 12V et l'élément chauffant résistif 110 est alimenté par la tension U2 forte puissance de 48V.

Dans un exemple non limitatif, l'élément chauffant résistif 110 est une résistance chauffante.

Dans un autre exemple non limitatif, l'élément chauffant résistif 110 est une piste résistive.

Dans les deux exemples non limitatifs, la chaleur produite par l'élément chauffant résistif 110 est transmise via un conduit de circulation d'un fluide (non illustré) audit fluide qui peut ainsi être chauffé

De tels dispositifs de chauffage électriques étant connus de l'homme du métier, ils ne sont pas décrits en détail ici.

Dans un mode de réalisation non limitatif, un élément de pilotage 111 comprend un composant électronique tel qu'un interrupteur, qui est dans un exemple non limitatif, un MOSFET. Il permet de piloter le courant qui alimente un élément chauffant résistif 110. Le pilotage du courant dans des éléments chauffants résistifs étant connu de l'homme du métier, il n'est pas décrit ici. Classiquement, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend une pluralité d'éléments de pilotage. Un élément de pilotage 111 coopère avec un module de pilotage DLW du module fonctionnel 11 qui lui envoie des signaux DAT. Un module de pilotage DLW peut piloter un ou plusieurs éléments de pilotage 111.

Le module de pilotage DLW est décrit ci-après.

○ Module de pilotage

Tel qu'illustré sur les figures 1 à 6 sur lesquelles est illustré schématiquement le module de pilotage DLW, le module de pilotage DLW comprend un interrupteur Q8 en série avec une résistance de tirage R8. Il est connecté à l'interrupteur principal Q2 du dispositif de chauffage électrique 1.

Le module de pilotage DLW est décrit ci-après en référence aux figures 5 et 6 dans son mode de fonctionnement lorsque :

- il n'existe pas de court-circuit dans le deuxième réseau d'alimentation électrique G48 et donc lorsqu'il n'existe pas de surtension USS;
- la masse commune GND n'est pas perdue.

Par souci de simplification, le mode de fonctionnement est décrit avec un bus de communication BLW bidirectionnel.

Le module de pilotage DLW est adapté pour être alimenté en tension par le premier réseau d'alimentation électrique G12. Il est ainsi relié au premier réseau d'alimentation électrique G12 et à la masse commune GND via le module fonctionnel 11. Il est relié au premier réseau G12 via sa résistance de tirage R8 et à la masse commune GND via son interrupteur Q8.

Le module de pilotage DLW est adapté pour recevoir et/ou émettre des signaux DAT via le bus de communication BLW. Il transmet les signaux reçus DAT à l'élément de pilotage 111 du module fonctionnel 11, ledit élément de pilotage 111 interprétant ces signaux DAT de sorte à piloter les éléments chauffants résistifs 110.

Dans un mode de réalisation non limitatif, ledit dispositif de chauffage électrique 1 est adapté pour fonctionner en mode esclave, il forme un module esclave. Tel qu'illustré sur les figures 5 et 6, le module de pilotage DLW est adapté pour recevoir et émettre des signaux DAT sur le bus de communication BLW de et vers un dispositif électronique externe 2 appelé module maître.

Dans un mode de réalisation non limitatif, les signaux DAT sont des signaux de logique basse. Dans un exemple non limitatif, les signaux DAT de logique basse sont des signaux à 0V. On notera que dans le cas du protocole LIN, les signaux de logique basse sont des signaux dits dominants.

5 Lorsque l'interrupteur Q8 est ouvert (figure 5), la résistance de tirage R8 amène le drain D de l'interrupteur principal Q2 du module esclave 1 à 12V. Lorsque l'interrupteur Q8 est fermé (figure 6), l'interrupteur amène le drain D de l'interrupteur principal Q2 du module esclave 1 à la masse commune GND.

10 Le dispositif électronique externe 2 fonctionne en mode maître et comprend un interrupteur Q9 et une résistance de tirage R9. Le module maître 2 est alimenté par une tension faible puissance.

Le module maître 2 est relié au deuxième réseau d'alimentation électrique G12 via sa résistance de tirage R9 et à la masse commune GND via sont
15 interrupteur Q9.

Lorsque l'interrupteur Q9 est ouvert (figure 6), la résistance de tirage R9 amène le bus de communication BLW à 12V ce qui entraîne que la source S de l'interrupteur principal Q2 du module esclave 1 est à 12V. Lorsque l'interrupteur Q9 est fermé (figure 5), l'interrupteur amène le bus de
20 communication BLW à la masse ce qui entraîne que la source S de l'interrupteur Q2 du module esclave 1 est à 0V.

On notera que par défaut (à savoir lorsque le dispositif de chauffage électrique 1 est alimenté ou non) les interrupteurs Q8 et Q9 sont ouverts. Cela correspond donc à leur état initial. Le protocole LIN et le fonctionnement
25 maître-esclave évite qu'ils ne se ferment en même temps. On notera que pour le protocole PWM qui est unidirectionnel, il n'est pas possible d'avoir de telles collisions.

Un module esclave 1 et le module maître 2 forment un réseau de communication NLW. Dans un mode de réalisation non limitatif, le réseau de
30 communication NLW peut comporter une pluralité de modules esclaves 1.

Dans un mode de réalisation non limitatif, les interrupteurs Q8 et Q9 sont des interrupteurs NPN.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le module maître 2 est le contrôle moteur ECU du véhicule automobile ou encore un dispositif électronique relié à la planche de bord du véhicule automobile.

Dans ce cas, les signaux DAT sont dans un exemple non limitatif :

- des consignes de puissance de chauffe envoyées du module maître 2 au dispositif de chauffage électrique 1 ; et
- des informations de diagnostic envoyées au du module maître 2 par le dispositif de chauffage électrique 1. Dans des exemples non limitatifs, ces informations indiquent des courts-circuits, des surtensions, des sous-tensions, des sur-températures, des équipements défaillants, la consommation électrique du dispositif de chauffage électrique 1 etc.

Tel qu'illustré sur les figures 5 et 6, le module maître 2 est alimenté par une tension de 12V dans l'exemple non limitatif pris illustré sur les figures 5 et 6.

La figure 5 illustre l'envoi de signaux DAT du module maître 2 vers le dispositif de chauffage électrique 1 et la figure 6 illustre l'envoi de signaux DAT du dispositif de chauffage électrique 1 vers le module maître 2.

Lorsque le module maître 2 communique avec le module esclave 1, il lui envoie des signaux DAT. A cet effet, l'interrupteur Q9 commute de sorte que des signaux 0V (correspondant à un signal logique 0) ou 12V (correspondant à un signal logique 1) sont envoyés sur le bus de communication BLW vers le module esclave 1. Quand l'interrupteur Q9 se ferme, un signal logique 0 est envoyé, quand l'interrupteur Q9 s'ouvre, un signal logique 1 est envoyé. L'interrupteur Q8 lui reste toujours ouvert.

Lorsque le module esclave 1 répond au module maître 2, l'interrupteur Q8 commute de sorte que des signaux 0V (correspondant à un signal logique 0) ou 12V (correspondant à un signal logique 1) sont envoyés sur le bus de communication BLW vers le module maître 2. Quand l'interrupteur Q8 se

ferme, un signal logique 0 est envoyé, quand l'interrupteur Q9 s'ouvre, un signal logique 1 est envoyé. L'interrupteur Q9 lui reste toujours ouvert.

Ainsi, tel qu'illustré sur la figure 5, quand le module maître 2 envoie des signaux DAT au dispositif de chauffage électrique 1, il impose un zéro sur le bus de communication BLW (dans le cas où les signaux DAT sont de logique basse), ce dernier étant alors au potentiel de masse GND. A cet effet, il ferme son interrupteur Q9. Sur la source S, il y a donc 0V et sur la grille 12V (puisque l'interrupteur principal Q2 reçoit sur sa grille G 12V de la première interface de connexion I12). La tension Vgs de l'interrupteur principal Q2 est donc égale à 12V (et donc supérieure à une tension seuil Vgsth) ce qui entraîne que ledit interrupteur principal Q2 est fermé. Les signaux DAT arrivent donc bien à l'entrée du module de pilotage DLW.

Tel qu'illustré sur la figure 6, quand le module esclave, ici le dispositif de chauffage électrique 1, envoie des signaux DAT au module maître 2, il impose un zéro (dans le cas où les signaux DAT sont de logique basse) sur le drain D de l'interrupteur principal Q2. A cet effet, le module esclave 1 ferme son interrupteur Q8. L'interrupteur Q8 est fermé, le drain D est au potentiel de masse GND, soit à 0V.

On notera que le réseau de communication NLW comporte un module maître 2 et peut comporter une pluralité de modules esclaves 1 dont au moins un module esclave est alimenté par le premier réseau d'alimentation électrique G12 et le deuxième réseau d'alimentation électrique G48. Les autres modules esclaves 1 peuvent être alimentés de la même manière ou uniquement par le premier réseau d'alimentation G12.

On notera que le bus de communication BLW permet d'acheminer des signaux DAT du module maître 2 vers l'ensemble des modules esclaves 1. Ainsi, si un court-circuit CC survient qui engendre une surtension USS sur le dispositif de chauffage électrique 1 décrit ci-dessus qui est un module esclave, il se déconnecte du réseau de communication NLW grâce au premier module de protection 10, mais le module maître 2 et les autres modules esclaves 1 continuent de fonctionner sans être perturbés par le

module esclave défaillant (celui qui a subi une surtension). Le réseau de communication NLW est ainsi protégé d'une surtension USS sur un de ses modules esclaves 1.

Ainsi, en protégeant le bus de communication BLW, on protège également les autres modules esclaves 1 qui n'ont pas subi de surtension USS.

Ainsi, le premier module de protection 10 empêche :

- la destruction des autres modules esclaves 1 ; ou
- la perturbation de la communication entre les autres modules esclaves et le module maître 2.

○ Diode de roue libre D2

On notera que tel qu'illustré sur les figures 5 et 6, dans un mode de réalisation non limitatif, l'interrupteur principal Q2 comprend une diode de roue libre D2 (appelée en anglais « body diode »).

La diode de roue libre D2 est adaptée pour garantir la fermeture de l'interrupteur principal Q2.

La diode de roue libre D2 est disposée entre le drain D et la source S de l'interrupteur principal Q2.

Lorsque le drain D est à 0V, la diode de roue libre D2 devient passante.

On rappelle qu'une diode de roue libre est passante lorsque la tension V_{AK} égale à la différence de potentiel entre V_A son anode A et V_K sa cathode K est supérieure à une tension seuil $VS2$ (donnée par le fabricant). Dans un exemple non limitatif, $VS2 = 0,6V$.

Ainsi, lorsque le drain D est à 0V, la tension V_K est à 0V. Par ailleurs, V_A est à 12V puisqu'avant que l'interrupteur Q2 ne se ferme, la source de l'interrupteur principal Q2 était à 12V (grâce à la résistance de tirage R9 vue précédemment). Ainsi, on a V_{AK} qui est égale à 12V, soit supérieure à 0,6V.

