

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 104 724

21 N° d'enregistrement national : 19 14570

51 Int Cl⁸ : G 01 R 31/28 (2019.12), H 02 J 1/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.12.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.06.21 Bulletin 21/24.

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) : ZODIAC AERO ELECTRIC Société
par actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : DREVILLON Christophe.

73 Titulaire(s) : ZODIAC AERO ELECTRIC Société par
actions simplifiée (SAS).

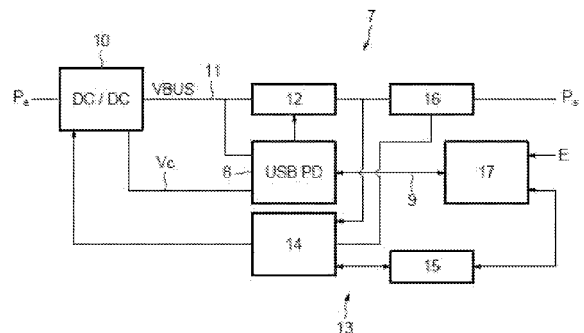
74 Mandataire(s) : CASALONGA.

54 Procédé et dispositif de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique selon le protocole USB PD.

57 Ce procédé de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique à tension variable qui comprend un contrôleur (8) délivrant une tension de commande discrète (V_c) à un convertisseur de tension (10) délivrant une tension de sortie en fonction de la tension de commande et un organe de protection (12) activé en cas de défaut de la tension de sortie pour inhiber la sortie du système de distribution est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de tests suivantes :

- inhibition de la sortie du système de distribution d'énergie ;
- génération de tensions de commande discrètes et de tensions de défaut discrètes appliquées auxdites tensions de commande ;
- génération des tensions de sortie correspondant respectivement aux tensions de commande modifiées par les tensions de défaut ; et
- contrôle de l'activation de l'organe de protection (12) après génération des tensions de sortie.

Figure pour l'abrégé : Fig 2



FR 3 104 724 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique selon le protocole USB PD

- [0001] La présente invention se rapporte, de manière générale, aux systèmes de distribution d'énergie électrique à tension variable.
- [0002] Elle concerne en particulier les systèmes de distribution d'énergie électrique selon le protocole USB, tel que le protocole USB Power Delivery (USB PD).
- [0003] Ces systèmes de distribution permettent de fournir divers niveaux de tension à des utilisateurs et sont capables de fournir des niveaux de puissance permettant de charger différents types d'équipements électroniques tels que des téléphones portables, des tablettes, des ordinateurs, ...
- [0004] Dans une application, ces systèmes de distribution d'énergie électrique peuvent être embarqués à bord d'aéronefs, par exemple des avions commerciaux, pour fournir des sources de puissance aux passagers, au personnel navigant commercial et au personnel navigant technique.
- [0005] Ce type de système comporte généralement un convertisseur de tension capable de fournir divers profils de tension ayant chacun un niveau de tension prédéterminé en fonction d'une consigne de tension qui est fournie par l'équipement électronique sur un bus de communication.
- [0006] On a représenté sur la figure 1 l'architecture générale d'un tel système de distribution d'énergie électrique.
- [0007] Comme on le voit sur cette figure, le convertisseur de tension est un convertisseur courant continu-courant continu (DC/DC) 1 qui est raccordé à une entrée de puissance P_e .
- [0008] Le système de distribution comporte par ailleurs un contrôleur 2 USB PD qui est raccordé en entrée à un bus de communication 3 selon le protocole USB PD auquel est raccordé un équipement à charger.
- [0009] En réponse à une consigne de tension véhiculée sur le bus 3 et provenant d'un équipement électronique, le contrôleur 2 délivre une tension discrète de commande (VC) au convertisseur DC/DC 1.
- [0010] Le convertisseur 1 convertit la tension reçue en entrée P_e en un niveau de tension correspondant à la tension de commande VC et fournit cette tension sur un bus de tension 4.
- [0011] Le système de distribution d'énergie électrique comporte par ailleurs un organe de protection 5 qui est raccordé entre le bus de tension 4 et une sortie de puissance P_s , cet

organe de protection 5 étant activé ou inactivé en fonction du niveau de tension disponible sur le bus de tension 4.