La diode de roue libre D2 lorsqu'elle est passante impose 0.6V sur la source S de l'interrupteur principal Q2, et fait monter la tension V_{gs} de 0V (lorsque Q2 est ouvert, $V_{gs}=0V$) à 11,4V (12V-0.6V). Cette valeur de tension V_{gs} est suffisante pour que l'interrupteur principal Q2 se ferme. Lorsqu'il se ferme, il

relie sa tension drain D à sa source S de sorte que V_{ds} est sensiblement égal à 0V (à une résistance parasite R_{dson} près) et la tension V_{gs} est sensiblement égale à 12V. Ainsi les signaux DAT à 0V arrivent bien à l'entrée du module maître 2.

- 5 La diode de roue libre D2 permet ainsi de fermer correctement l'interrupteur principal Q2. Dans le cas contraire, la source S resterait au potentiel de 12V et la grille étant à 12V, on aurait $V_{gs} < V_{gsth}$ et ledit interrupteur principal Q2 demeurerait ouvert. On rappelle que dans un exemple non limitatif, $V_{gsth}=2V$.

- 10 On notera que lorsque l'interrupteur principal Q2 est ouvert (état bloqué) (par exemple lors d'une surtension USS ou d'une perte de masse commune GND comme décrit ci-après), il n'est pas piloté et on a $V_{gs} < V_{gsth}$ soit $V_{gs}=0V$ dans un exemple non limitatif et $V_{AK} \neq 0V$ (V_{KAK} peut monter jusqu'à 48V) et la diode de roue libre D2 revient dans un état bloqué.

- 15 On notera que la diode de roue libre D2 n'est pas détruite par cette forte tension puisque la tension de claquage de l'interrupteur principal Q2 est supérieure à 48V.

- On notera que s'il n'y pas de surtension USS, et lorsque les interrupteurs Q8 et Q9 sont ouverts (par défaut), la grille G et la source S de l'interrupteur principal Q2 sont à 12V, on a $V_{gs}=0V$. L'interrupteur principal Q2 est alors ouvert. De même, si la masse commune GND est correctement connectée et les interrupteurs Q8 et Q9 sont ouverts (par défaut), la grille G et la source S de l'interrupteur principal Q2 sont à 12V, on a $V_{gs}=0V$. L'interrupteur principal Q2 est alors ouvert.
- 20

- 25 • Diode anti-retour principale D8

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend une diode anti-retour principale D8.

- La diode anti-retour principale D8 est adaptée pour empêcher un courant de circuler vers le premier réseau d'alimentation électrique G12 lorsque l'interrupteur principal Q2 est ouvert. Elle assure la protection de l'interrupteur secondaire Q6 lors d'un court-circuit CC.
- 30

La diode anti-retour principale D8 est disposée entre le module fonctionnel 11 et la première interface de connexion I12, et en particulier entre le premier nœud électrique N1 et la première interface de connexion I12. Plus particulièrement, sa cathode K est reliée au module fonctionnel 11 et son anode A est reliée à la première interface de connexion I12.

Quand il existe un court-circuit CC qui engendre une surtension USS, le premier nœud N1 monte jusqu'au potentiel de 48V.

Il existe ainsi une différence de potentiel entre le premier nœud N1 et la première interface de connexion I12 qui entraîne la création d'un courant i_1 (illustré sur la figure 3) entre ledit premier nœud N1 et ladite première interface de connexion I12. En effet, dans ce cas, le premier nœud N1 se trouve au potentiel de 48V (tout le module fonctionnel 11 étant monté jusqu'au potentiel de 48V) tandis que la première interface de connexion I12 est au potentiel de 12V puisque reliée au premier réseau G12 de 12V.

La diode anti-retour principale D8 est adaptée pour empêcher un tel courant i_1 de circuler depuis le deuxième réseau d'alimentation électrique G48 via le premier nœud N1 vers le premier réseau d'alimentation électrique G12 via la première interface de connexion I12.

La diode anti-retour principale D8 empêche le courant i_1 de passer lorsqu'elle est dans un état bloqué.

La diode anti-retour principale D8 est dans un état bloqué quand la tension V_{AK} qui est égale à la différence de potentiel V_A à son anode A et V_K à sa cathode K est inférieure à sa tension seuil $VS8$ (donnée par le fabricant).

Dans un exemple non limitatif, $VS8 = 0,6V$. On a une telle différence lorsqu'il existe un court circuit CC qui engendre une surtension USS sur le nœud N1. En effet, dans ce cas, on a $V_A = 12V$ (puisque reliée à I12) et $V_K = 48V$ (le premier nœud N1 étant au potentiel de 48V). On a donc V_{AK} négative et donc $V_{AK} < VS8$.

Ainsi, la première interface de connexion I12 est protégée contre tout court-circuit CC provenant du deuxième réseau G48 et donc contre toute surtension USS.

On notera que la diode anti-retour principale D8 est passante lorsque
 5 $V_{AK} \geq VS8$. On obtient ceci lorsqu'il n'existe pas de court circuit CC et donc de surtension USS sur le premier nœud N1. En effet, dans ce cas, on a $V_A = 12V$ (puisque reliée à I12) et $V_k = 12 - 0,6V$, ce qui donne bien $V_{AK} \geq VS8$.

Le même raisonnement s'applique quand la masse GND est perdue.
 En effet, quand la masse commune GND est perdue tel qu'illustré sur la
 10 figure 4, le câble de masse CX ayant été sectionné, le premier nœud N1 devient flottant, car il n'est plus relié à la masse commune GND. Il monte donc jusqu'au potentiel 48V.

On notera que la tension V_{AK} est inférieure à la tension seuil VS8 (D8 est bloquée) lorsque la masse commune GND est perdue. En effet, dans ce cas,
 15 on a $V_A = 12V$ et $V_K = 48V$ (le premier nœud N1 étant au potentiel de 48V). On a donc V_{AK} négative et donc $V_{AK} \leq VS8$.

Par ailleurs, $V_{AK} \geq VS8$ (D8 est passante) lorsque la masse commune GND n'est pas perdue. En effet, dans ce cas, on a $V_A = 12V$ et $V_k = 12 - 0,6V$.

On notera que la diode anti-retour principale D8 permet aussi de
 20 protéger la batterie reliée au premier réseau G12 contre une montée de potentiel. En effet, dans cette diode anti-retour principale D8, en cas de surtension USS ou de perte de masse commune, le potentiel 48V risque de se retrouver sur la batterie 12V ce qui endommagerait non seulement ladite batterie, mais également les autres éléments électroniques du véhicule
 25 automobile qui sont alimentés par ladite batterie.

- Premier module de protection 10

Le premier module de protection 10 est illustré en détail à la figure 2a.

Le premier module de protection 10 est adapté pour isoler le premier réseau d'alimentation électrique G12 et le bus de communication BLW du deuxième
 30 réseau d'alimentation électrique G48 lorsqu'il y a une surtension USS entre le

module fonctionnel 11 et la première interface de connexion I12 et la troisième interface de connexion ILW.

Une telle surtension USS se retrouve sur le premier nœud N1, sur le deuxième nœud N2 et sur le troisième nœud N3.

- 5 On rappelle qu'une surtension USS existe lorsque la tension entre le module fonctionnel 11 et les première et troisième interfaces de connexion I12, ILW est supérieure à la tension U1 fournie par le premier réseau d'alimentation G12.

10 Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier module de protection 10 comprend :

- un module de détection de surtension 100 comprenant :
 - une diode de protection D1 ;
 - un premier interrupteur de protection Q1 adapté pour se fermer lorsque la diode de protection D1 devient passante ;
- 15 - un interrupteur secondaire Q6 adapté pour s'ouvrir lorsqu'il existe une telle surtension USS de sorte à ouvrir l'interrupteur de puissance principal Q2 ;
- un deuxième interrupteur de protection Q4 adapté pour s'ouvrir lorsque le premier interrupteur de protection Q1 se ferme de sorte à ouvrir
- 20 l'interrupteur secondaire Q6.

Les différents éléments du module de protection 10 sont décrits en détail ci-après.

○ Module de détection de surtension 100

- 25 Le module de détection de surtension 100 est illustré en détail sur la figure 2a.

▪ Diode de protection D1

- La diode de protection D1 est disposée entre l'interrupteur principal Q2 et le deuxième interrupteur de protection Q4. Sa cathode K est reliée au drain D
- 30 de l'interrupteur principal Q2 et son anode A est reliée à la base B du deuxième interrupteur de protection Q4 et à la masse commune GND via

Dans un mode de réalisation non limitatif, la diode de protection D1 comprend une tension seuil VS1 supérieure à la tension U1 fournie par le premier réseau d'alimentation électrique G12, à savoir supérieure à 12Volts.

La diode de protection D1 est passante lorsque $V_{AK} \geq -V_{S1}$.

Lorsqu'il existe un court-circuit CC dans le deuxième réseau d'alimentation électrique G48 qui engendre une surtension USS, la tension U10 (illustrée sur les figures 2 et 3) sur le deuxième nœud N2 et donc sur la ligne de communication LLW est égale à la surtension USS engendrée par le court-circuit CC et est donc supérieure à la tension U1 (égale à 12V dans l'exemple non limitatif pris). On a donc $V_K = U_{10}$ et $V_A = 0V$ (car l'anode est connectée à la masse commune GND via la résistance R1). On a donc $V_{KA} = U_{10}$ et donc $V_{KA} \geq 22V$. On a ainsi un courant i_{KA} qui circule de la cathode K vers l'anode A de la diode de protection D1. La diode de protection D1 devient ainsi passante.

Dans un mode de réalisation non limitatif, la diode de protection D1 est une diode Zener. Ainsi, si la tension U_{10} devient supérieure ou égale à cette tension V_{S1} , la diode Zener D1 écrête ladite tension U_{10} de sorte qu'elle soit égale à la tension seuil V_{S1} .

Lorsque la diode de protection D1 est passante, cela entraîne la fermeture du premier interrupteur de protection Q1, car ce dernier est dans ce cas alimenté par la tension U10. Dans ce cas, on a en effet la tension sur la base $B V_B = U10$ (écrêtée), la tension sur l'émetteur $E V_E = 0V$, car l'émetteur E est relié à la masse commune GND, et donc $V_{BE} = U10$ (écrêtée), qui est supérieure à la tension seuil de conduction de la diode de protection D1.

On notera que le temps de détection d'une surtension USS est de l'ordre de la microseconde.

- Premier interrupteur de protection Q1

Le premier interrupteur de protection Q1 est connecté au deuxième

interrupteur de protection Q4.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier interrupteur de protection Q1 est un transistor bipolaire. Dans une variante de réalisation non limitative, le transistor bipolaire Q1 est de type NPN. Son collecteur C
5 est relié à la base B du deuxième interrupteur de protection Q4. Le nœud N7 illustré sur la figure 2a forme la connexion entre la base B du deuxième interrupteur de protection Q4, le collecteur C du premier interrupteur de protection Q1 et une résistance R3 illustrée sur la figure 2a.