- [0012] Le contrôleur 2 assure une comparaison entre une mesure de la tension disponible sur le bus de tension 4 et le niveau de tension commandé afin de provoquer l'ouverture de l'organe de protection 5 si une dérive de tension est constatée ou maintenir cet organe de protection inactif en l'absence de défaut.
- [0013] L'organe de protection commandé par le contrôleur permet ainsi de s'assurer que la tension disponible en sortie du système de distribution est compatible avec le niveau de tension commandé par le contrôleur 2.
- [0014] Toutefois, dans certains cas, la tension commandée par le contrôleur 2 ne correspond pas à celle qui a été demandée par la charge raccordée au bus de communication 3.
- [0015] Tel peut être le cas lorsque le contrôleur fait une mauvaise interprétation de la demande formulée par la charge.
- [0016] Dans ce cas, les composants d'entrée de l'équipement électronique raccordé à la sortie de puissance P_s peuvent être détruits.
- [0017] Le but de l'invention est donc de surveiller le fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique à tension variable, de type USB PD, capable de tester l'ensemble de la chaîne de commande de tension au sein du système de distribution, et de s'assurer que le niveau de tension délivré et distribué correspond effectivement à celui qui a été demandé par l'équipement.
- [0018] L'invention a donc pour objet, selon un premier aspect, un procédé de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique à tension variable, ledit système comprenant un contrôleur délivrant une tension de commande discrète à un convertisseur de tension délivrant une tension de sortie en fonction de la tension de commande et un organe de protection activé en cas de défaut de la tension de sortie pour inhiber la sortie du système de distribution.
- [0019] Ce procédé comprend les étapes de test suivantes :
- [0020] -inhibition de la sortie du système de distribution d'énergie ;
- [0021] -génération de tensions de commande discrètes et de tensions de défaut discrètes appliquées auxdites tensions de commande ;
- [0022] -génération des tensions de sortie correspondant respectivement aux tensions de commande modifiées par les tensions de défaut ; et
- [0023] -contrôle de l'activation de l'organe de protection après génération des tensions de sortie.
- [0024] Selon ce procédé, la sortie du système de distribution est inhibée avant le début de la phase de test afin d'éviter qu'un dysfonctionnement se produisant lors du test se propage vers l'équipement électronique. Lors du test, des niveaux de tension dont les valeurs sont altérées par les défauts sont appliqués au convertisseur et l'activation de

l'organe de protection provoquant l'ouverture de la sortie de puissance est vérifiée.

- [0025] Dans un mode de mise en œuvre, l'étape d'inhibition de la sortie du système de distribution, de génération des tensions de commande et des tensions de défaut, et de contrôle du fonctionnement de l'organe de protection sont pilotées par un microcontrôleur.
- [0026] Selon une autre caractéristique du procédé, le microcontrôleur commande un commutateur d'ouverture de la sortie du système de distribution.
- [0027] Dans un mode de mise en œuvre, lors de la génération des tensions de commande, le microcontrôleur génère, d'une part, des consignes de tension au contrôleur du système de distribution pour que ledit contrôleur génère des tensions de commande correspondantes et, d'autre part, lesdites tensions de défaut discrètes.
- [0028] Dans un mode de mise en œuvre, ledit système de distribution étant un système de distribution de tensions variables selon le protocole USB PD, les consignes de tension générées par le microcontrôleur sont converties en tensions selon ledit protocole USB PD.
- [0029] Avantagusement, on pilote un commutateur numérique raccordé en entrée à un bus de communication raccordé à une charge et au microcontrôleur et, en sortie, au contrôleur du système de distribution, de manière à raccorder le microcontrôleur au contrôleur du système de distribution pendant les étapes de test, avant génération des tensions de commande et à raccorder le contrôleur du système de distribution au bus de communication en dehors de phases de test.
- [0030] On peut par ailleurs procéder à une étape de contrôle des niveaux de tension fournis par le convertisseur.
- [0031] L'invention a également pour objet, selon un deuxième aspect, un dispositif de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique à tension variable, ledit système comprenant un contrôleur délivrant une tension de commande discrète à un convertisseur de tension délivrant une tension de sortie en fonction de la tension de commande et un organe de protection activé en cas de défaut de la tension de sortie pour inhiber la sortie du système de distribution.
- [0032] Ce dispositif comporte un commutateur raccordé en sortie du système de distribution, des moyens pour piloter le commutateur pour inhiber la sortie du système de distribution d'énergie électrique, des moyens pour générer et délivrer des consignes de tension au contrôleur, des moyens pour générer des tensions de défaut discrètes configurées pour modifier les tensions de commande délivrées par le contrôleur en fonction des consignes de tension et des moyens de contrôle pour contrôler l'activation de l'organe de protection pour les tensions de sortie délivrées par le convertisseur pour les tensions de commande modifiées par les tensions de défaut.
- [0033] Dans un mode de réalisation, les moyens pour piloter le commutateur, les moyens

pour générer et distribuer les consignes de tension, les moyens pour générer les tensions de défaut et les moyens de contrôle comprennent un microcontrôleur.

- [0034] Selon une caractéristique du dispositif de surveillance, celui-ci comprend en outre un commutateur numérique raccordé en entrée à un bus de communication raccordé à une charge et au microcontrôleur et en sortie au contrôleur du système de distribution, et des moyens de commande du commutateur numérique configurés pour assurer une communication entre le microcontrôleur et le contrôleur du système de distribution lors de phases de test et audit bus en dehors de phases de test.
- [0035] Avantageusement, un convertisseur de protocole est intercalé entre le microcontrôleur et le commutateur numérique.
- [0036] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0037] [fig.1] dont il a déjà été fait mention, illustre l'architecture générale d'un système de distribution d'énergie électrique conventionnel ;
- [0038] [fig.2] illustre l'architecture d'un système de distribution d'énergie électrique à tension variable doté d'un dispositif de surveillance conforme à l'invention ;
- [0039] [fig.3] illustre les principales phases de test d'un procédé de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique conforme à l'invention.
- [0040] On se réfère à la figure 2 qui illustre un système de distribution d'énergie électrique à tension variable doté d'un dispositif de surveillance conforme à l'invention.
- [0041] Ce système de distribution est par exemple destiné à être embarqué à bord d'un aéronef pour mettre à disposition du personnel naviguant ou des passagers des alimentations électriques leur permettant de recharger des équipements électroniques portables ou PED (acronyme de « Personal Electronic Device ») de divers natures. Le dispositif de surveillance est ainsi destiné à contrôler que la tension délivrée sur une sortie de puissance du système d'alimentation correspond à celle qui a été demandée par un équipement électronique portable.
- [0042] Le système de distribution d'énergie électrique illustré sur cette figure 2, désigné par la référence numérique générale 7, est destiné à être raccordé à une entrée de puissance P_e , à une entrée E de communication avec un équipement électronique portable et, en sortie, à une sortie de puissance P_s .
- [0043] Ce système de distribution 7 comporte, comme dans l'état de la technique, un contrôleur USB PD 8 raccordé à un bus de communication 9 selon le protocole USB PD sur lequel circule une demande de charge à un niveau de tension prédéterminé provenant de l'extérieur, un convertisseur DC/DC10 recevant en entrée une tension discrète de commande VC issue du contrôleur USB PD 8 et qui fournit un niveau de tension correspondant à la tension discrète de commande sur un bus d'alimentation 11

Vbus, et un organe de protection 12 activé ou inactivé par le contrôleur 8 en fonction du niveau de tension disponible sur le bus de tension 11.