Par ailleurs, son émetteur E est relié à la masse commune GND, et sa base
10 B est reliée à la diode de protection D1 et à la résistance R1 (décrite plus loin).

La résistance R3 permet d'appliquer sur le collecteur C du premier interrupteur de protection Q1 la première tension U1, à savoir 12V.

Par défaut, le premier interrupteur de protection Q1 est ouvert.

15 Lorsque le premier interrupteur de protection Q1 est ouvert, la base B du deuxième interrupteur de protection Q4 est reliée à 12V via une résistance R3. La résistance R3 ramène en effet le potentiel 12V sur la base B du deuxième interrupteur de protection Q4. La résistance R3 permet de piloter le deuxième interrupteur de protection Q4 et permet ainsi de maintenir le
20 deuxième interrupteur de protection Q4 fermé.

Lorsque le premier interrupteur de protection Q1 se ferme, son émetteur E se retrouve à la masse commune GND et le nœud N7 est par conséquent relié à la masse commune GND. La base B du deuxième interrupteur de protection Q4 est alors reliée à la masse commune GND.
25 Cela a pour conséquence qu'il n'existe plus de courant circulant Ib4 dans le deuxième interrupteur de protection Q4. Ce dernier s'ouvre donc. Il n'est plus piloté par la résistance R3.

On notera que le premier interrupteur de protection Q1 comprend une résistance interne entre sa base B et son émetteur E et une résistance
30 interne de base B. Ces résistances internes permettent de fermer le premier interrupteur de protection Q1 lorsque la diode de protection D1 devient

passante. On notera que le fait d'utiliser des résistances de rappel interne permet un gain de place.

On rappelle que le premier interrupteur de protection Q1 se ferme lorsqu'il existe un court-circuit CC et donc une surtension USS comme vu
5 précédemment.

▪ Résistance R1

Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier module de protection 10 comprend en outre une résistance R1.

La résistance R1 est reliée à la masse commune GND et à la diode de protection D1 vue précédemment.
10

La résistance R1 est adaptée pour faire fonctionner la diode de protection D1 de sorte à piloter le premier interrupteur de protection Q1 au travers de ses résistances internes. La résistance R1 permet à un courant de traverser la diode de protection D1. En effet, comme vu précédemment, lorsqu'il existe
15 un court-circuit CC, on a une différence de potentiel aux bornes de la diode de protection D1, avec $V_K = U_{10}$ écrêtée et $V_A = 0V$. Grâce à la résistance R1, on a ainsi un courant i_{KA} qui circule de la cathode K vers l'anode A de la diode de protection D1. La diode de protection D1 devient ainsi bien passante.

On notera que la tension aux bornes de la résistance R1 est la tension écrêtée U1 vue précédemment. Dans un exemple non limitatif, le courant (non illustré) passant par la résistance R1 et donc par la diode de protection D1 est de l'ordre du milliampère.
20

○ Deuxième interrupteur de protection Q4

25 Le deuxième interrupteur de protection Q4 est adapté pour s'ouvrir :

- lors d'une surtension USS ; ou
- lors de la perte de la masse commune GND

de sorte à ouvrir l'interrupteur secondaire Q6.

Le deuxième interrupteur de protection Q4 est relié au premier réseau d'alimentation électrique G12 via la résistance R3.
30

La résistance R3 est ainsi adaptée pour piloter le deuxième interrupteur de

protection Q4. La résistance R3 est adaptée pour limiter un courant qui pourrait circuler entre le premier réseau d'alimentation électrique G12 et la base B du deuxième interrupteur de protection Q4 dans le cas où le premier interrupteur de protection Q1 se fermerait. En effet, dans ce cas, sans

5 résistance R3, entre le premier réseau d'alimentation électrique G12 et la masse commune GND, on aurait un court-circuit qui engendrerait un courant dans le deuxième interrupteur de protection Q4 de quelques milliers d'ampères. Ledit deuxième interrupteur de protection Q4 ne pourrait supporter un courant si fort. La résistance R3 permet ainsi de protéger ledit

10 deuxième interrupteur de protection Q4 en limitant le courant circulant dans sa base B, référencé Ib4. La résistance R3 est ainsi dimensionnée pour avoir un courant Ib4 de base B adapté au deuxième interrupteur de protection Q4. De même, la résistance R3 est adaptée pour limiter un courant qui pourrait circuler entre le premier réseau d'alimentation électrique G12 et la base B du

15 premier interrupteur de protection Q1. La résistance R3 est une résistance dite de « pull-up ».

Le deuxième interrupteur de protection Q4 est disposé entre le premier interrupteur de protection Q1 et l'interrupteur secondaire Q6.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le deuxième interrupteur de

20 protection Q4 est un transistor bipolaire. Dans une variante de réalisation non limitative, le transistor bipolaire Q4 est de type NPN. Son collecteur C est relié à la résistance de base R14 (décrite plus loin), son émetteur E est relié à la masse commune GND (via la diode anti-retour secondaire D11 décrite plus loin), sa base B est reliée au collecteur C du premier interrupteur

25 de protection Q1.

Le troisième nœud N3 relie en particulier le module fonctionnel 11 et le deuxième interrupteur de protection Q4.

Le deuxième interrupteur de protection Q4 est par défaut fermé. Lorsqu'il est fermé, le deuxième interrupteur de protection Q4 est piloté par la

30 résistance R3. Le deuxième interrupteur de protection Q4 comporte en outre une résistance de rappel interne (illustrée mais non référencée) située entre

sa base B et son émetteur E et une résistance de rappel interne située entre la résistance R3 et sa base B. Ces résistances de rappel internes avec la résistance R3 permettent d'appliquer sur l'émetteur E du deuxième interrupteur de protection Q4 la première tension U1, à savoir 12V.

- 5 Le fait d'utiliser des résistances de rappel interne permet un gain de place. Le deuxième interrupteur de protection Q4 est fermé lorsque le premier interrupteur de protection Q1 est ouvert comme vu précédemment. Le deuxième interrupteur de protection Q4 s'ouvre lorsque le premier interrupteur de protection Q1 se ferme comme vu précédemment.

- 10 Lorsqu'il y a un court-circuit CC, comme vu précédemment, une surtension USS est détectée par le module de détection de surtension 100 (en particulier la diode D1), ce qui entraîne la fermeture du premier interrupteur Q1. A ce moment, le deuxième interrupteur de protection Q4 s'ouvre, car il n'existe plus de courant Ib4 circulant dans le deuxième interrupteur de protection Q4 comme vu précédemment.

- 15 L'ouverture du deuxième interrupteur de protection Q4 entraîne que la résistance de base R14 (décrite plus loin) est déconnectée de la masse commune GND. La base B de l'interrupteur secondaire Q6 n'est plus connectée à la masse commune GND, elle devient flottante. Le potentiel 12V s'installe donc. En effet, grâce à la résistance de rappel secondaire R15 (décrite plus loin), la base B de l'interrupteur secondaire Q6 monte jusqu'à 12V. On obtient alors une différence de potentiel entre l'émetteur E et la base B qui est nulle $V_{BE} = 0$ (l'émetteur E de l'interrupteur secondaire Q6 étant au potentiel de 12V), ce qui a pour conséquence d'ouvrir l'interrupteur secondaire Q6.

- 25 Ainsi, lorsque le deuxième interrupteur de protection Q4 s'ouvre, il entraîne l'ouverture de l'interrupteur secondaire Q6, et par conséquent l'ouverture de Q2 (comme décrit plus loin) de sorte que le premier réseau d'alimentation électrique G12 et le bus de communication BLW sont déconnectés du deuxième réseau d'alimentation électrique G48. Ils ne seront plus perturbés par un court-circuit CC et donc par une surtension USS.
- 30

Lors de la perte de masse commune GND, l'émetteur E du deuxième interrupteur de protection Q4 est flottant. Dans ce cas, aucun courant ne peut passer dans l'émetteur E. Le courant i_{e4} (non illustré) dans l'émetteur E est donc nul. Comme on a $i_{e4}=i_{b4}+i_{c4}$ et que i_{b4} et i_{c4} (non illustré) ne peuvent pas être négatifs donc $i_{b4}=0$, le deuxième interrupteur de protection Q4 s'ouvre donc. L'ouverture du deuxième interrupteur de protection Q4 entraîne l'ouverture de l'interrupteur secondaire Q6, ce dernier entraînant l'ouverture de l'interrupteur principal Q2 comme décrit ci-après.

○ Interrupteur secondaire Q6

10 L'interrupteur secondaire Q6 est adapté pour s'ouvrir :

- lors d'une surtension USS ; ou
- lors de la perte de la masse commune GND

de sorte à ouvrir l'interrupteur principal Q2.

L'interrupteur secondaire Q6 est par défaut fermé.

15 Dans un mode de réalisation non limitatif, l'interrupteur secondaire Q6 est un transistor bipolaire. Dans une variante de réalisation non limitative, le transistor bipolaire Q6 est de type PNP. Sa base B est reliée au collecteur C du deuxième interrupteur de protection Q4, son émetteur E est connecté au premier réseau G12, et son collecteur C est connecté à la grille G de
20 l'interrupteur principal Q2.

Quand un court-circuit CC survient qui engendre une surtension USS, la base B de l'interrupteur secondaire Q6 est en circuit ouvert, le deuxième interrupteur de protection Q4 ayant été ouvert. La base B est flottante, car elle n'est plus connectée à la masse commune GND. On a alors le courant
25 de base i_{b6} (courant qui circule dans la base B de l'interrupteur secondaire Q6) égal à 0, ce qui entraîne que ce dernier s'ouvre. On dit qu'il est dans un état bloqué.

Quand un court-circuit CC survient qui engendre une surtension USS, le deuxième nœud N2 monte au potentiel 48V et une différence de potentiel,
30 ici de 48V-0V (des signaux DAT sont émis) apparaît ainsi sur le deuxième nœud N2 et sur le module de pilotage DLW, ce qui génère le courant i_2 qui

circule sur le bus de communication BLW via l'interrupteur principal Q2 si ce dernier est fermé et si des signaux DAT circulent sur le bus de communication BLW, lesdits signaux DAT étant à 0V comme décrit précédemment. Le module de pilotage DLW et le bus de communication

5 BLW ne supportent pas un tel courant i_2 et risquent donc d'être endommagés. L'interrupteur secondaire Q6 (qui s'est ouvert comme vu précédemment suite à la détection de la surtension USS par la diode de protection D1) permet d'ouvrir l'interrupteur principal Q2 et ainsi empêche un

10 tel courant i_2 de circuler dans le bus de communication BLW (via la troisième interface de connexion ILW). Ce dernier est ainsi protégé ainsi que la troisième interface de connexion ILW.

En effet, quand l'interrupteur secondaire Q6 s'ouvre, l'interrupteur principal Q2, en particulier sa grille G (connectée au collecteur C de l'interrupteur secondaire Q6) dans l'exemple non limitatif du MOSFET, n'est plus

15 alimentée par la tension U1, à savoir 12V, et donc le potentiel de la grille G est égal à 0V. En effet, la diode anti-retour tertiaire D6 empêche la résistance de rappel principale R7 de laisser une tension passer de la source S à la grille G.

Comme la source S de l'interrupteur principal Q2 est soit au potentiel de 12V

20 soit au potentiel de 0V en fonction de la commutation des interrupteurs Q8, Q9 décrit précédemment, on a $V_{GS} = -12V$ ou $V_{GS} = 0V$, ce qui ne permet pas la fermeture de l'interrupteur principal Q2, car V_{GS} est inférieure à la tension seuil V_{gsth} de l'interrupteur principal Q2 qui est de 2V dans un exemple non limitatif. L'interrupteur principal Q2 s'ouvre donc.

25 Ainsi, il n'existe plus de différence de potentiel au niveau du module de pilotage DLW, et donc de courant i_2 qui circule sur le bus de communication BLW. La troisième interface de connexion ILW, le bus de communication BLW sont ainsi protégés. En ouvrant l'interrupteur principal Q2 lors d'un court-circuit CC et donc lors d'une surtension USS, on a ainsi déconnecté le

30 deuxième réseau G48 du bus de communication BLW.

Lors d'une perte de masse commune GND, le deuxième interrupteur

de protection Q4 s'ouvre comme vu précédemment, ce qui entraîne l'ouverture de l'interrupteur secondaire Q6, il est dans un état bloqué. Lorsque l'interrupteur secondaire Q6 s'ouvre, cela permet d'ouvrir l'interrupteur principal Q2. En ouvrant l'interrupteur principal Q2 lors de la

5 perte de masse commune GND, on a ainsi déconnecté le deuxième réseau G48 du bus de communication BLW.

- Résistance de rappel principale R7

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une résistance de rappel principale R7.

10 La résistance de rappel R7 est adaptée pour garantir l'ouverture de l'interrupteur principal Q2 lorsque ledit interrupteur principal Q2 doit s'ouvrir (lors d'une surtension USS ou lors d'une perte de masse commune GND).

La résistance de rappel principale R7 est reliée à la cathode K de la diode anti-retour tertiaire D6 et à la source S du transistor MOSFET Q2.

15 On rappelle qu'une résistance de rappel permet d'initialiser l'état de la grille G d'un interrupteur.

Par défaut, le niveau de commande appliqué (à savoir la valeur de la tension appliquée) à la grille G de l'interrupteur principal Q2 est indéterminé (la grille ne voit ni la tension 12V ni 0V). Il est dans un état flottant, et pourrait forcer

20 celui-ci à entrer en conduction, soit totalement (avec risque de fonctionnement erratique du dispositif de chauffage électrique 1), soit partiellement (avec risque de destruction de l'interrupteur principal Q2).

Lorsque le dispositif de chauffage électrique 1 est alimenté, et qu'il n'y a pas de défaut tel qu'un court-circuit CC ou une perte de masse commune

25 GND, le potentiel de la grille G de l'interrupteur principal Q2 est de 12V, car l'interrupteur secondaire Q6 est fermé. Lorsque l'interrupteur secondaire Q6 est fermé, le nœud N4 (ainsi que le nœud N5) illustré sur la figure 2a est au potentiel de la tension U1, à savoir 12V dans l'exemple.

Lorsque l'interrupteur secondaire Q6 s'ouvre (en raison d'une

30 surtension USS ou d'une perte de masse commune GND), l'interrupteur principal Q2 s'ouvre. Le nœud N4 correspond à la tension grille V_G de

l'interrupteur principal Q2. Le nœud N4 (ainsi que le nœud N5) devient flottant. Il existe donc une différence de potentiel entre la source S (qui est à 0V du fait des signaux DAT) de l'interrupteur principal Q2 et le nœud N4, soit la grille G de l'interrupteur principal Q2. Cette différence de potentiel engendre un courant (non illustré) qui va circuler dans la diode anti-retour tertiaire D6 et la résistance de rappel principale R7 et va aller vers la source S et le fusible auto-réarmable R6. Le nœud N4 (ainsi que le nœud N5) va ainsi descendre jusqu'au potentiel 0V de la source S. La résistance de rappel R7 permet au nœud N4 et donc à la grille G de l'interrupteur principal Q2 d'être à 0V rapidement. On aura ainsi la tension V_{gs} à 0V ce qui garantit l'ouverture de l'interrupteur principal Q2. La résistance de rappel principale R7 est une résistance dite de « pull-up ».

- Résistance de rappel secondaire R15

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une résistance de rappel secondaire R15.

La résistance de rappel secondaire R15 est adaptée pour garantir l'ouverture de l'interrupteur secondaire Q6 lorsque ledit interrupteur secondaire Q6 doit s'ouvrir (lors d'une surtension USS ou lors d'une perte de masse commune GND).

La résistance de rappel secondaire R15 est reliée à la base B et à l'émetteur E du transistor bipolaire Q6.

La résistance de rappel secondaire R15 permet de piloter l'interrupteur secondaire Q6 à l'ouverture lorsque sa base B est flottante, à savoir quand le deuxième interrupteur de protection Q4 s'ouvre comme décrit précédemment.

En effet, cette résistance de rappel secondaire R15 permet d'initialiser la tension V_{BE} de l'interrupteur secondaire Q6 à 0V (elle est donc par défaut à 0V) ce qui garantit l'ouverture de l'interrupteur secondaire Q6 lorsqu'il n'existe pas de courant I_{b6} circulant dans la base B dudit interrupteur secondaire Q6.

La résistance de rappel secondaire R15 est une résistance dite de « pull-

up ».

- Diode anti-retour secondaire D11

Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier module de protection 10 comprend en outre une diode anti-retour secondaire D11.

- 5 La diode anti-retour secondaire D11 est adaptée pour empêcher un courant i_3 de circuler dans le deuxième interrupteur de protection Q4. Elle assure ainsi la protection du deuxième interrupteur de protection Q4 lors d'un court-circuit CC.

La diode anti-retour secondaire D11 est disposée entre le module fonctionnel 10 11 et le deuxième interrupteur de protection Q4. Le troisième nœud N3 relie ainsi en particulier le module fonctionnel 11 et la diode anti-retour secondaire D11. La diode anti-retour secondaire D11 est reliée à la masse commune GND via le module fonctionnel 11.

En particulier, l'anode A de la diode anti-retour secondaire D11 est reliée à 15 l'émetteur E du deuxième interrupteur de protection Q4, et sa cathode K est reliée à la masse commune GND.

Lorsqu'il existe un court-circuit CC qui engendre une surtension USS, du point de vue de l'émetteur E du deuxième interrupteur de protection Q4, le nœud N3 monte jusqu'au potentiel de 48V (tout le module fonctionnel 11 20 étant monté jusqu'au potentiel de 48V), à savoir l'émetteur E se retrouve à 48V. Par conséquent, il existe donc une différence de potentiels de 48V-12V entre l'émetteur E du deuxième interrupteur de protection Q4 et sa base B, cette dernière étant à 12V (lorsque le premier interrupteur de protection Q1 est ouvert). Cela génère donc un courant I_3 qui se retrouve sur l'émetteur E 25 du deuxième interrupteur de protection Q4 et est trop grand pour le deuxième interrupteur de protection Q4.

Le deuxième interrupteur de protection Q4 risque alors de casser. Par conséquent la protection de l'interrupteur principal Q2 n'est plus assurée.

Il en est de même lorsque la masse commune GND est perdue.

La diode anti-retour secondaire D11 est adaptée pour empêcher un tel courant i_3 de circuler dans le deuxième interrupteur de protection Q4. Elle protège ainsi ledit deuxième interrupteur de protection Q4.

La diode anti-retour secondaire D11 empêche le courant i_3 de passer lorsqu'elle est dans un état bloqué.

A cet effet, la diode anti-retour secondaire D11 est dans un état bloqué quand la tension V_{AK} égale à la différence de potentiel V_A à son anode A et V_K à sa cathode K est inférieure à sa tension seuil V_{S11} (donnée par le fabricant). Dans un exemple non limitatif, $V_{S11} = 0,6V$. On a une telle différence lorsqu'il existe une surtension USS. En effet, dans ce cas, on a $V_A = 12V$ (la tension 12V étant appliquée sur l'émetteur E du deuxième interrupteur de protection Q4 via la résistance R3 et sa résistance de rappel interne située entre sa base B et son émetteur E, émetteur E relié à l'anode A de la diode anti-retour secondaire D11) et $V_K = 48V$ (le troisième nœud N3 étant monté jusqu'au potentiel de 48V). On a donc V_{AK} négative $< V_{S11}$.

Lorsque la diode anti-retour secondaire D11 est bloquée, il n'y a pas de différence de potentiel aux bornes du deuxième interrupteur de protection Q4. On a en effet $V_E = 12V$ (la tension 12V étant appliquée via la résistance R3) et sa résistance de rappel interne située entre sa base B et son émetteur E) et $V_B = 12V$ (Q1 ouvert, le nœud N7 est à 12V). On obtient $V_{EB} = 0V$. On notera qu'il en est de même lorsque la masse commune GND est perdue.

On notera que la diode anti-retour secondaire D11 est passante lorsque $V_{AK} > V_s$. On obtient ceci lorsqu'il n'y a pas de court-circuit. En effet, dans ce cas, on a V_A au potentiel 12V et V_K au potentiel de masse.

On notera qu'il en est de même lorsque la masse commune GND n'est pas perdue.

- Résistance de base R14

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une résistance de base R14.

La résistance de base R14 est adaptée pour dimensionner le courant de base I_{b6} qui circule dans l'interrupteur secondaire Q6.

La résistance de base R14 est disposée entre l'interrupteur secondaire Q6 et le deuxième interrupteur de protection Q4.

En particulier, la résistance de base R14 est reliée à la base B de l'interrupteur secondaire Q6 et au collecteur C du deuxième interrupteur de protection Q4.

La résistance de base R14 permet de piloter l'interrupteur secondaire Q6 à la fermeture grâce au courant de base I_{b6} qu'elle fournit..

En effet, le dimensionnement du courant de base I_{b6} permet de garantir la fermeture de l'interrupteur secondaire Q6. De plus cela évite d'avoir un courant I_{b6} trop important ce qui risquerait de casser le composant Q6.

On rappelle que la valeur seuil de I_{b6} pour que l'interrupteur secondaire Q6 se ferme est $I_{b6} > I_c/\beta$, avec I_c le courant de collecteur et β l'amplification en courant de l'interrupteur donnée par le constructeur de l'interrupteur.

- Diode de protection supplémentaire D12

Dans un mode de réalisation non limitatif, le dispositif de chauffage électrique 1 comprend en outre une diode de protection supplémentaire D12.

La diode de protection supplémentaire D12 pour protéger l'interrupteur secondaire Q6 contre une inversion de tension U_1 .