- [0044] Le contrôleur 8 surveille à cet égard la tension disponible sur le bus de tension 11 et vérifie qu'elle correspond à la tension discrète de commande fournie au convertisseur 10. Par exemple, l'organe de protection 12 comporte un commutateur piloté à l'ouverture par le contrôleur en cas de dérive de tension.
- [0045] Le système de distribution 7 est complété par un dispositif de surveillance 13 qui assure la surveillance du bon fonctionnement du système de distribution 7.
- [0046] Ce dispositif de surveillance est destiné à mettre en œuvre des phases de test afin de vérifier le bon fonctionnement de l'organe de protection 12 commandé par le contrôleur 8 en cas de dérive de tension.
- [0047] Cette phase de test consiste à générer des tensions de commande discrètes et à modifier ces tensions de commande discrètes, puis à contrôler l'activation de l'organe de protection 12 après génération des tensions de sortie par le convertisseur DC/DC 10 en fonction des tensions de commande discrètes modifiées.
- [0048] Le dispositif de surveillance 13 comporte un microcontrôleur 14 associé à un convertisseur de protocole 15 qui assure conjointement l'émulation d'un équipement électronique externe PED. Le microcontrôleur et le convertisseur sont ainsi destinés à générer des demandes de charges analogues à celles qui sont reçues des équipements PED.
- [0049] Il comporte par ailleurs un commutateur 16 raccordé entre l'organe de protection 12 et la sortie de puissance P_s .
- [0050] Ce commutateur 16 est piloté par le microcontrôleur afin d'isoler la sortie de puissance en début de phase de test afin d'éviter tout risque d'altération de l'équipement PED en cas de dysfonctionnement du système de distribution.
- [0051] Le dispositif de surveillance 13 comporte par ailleurs un commutateur numérique 17 à deux entrées, raccordées l'une avec l'entrée E de communication avec l'équipement PED et l'autre à la sortie du convertisseur de protocole 15 et une sortie raccordée au bus de communication 9 selon le protocole USB PD.
- [0052] Ce commutateur numérique est piloté par le microcontrôleur et raccordé à l'extérieur, à l'équipement PED, lors du fonctionnement normal du système de distribution d'énergie et à l'intérieur, à savoir à la sortie du convertisseur de protocole 15 lors de la phase de test.
- [0053] La consigne de tension fournie au contrôleur 8 provient donc de l'extérieur lors du fonctionnement normal du système de distribution 7 et du microcontrôleur 14, lors des phases de test.
- [0054] Le dispositif de surveillance comporte par ailleurs des moyens pour générer et délivrer au contrôleur USB PD des consignes de tensions qui correspondent à des

consignes de tensions susceptibles d'être demandées par des équipements électroniques PED. Il comporte par ailleurs des moyens pour générer des tensions de défaut dans les tensions discrètes de commande délivrées par le contrôleur USB PD 8 en réponse aux consignes de tensions fournies aux microcontrôleurs et des moyens de contrôle pour vérifier l'activation de l'organe de protection 12 provoquée par une dérive de la tension présente sur le bus 11 provoquée par les tensions de commande modifiée.

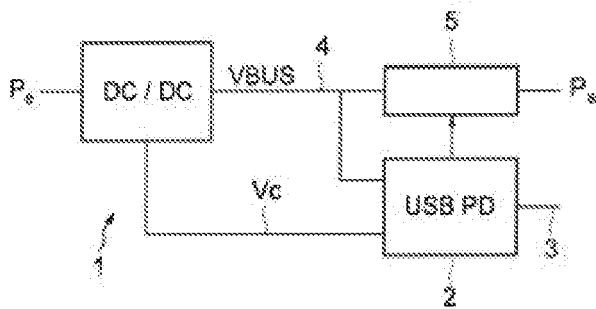
- [0055] Les moyens pour piloter le commutateur 16, les moyens pour générer et délivrer les tensions au contrôleur USB PD, les moyens pour générer les tensions de défaut et les moyens de contrôle sont constitués par le microcontrôleur 14 associé au convertisseur de protocole 15.
- [0056] En se référant également à la figure 3, lors de la phase de test, le commutateur 16 est tout d'abord ouvert afin d'isoler la sortie de puissance (étape I). Parallèlement, le commutateur numérique 17 est piloté pour qu'il soit raccordé en entrée à la sortie du convertisseur de protocole 15.
- [0057] Lors de la phase de test, le microcontrôleur 14 génère et délivre des consignes de tensions à des niveaux correspondants à des niveaux de tensions susceptibles d'être demandés par des équipements électroniques PED (étape II). Ces niveaux de tension sont convertis par le convertisseur de protocole 15 puis sont délivrés en entrée au contrôleur USB PD 8 par l'intermédiaire du commutateur numérique 17 (étape III).
- [0058] En réponse, le contrôleur 8 délivre au convertisseur DC/DC 10 une tension discrète de commande, pour chaque consigne de tension (étape IV).
- [0059] Le microcontrôleur 10 délivre par ailleurs des tensions de défaut modifiant les tensions discrètes de commande délivrées par le contrôleur 8 (étape V).
- [0060] Par exemple, plusieurs tensions de défaut sont fournies pour chaque tension de commande.
- [0061] Ces tensions de commande modifiées provoquent chacune l'apparition d'une tension de défaut sur le bus Vbus 11 et ce niveau de tension de défaut est comparé par le contrôleur USB PD 8 avec la consigne de tension reçue en entrée (étape VI).
- [0062] Le microcontrôleur 14 mesure la tension en sortie de l'organe de protection 12 et vérifie que la dérive de tension générée par le convertisseur DC/DC 10 a provoqué l'activation de l'organe de protection 12.
- [0063] Si tel n'est pas le cas, le système de distribution de puissance est considéré comme défectueux et le commutateur 16 est maintenu à l'état ouvert (étape VII).