La diode de protection supplémentaire D12 est disposée entre l'interrupteur secondaire Q6 et le premier réseau G12.

Si un utilisateur commet une erreur lorsqu'il branche la batterie reliée au premier réseau G12, par exemple en inversant les cosses + et - de la batterie, la diode de protection supplémentaire D12 se bloque. Cela évite ainsi d'avoir une tension V_{BE} de l'interrupteur secondaire égale à - 12V qui entraînerait une surchauffe dudit interrupteur secondaire Q6 et donc qui risquerait de l'endommager.

- Deuxième module de protection 20

Le deuxième module de protection 20 est illustré en détail sur la figure 2b.

Le deuxième module de protection 20 est adapté pour isoler le premier réseau électrique G12 et le bus de communication BLW du deuxième réseau d'alimentation électrique G48 lors d'une perte de la masse commune GND.

La masse commune GND est perdue lorsque le câble de connexion CX de masse qui relie les première et deuxième interfaces de connexion I12 et I48 à la masse commune GND est sectionné tel qu'illustré sur la figure 4.

Le deuxième module de protection 20 fait partie du premier module de protection 10. En effet, il comprend :

- l'interrupteur secondaire Q6 décrit précédemment ;
- le deuxième interrupteur de protection Q4 décrit précédemment ;
- la diode anti-retour secondaire D11 décrite précédemment ;
- la résistance de rappel secondaire R15 décrite précédemment ;
- 10 - la résistance de base R14 décrit précédemment.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le deuxième module de protection 20 comprend en outre la résistance de rappel principale R7.

Lorsque la masse commune GND est perdue, l'ensemble des composants du module fonctionnel 11 montent jusqu'au potentiel de la tension fournie par le deuxième réseau d'alimentation électrique G48. Cela entraîne l'apparition de différences de potentiels et par conséquent de courants qui circulent entre ledit module fonctionnel 11 et :

- la première interface de connexion I12 ;
- le deuxième module de protection 20 ;
- 20 - le bus de communication BLW.

Ces courants risquent d'abîmer en particulier la première interface de connexion I12 et le bus de communication BLW. Le deuxième module de protection 20 permet de protéger ces éléments contre lesdits courants comme suit.

25 Lorsque la masse commune GND est perdue, le module fonctionnel 11 monte jusqu'au potentiel de 48V. Les nœuds électriques N1, N2 et N3 deviennent flottants, car ils ne sont plus référencés à la masse commune. Ils montent alors jusqu'au potentiel de 48V.

30 Au niveau du premier nœud N1, une différence de potentiels de 48V-12V apparaît (entre le premier nœud N1 et la première interface de connexion I12) qui entraîne l'apparition du courant i_1 (illustré sur la figure 4)

circulant du module fonctionnel 11 vers la première interface de connexion I12 qui risque de l'endommager. Le deuxième interrupteur de protection Q4 ouvre en cascade l'interrupteur secondaire Q6 et l'interrupteur principal Q2 (comme décrit précédemment) ce qui permet à l'interrupteur secondaire Q6
5 d'empêcher un tel courant i_1 de circuler.

Au niveau du deuxième nœud N2, du côté du drain D de l'interrupteur principal Q2, une différence de potentiel de 48V-0V (entre le deuxième nœud N2 et le bus de communication BLW) apparaît qui entraîne l'apparition d'un courant i_2 (illustré sur la figure 4) circulant du module de pilotage DLW vers
10 le bus de communication BLW (via la troisième interface de connexion ILW) qui risque de les endommager. Le deuxième interrupteur de protection Q4 ouvre en cascade l'interrupteur secondaire Q6 et l'interrupteur principal Q2 (comme décrit précédemment) ce qui permet à l'interrupteur principal Q2 d'empêcher un tel courant i_2 de circuler (comme décrit précédemment) dans
15 le bus de communication BLW. Ce dernier est ainsi protégé ainsi que la troisième interface de connexion ILW.

Par ailleurs, lorsque la masse commune GND est perdue, le module de pilotage DLW n'est plus référencé à la masse. Il monte jusqu'au potentiel de 48V (tout le module fonctionnel 11 étant monté jusqu'au potentiel de 48V).
20 Sans le deuxième module de protection 20, le module de pilotage DLW verrait à ses bornes une différence de potentiel de 48V-0V qui correspond à la différence entre le potentiel de 48V (appliquée sur le module fonctionnel 11) et le potentiel de 0V des signaux DAT transmis sur le bus de communication BLW. Cette différence de potentiel entraîne l'apparition d'un
25 courant i_2 (illustré sur la figure 4) qui circule dans ledit module de pilotage DLW qui risquerait de l'endommager. En effet, le module de pilotage DLW ne supporte pas une différence de potentiel aussi importante. Dans un exemple non limitatif, il supporte une différence de potentiel inférieure ou égale à 24V. Le deuxième interrupteur de protection Q4 ouvre en cascade l'interrupteur
30 secondaire Q6 et l'interrupteur principal Q2 (comme décrit précédemment) ce qui permet à l'interrupteur principal Q2 d'empêcher le courant i_2 de

circuler lorsque la masse commune GND est perdue, il n'y aura plus de différence de potentiel aux bornes du module de pilotage DLW et donc plus de courant circulant i_2 . Le module de pilotage DLW sera uniquement au potentiel de 48V. Il ne sera ainsi pas endommagé.

- 5 Ainsi, contrairement à un court-circuit CC qui survient dans le module fonctionnel 11 où le module de pilotage DLW sera sûrement défectueux, voire détruit, ledit module de pilotage DLW sera protégé en cas de perte de masse commune GND. Ainsi, le module de pilotage DLW n'est pas protégé par le premier module de protection 10 contre un court-circuit CC, mais il est
- 10 protégé par le deuxième module de protection 20.

Au niveau du troisième nœud N3, une différence de potentiel de 48V-0V entre ce troisième nœud N3 et le bus de communication BLW (tout le module fonctionnel 11 étant monté jusqu'au potentiel de 48V) qui entraîne la création d'un courant i_3 (illustré sur la figure 4) entre ledit troisième nœud N3

15 et ledit bus de communication BLW. En effet, dans ce cas, le troisième nœud N3 monte jusqu'au potentiel de 48V tandis que le bus de communication BLW est au potentiel de 0V du fait des signaux DAT à 0V. Lors d'une perte de masse commune GND, le deuxième interrupteur de protection Q4 s'ouvre comme vu précédemment. Il empêche ainsi un tel courant i_3 de circuler et

20 protège ainsi la première interface de connexion I12 et le bus de communication BLW ainsi que la troisième interface de connexion ILW.

On remarquera qu'avec le premier module de protection 10, on transforme une détection de surtension USS en une détection de la perte de

25 la masse commune GND. On utilise des composants communs pour protéger la première interface de connexion I12 et la troisième interface de connexion ILW (et donc le bus de communication BLW) contre la perte de la masse commune GND et contre ladite surtension USS. En effet, sur détection d'une surtension USS, le deuxième interrupteur de protection Q4

30 s'ouvre ce qui a pour conséquence que la résistance de base R14 se déconnecte de la masse commune GND comme vu précédemment, ce qui

correspond à une perte de la masse commune GND. Après la détection d'une surtension USS, la suite du fonctionnement de la protection contre une surtension USS ou contre une perte de masse GND est la même pour le premier module de protection 10 et pour le deuxième module de protection 5 20 comme vu précédemment.

Bien entendu la description de l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus.

Ainsi, dans un autre mode de réalisation non limitatif, l'interrupteur 10 secondaire Q6 peut être un transistor MOSFET ou un transistor IGBT. Dans ces cas, la résistance de base R14 n'est pas nécessaire.

Ainsi, dans un autre mode de réalisation non limitatif, la première interface de connexion I12 et la deuxième interface de connexion I48 sont reliées à deux masses différentes. Dans ce cas, il n'a pas de deuxième module de 15 protection 20.

Ainsi, des protocoles bidirectionnels ou unidirectionnels autres que le protocole LIN ou PWM peuvent être utilisés.

Ainsi, l'invention peut s'appliquer également à un pulseur d'air 1 pour véhicule automobile. Ainsi, dans un mode de réalisation non limitatif, le 20 pulseur d'air 1 pour véhicule automobile est adapté pour être alimenté en tension par un premier réseau d'alimentation électrique G12 et par un deuxième réseau d'alimentation électrique G48. Le pulseur d'air 1 comprend :

- une première interface de connexion I12 avec le premier réseau 25 d'alimentation électrique G12 ;
- une deuxième interface de connexion I48 avec le deuxième réseau d'alimentation électrique G48 ;
- une troisième interface de connexion ILW avec un bus de communication BLW ;
- 30 - un module fonctionnel 11 relié à la première interface de connexion I12 et à la deuxième interface de connexion I48 ;

- un interrupteur principal Q2 relié au module fonctionnel 11 adapté pour faire transiter des signaux DAT sur le bus de communication BLW ;
- un premier module de protection 10 adapté pour isoler le premier réseau d'alimentation électrique G12 et le bus de communication BLW du
- 5 deuxième réseau d'alimentation électrique G48 lorsqu'il existe une surtension USS entre le module fonctionnel 11 et la première interface de connexion I12 et la troisième interface de connexion ILW.

Dans ce cas, le module fonctionnel 11 comprend au moins une charge motrice 110 et au moins un élément de pilotage 111 associé pour piloter le

10 courant dans ladite au moins une charge motrice 110. Ladite charge motrice 110 est reliée à la deuxième interface de connexion I48 et l'élément de pilotage 111 est relié à la première interface de connexion I12. Ainsi dans l'exemple non limitatif pris, l'élément de pilotage 111 est alimenté par la tension U1 faible puissance de 12V et ladite charge motrice 110 est

15 alimentée par la tension U2 forte puissance de 48V. Ladite charge motrice 110 permet de faire tourner le moteur du pulseur d'air 1.

On notera qu'un pulseur d'air 1 comprend :

- un moteur électrique adapté pour être alimenté par la charge motrice 110 ;
- 20 - une roue de type centrifuge montée sur un axe du moteur électrique ;
- un support moteur comprenant un logement dans lequel le moteur électrique peut se loger.

L'ensemble de ces éléments est configuré pour être monté dans un dispositif de climatisation, de ventilation et/ou de chauffage par l'intermédiaire dudit

25 support moteur.

Dans un mode de réalisation non limitatif, un élément de pilotage 111 est monté sur le support moteur du pulseur d'air 1. Dans un autre mode de réalisation non limitatif, un élément de pilotage 111 est monté à distance du pulseur d'air 1 sur ou dans le dispositif de climatisation, de ventilation et/ou

30 de chauffage.

De tels pulseurs d'air étant connus de l'homme du métier, ils ne sont pas décrits en détail ici. Dans un mode de réalisation non limitatif, un pulseur d'air 1 est utilisé dans un dispositif de climatisation, de ventilation et/ou de chauffage pour véhicule automobile (appelé en anglais HVAC « Heating
5 Ventilation and Air Conditioning ») ou pour refroidir le moteur du véhicule automobile.

Ainsi, l'invention décrite présente notamment les avantages suivants :

- c'est une solution simple à mettre en œuvre et peu coûteuse ;
- 10 - elle permet, grâce au premier module de protection 10, à la diode anti-retour principale D8, et à l'interrupteur principal Q2, lors d'une surtension USS (en particulier en cas de court circuit CC) dans le deuxième réseau d'alimentation électrique G48 et donc lors d'une surtension USS, d'isoler le bus de communication BLW et la première interface de connexion I12
15 de la deuxième interface de connexion I48, et donc du deuxième réseau d'alimentation électrique G48. Ils ne sont ainsi pas endommagés ;
- elle permet, grâce au deuxième module de protection 20, à la diode anti-retour principale D8, et à l'interrupteur principal Q2, lors d'une perte de masse commune GND, d'isoler le bus de communication BLW et la
20 première interface de connexion I12 de la deuxième interface de connexion I48, et donc du deuxième réseau d'alimentation électrique G48. Ils ne sont ainsi pas endommagés ;
- elle permet, grâce au deuxième module de protection 20 et à l'interrupteur principal Q2, de protéger le module de pilotage DLW lors
25 d'une perte de masse commune GND.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de chauffage électrique (1) pour véhicule automobile adapté pour être alimenté en tension par un premier réseau d'alimentation électrique (G12) et par un deuxième réseau d'alimentation électrique (G48), selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend :
- une première interface de connexion (I12) avec le premier réseau d'alimentation électrique (G12) ;
 - une deuxième interface de connexion (I48) avec le deuxième réseau d'alimentation électrique (G48) ;
 - une troisième interface de connexion (ILW) avec un bus de communication (BLW) ;
 - un module fonctionnel (11) relié à la première interface de connexion (I12) et à la deuxième interface de connexion (I48) ;
 - un interrupteur principal (Q2) relié au module fonctionnel (11) adapté pour faire transiter des signaux (DAT) sur le bus de communication (BLW) ;
 - un premier module de protection (10) adapté pour isoler le premier réseau d'alimentation électrique (G12) et le bus de communication (BLW) du deuxième réseau d'alimentation électrique (G48) lorsqu'il existe une surtension (USS) entre le module fonctionnel (11) et la première interface de connexion (I12) et la troisième interface de connexion (ILW).
2. Dispositif de chauffage électrique (1) selon la revendication 1, selon lequel le premier module de protection (10) comprend :
- un module de détection de surtension (100) comprenant :
 - une diode de protection (D1) ;
 - un premier interrupteur de protection (Q1) adapté pour se fermer lorsque la diode de protection (D1) devient passante ;

- un interrupteur secondaire (Q6) adapté pour s'ouvrir lorsqu'il existe ladite surtension (USS) de sorte à ouvrir l'interrupteur principal (Q2) ;
- un deuxième interrupteur de protection (Q4) adapté pour s'ouvrir lorsque le premier interrupteur de protection (Q1) se ferme de sorte à ouvrir l'interrupteur secondaire (Q6).

3. Dispositif de chauffage électrique (1) selon la revendication 1 ou la revendication 2, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une diode anti-retour principale (D8) adaptée pour empêcher un courant de circuler vers le premier réseau d'alimentation électrique (G12) lorsque l'interrupteur principal (Q2) est ouvert.

4. Dispositif de chauffage électrique (1) selon la revendication 2, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une diode anti-retour secondaire (D11) adaptée pour empêcher un courant (i3) de circuler dans le deuxième interrupteur de protection (Q4).

5. Dispositif de chauffage électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une résistance de rappel principale (R7) adaptée pour garantir l'ouverture de l'interrupteur principal (Q2) lorsqu'il existe ladite surtension (USS).

6. Dispositif de chauffage électrique (1) selon la revendication 2, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une résistance de rappel secondaire (R15) adaptée pour garantir l'ouverture de l'interrupteur secondaire (Q6) lorsqu'il existe ladite surtension (USS).

7. Dispositif de chauffage électrique (1) selon la revendication 2, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une résistance de base (R14) adaptée pour garantir la fermeture de l'interrupteur secondaire (Q6) lorsqu'un courant (Ib6) circule dans ledit interrupteur secondaire (Q6).
8. Dispositif de chauffage électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre un fusible auto-réarmable (R6) adapté pour protéger le bus de communication (BLW) contre un sur-courant.
9. Dispositif de chauffage électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une diode anti-retour tertiaire (D6) adaptée pour garantir que l'interrupteur principal (Q2) reste ouvert.
10. Dispositif de chauffage électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une diode de protection (D3) adaptée pour protéger l'interrupteur principal (Q2) contre une augmentation de la tension (U1) du premier réseau d'alimentation électrique (G12).
11. Dispositif de chauffage électrique (1) selon la revendication 2, selon lequel le dispositif de chauffage électrique (1) comprend en outre une diode de protection (D12) supplémentaire adaptée pour protéger l'interrupteur secondaire (Q6) contre une inversion de tension (U1).
12. Dispositif de chauffage électrique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, selon lequel le module fonctionnel (11) comprend un module de pilotage (DLW) adapté pour être alimenté en

tension par le premier réseau d'alimentation électrique (G12) et pour recevoir et/ou émettre des signaux (DAT) via le bus de communication (BLW).

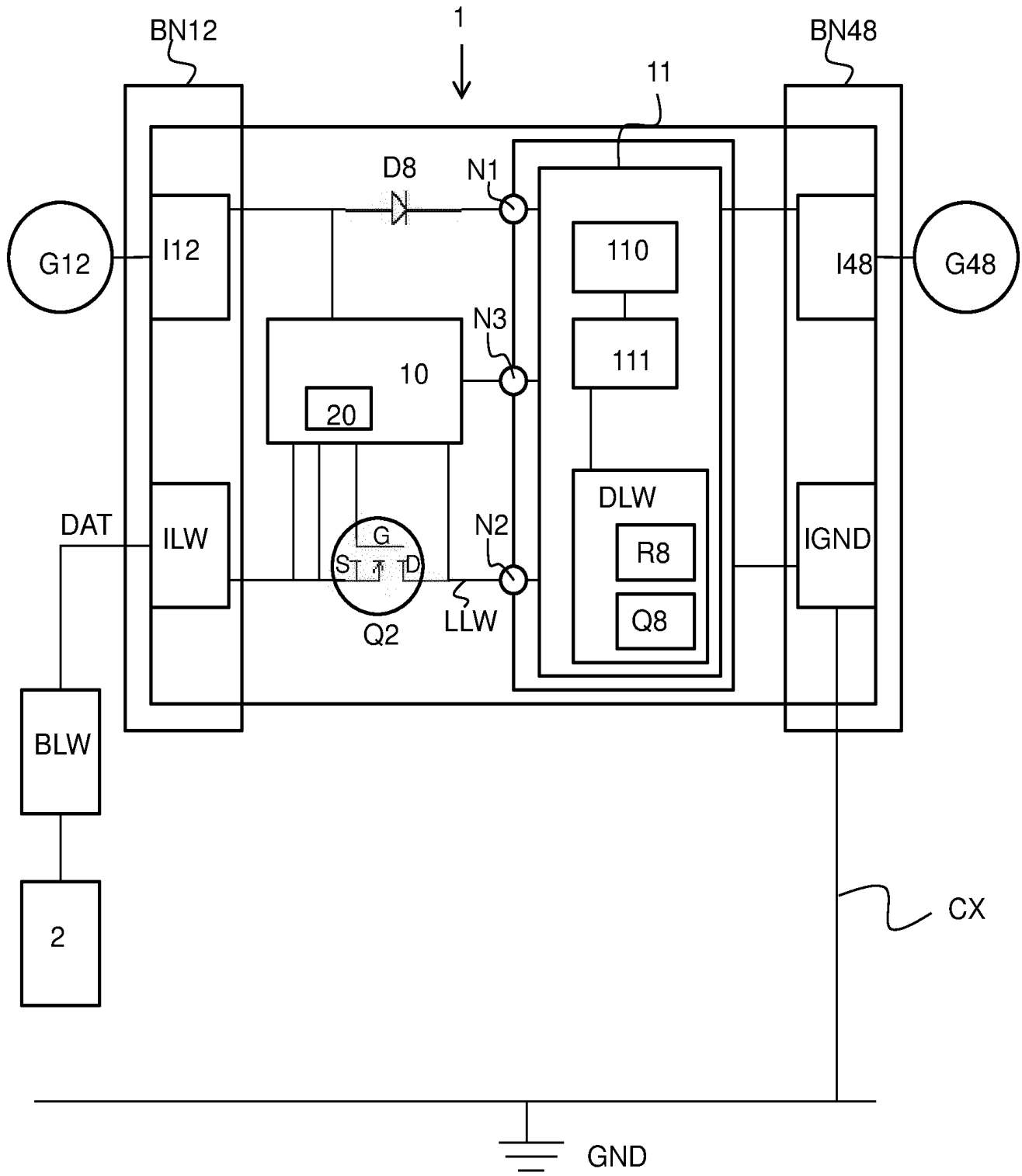


Fig. 1

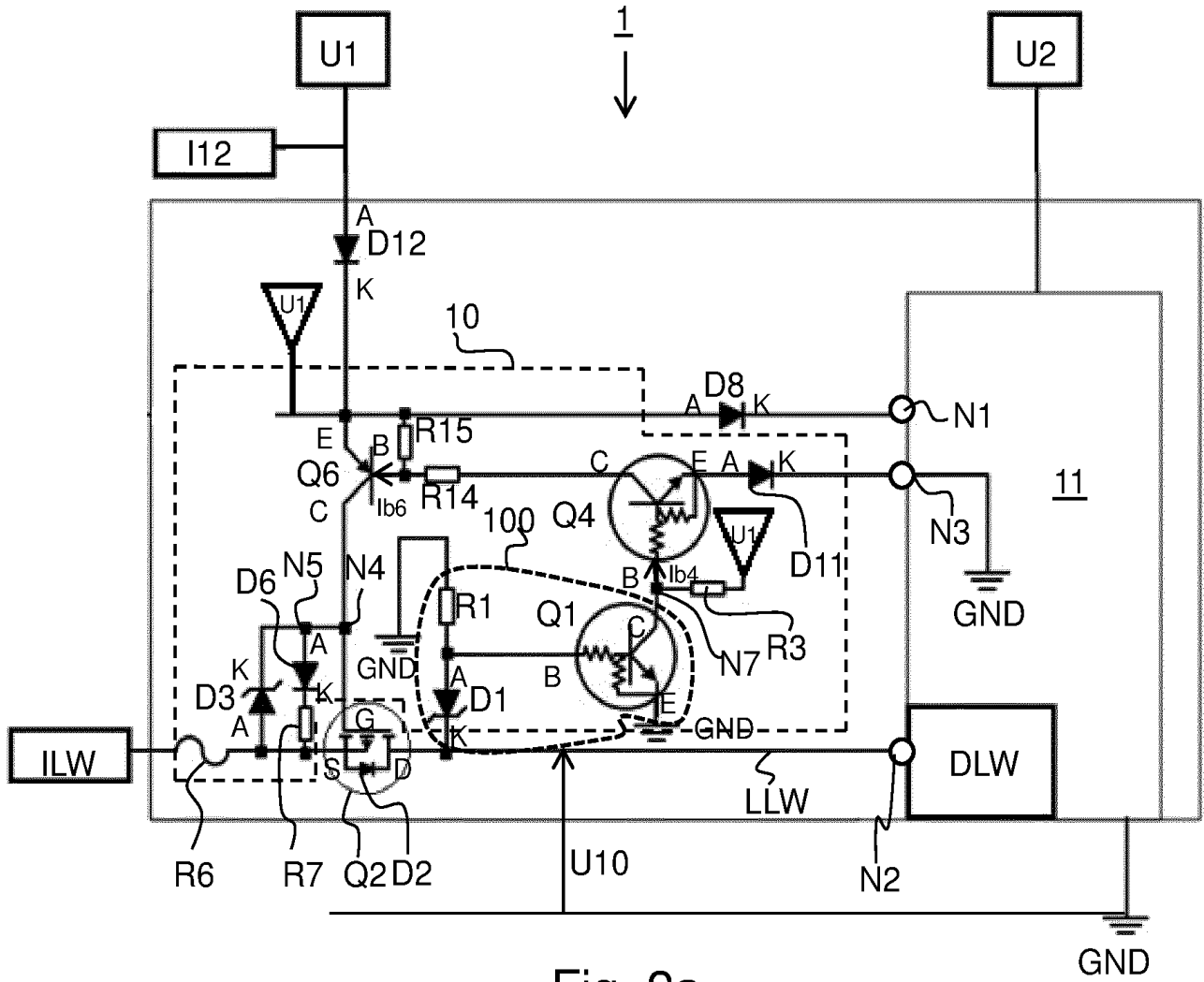


Fig. 2a

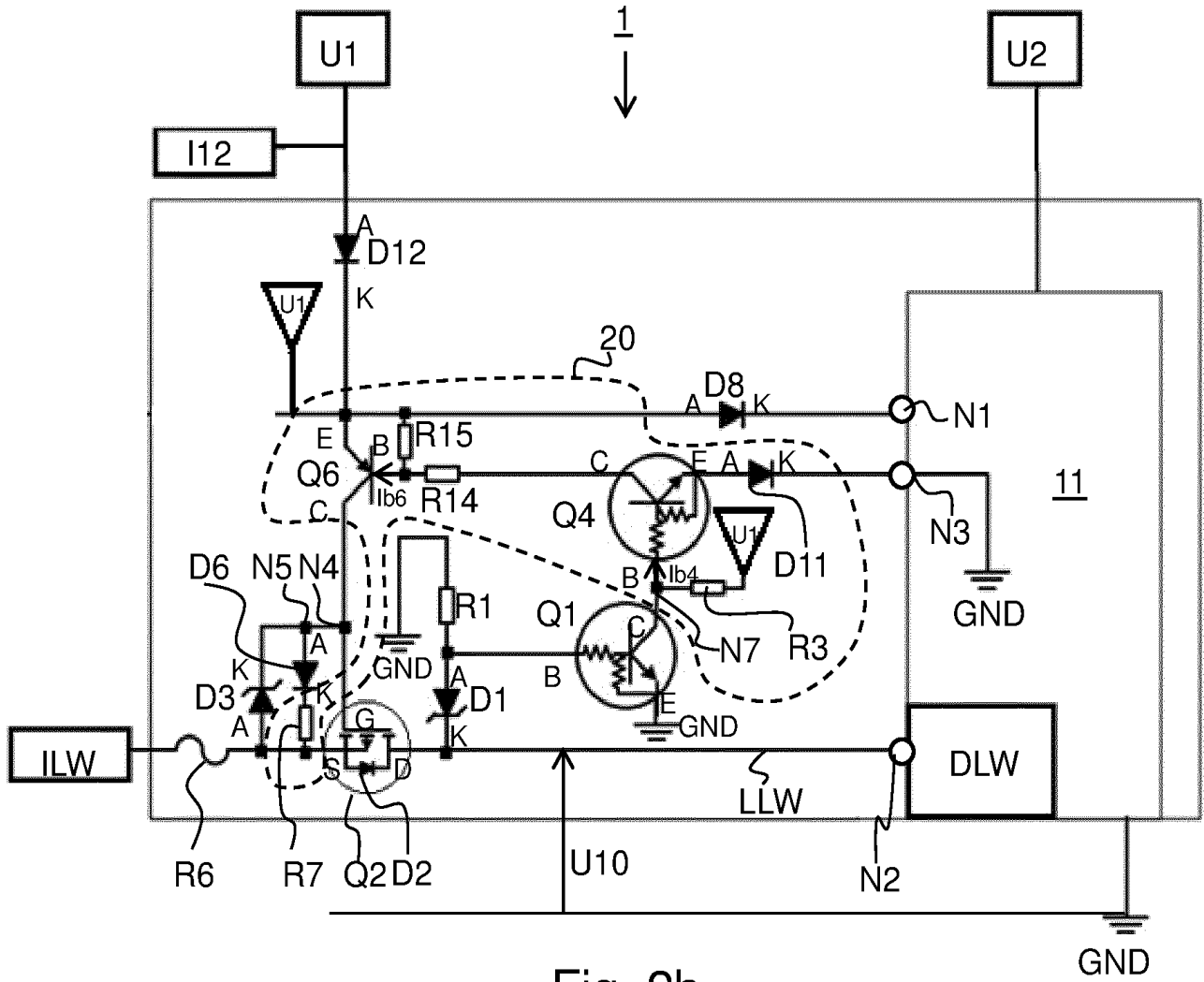


Fig. 2b

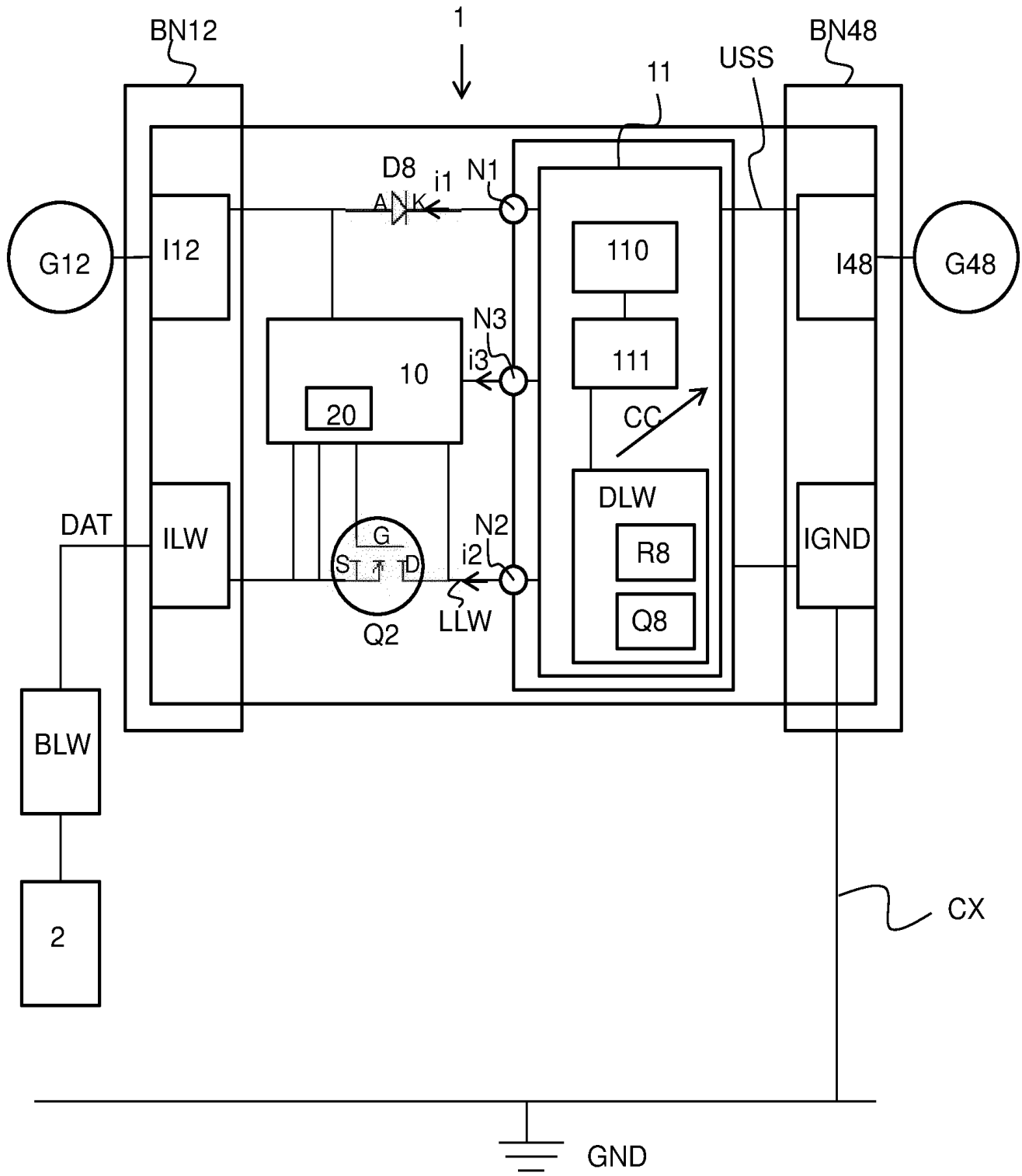


Fig. 3

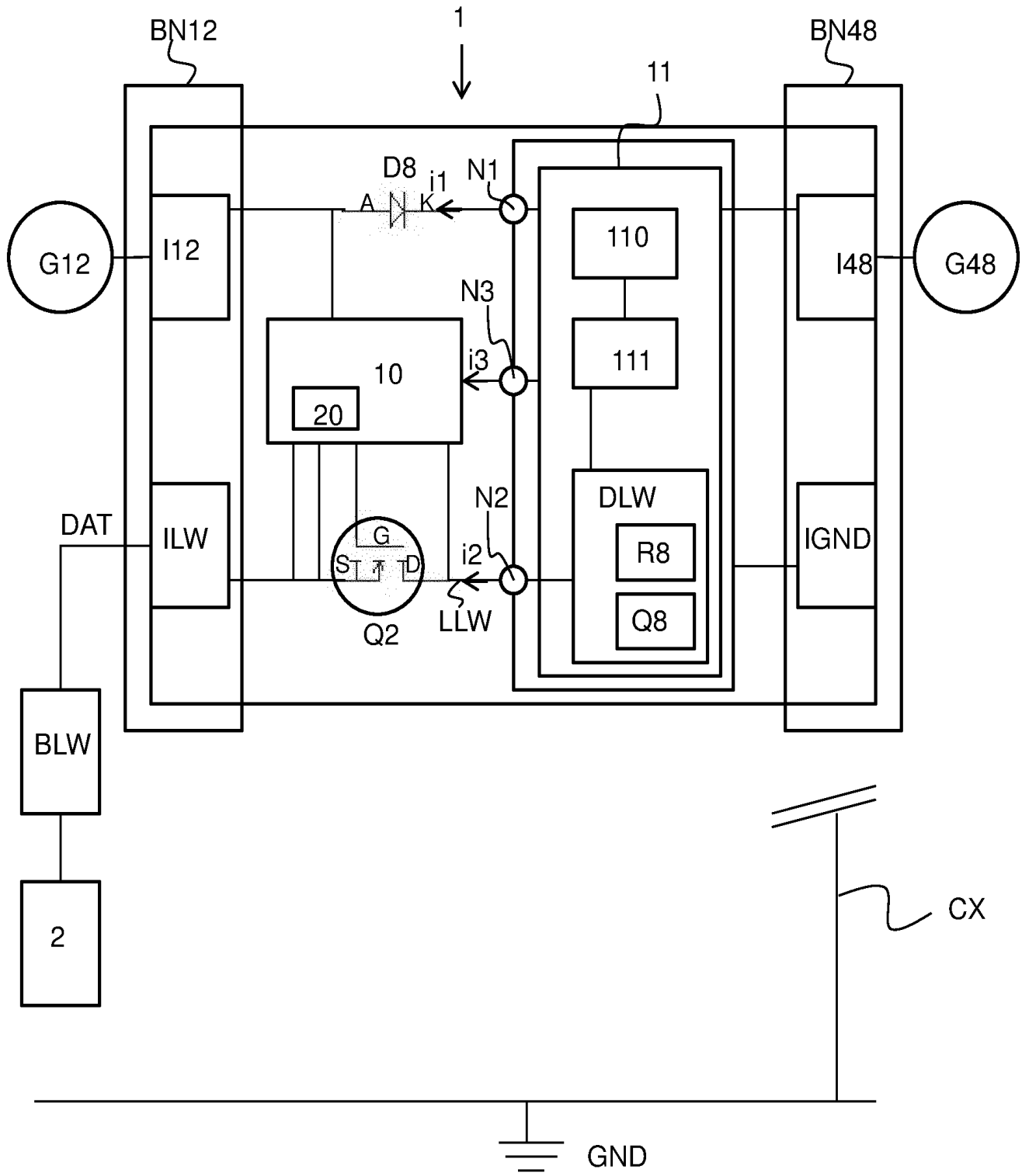
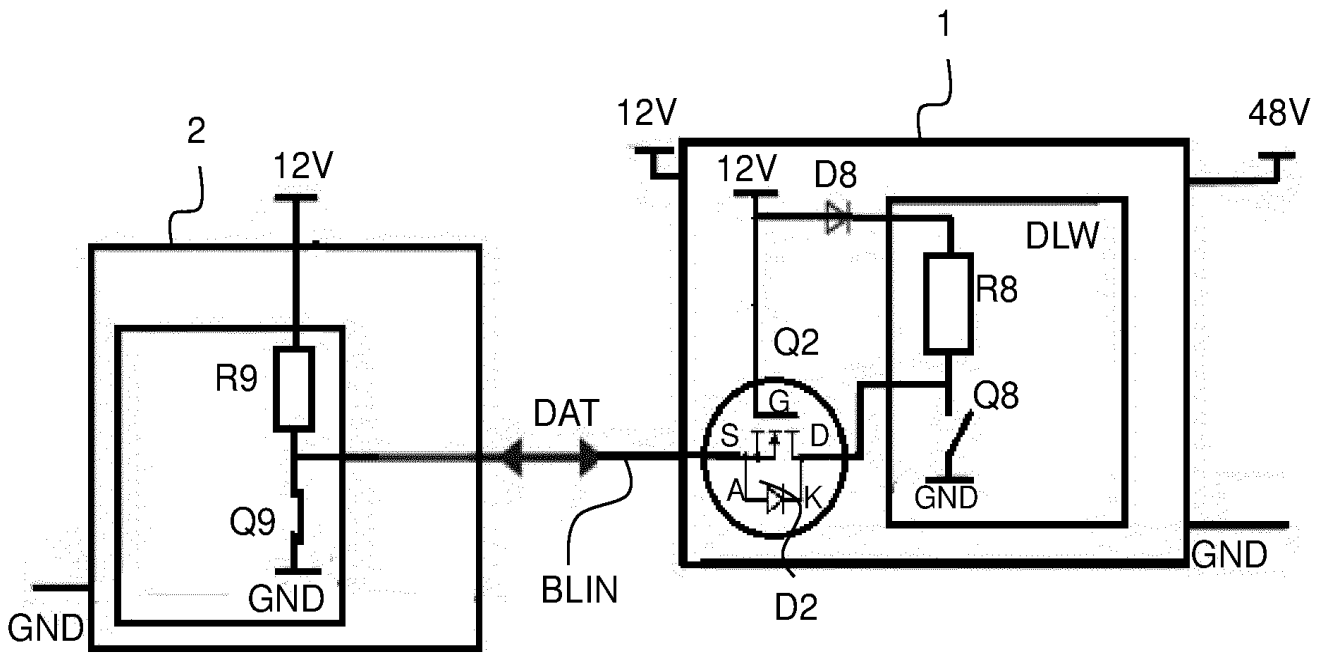
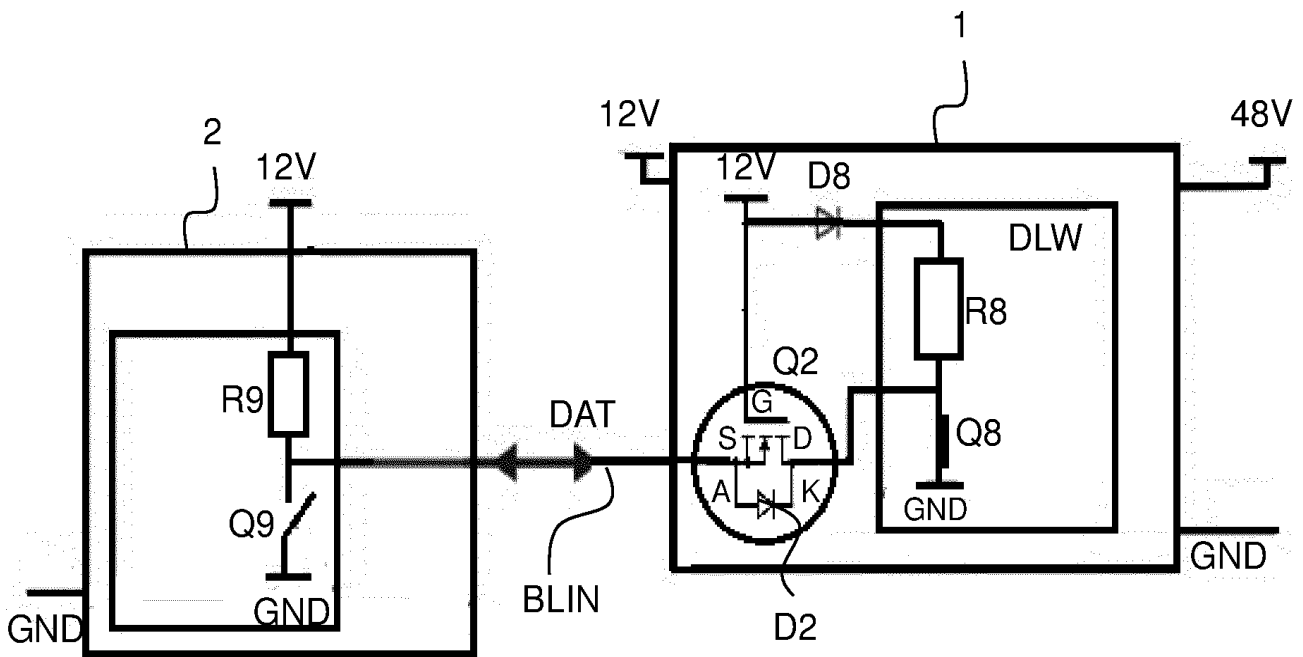


Fig. 4

6/6

Fig. 5Fig. 6



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 836086
FR 1658988

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 3 013 003 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 15 mai 2015 (2015-05-15)	1	H05B1/02 G05D23/24 H05B3/02
A	* figure 1 * * page 6 - page 12 * * revendications 1-12 *	2-12	
Y	EP 2 950 412 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUE) 2 décembre 2015 (2015-12-02) * le document en entier *	1-12	
A	EP 2 711 248 A1 (EBERSPAECHER CATEM GMBH & CO [DE]) 26 mars 2014 (2014-03-26) * le document en entier *	1-12	
A	FR 3 011 989 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 17 avril 2015 (2015-04-17) * le document en entier *	1-12	
Y	US 2003/060947 A1 (ERTZSAENGER FRANK [DE] ET AL) 27 mars 2003 (2003-03-27) * le document en entier *	1-12	
A	DE 10 2015 200121 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14 juillet 2016 (2016-07-14) * alinéa [0042] *	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60L G01R B60H H02H B60R
A	DE 10 2013 225020 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11 juin 2015 (2015-06-11) * figure 1 * * alinéa [0035] - alinéa [0040] *	1-12	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 juillet 2017		Chevret, Anthony	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1658988 FA 836086**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **18-07-2017**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3013003	A1	15-05-2015	DE 112014005110 T5	08-09-2016
			FR 3013003 A1	15-05-2015
			FR 3013004 A1	15-05-2015
			WO 2015067730 A2	14-05-2015

EP 2950412	A1	02-12-2015	EP 2950412 A1	02-12-2015
			FR 3021764 A1	04-12-2015
			JP 5985702 B2	06-09-2016
			JP 2015224030 A	14-12-2015

EP 2711248	A1	26-03-2014	AUCUN	

FR 3011989	A1	17-04-2015	CN 105830300 A	03-08-2016
			EP 3055914 A1	17-08-2016
			FR 3011989 A1	17-04-2015
			JP 2016536958 A	24-11-2016
			KR 20160065974 A	09-06-2016
			US 2016264004 A1	15-09-2016
			WO 2015052137 A1	16-04-2015

US 2003060947	A1	27-03-2003	CN 1413373 A	23-04-2003
			DE 19961435 A1	21-06-2001
			EP 1243060 A1	25-09-2002
			US 2003060947 A1	27-03-2003
			WO 0147084 A1	28-06-2001

DE 102015200121	A1	14-07-2016	DE 102015200121 A1	14-07-2016
			WO 2016110352 A1	14-07-2016

DE 102013225020	A1	11-06-2015	DE 102013225020 A1	11-06-2015
			WO 2015082113 A1	11-06-2015