Revendications

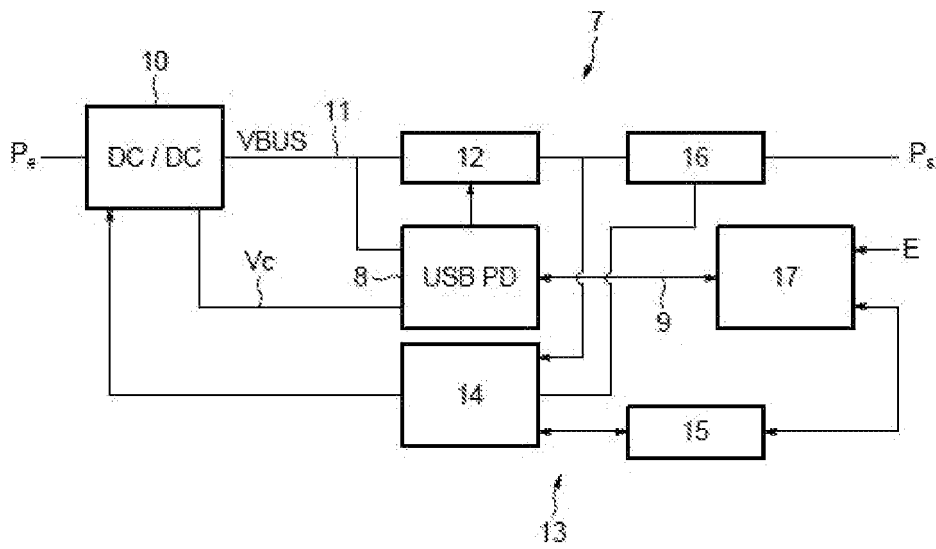
- [Revendication 1] Procédé de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique à tension variable, ledit système comprenant un contrôleur (8) délivrant une tension de commande discrète (V_c) à un convertisseur de tension (10) délivrant une tension de sortie en fonction de la tension de commande et un organe de protection (12) activé en cas de défaut de la tension de sortie pour inhiber la sortie du système de distribution, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de tests suivantes :
- inhibition de la sortie du système de distribution d'énergie ;
 - génération de tensions de commande discrètes et de tensions de défaut discrètes appliquées auxdites tensions de commande ;
 - génération des tensions de sortie correspondant respectivement aux tensions de commande modifiées par les tensions de défaut ; et
 - contrôle de l'activation de l'organe de protection (12) après génération des tensions de sortie.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape d'inhibition de la sortie du système de distribution, de génération des tensions de commande et des tensions de défaut et de contrôle du fonctionnement de l'organe de protection sont pilotées par un microcontrôleur (14).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel le microcontrôleur commande un commutateur (16) d'ouverture de la sortie du système de distribution.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel, lors de la génération des tensions de commande, le microcontrôleur (8) du système de distribution génère, d'une part, des consignes de tension au contrôleur du système de distribution pour que ledit contrôleur génère des tensions de commande correspondantes et, d'autre part, lesdites tensions de défaut discrètes.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, dans lequel ledit système de distribution étant un système de distribution de tensions variables selon le protocole USB PD, les consignes de tension générées par le microcontrôleur sont converties en tensions selon ledit protocole USB PD.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel on pilote un commutateur numérique (17) raccordé en entrée à un bus de communication raccordé à une charge et au microcontrôleur de manière à le raccorder au microcontrôleur pendant les étapes de tests avant la génération des tensions de commande et au bus de communication en

- dehors des phases de tests.
- [Revendication 7] Dispositif de surveillance du fonctionnement d'un système de distribution d'énergie électrique à tension variable, ledit système comprenant un contrôleur (8) délivrant une tension de commande discrète à un convertisseur de tension (10) délivrant une tension de sortie en fonction de la tension de commande et un organe de protection (12) activé en cas de défaut de la tension de sortie pour inhiber la sortie du système de distribution,
- caractérisé en ce qu'il comporte un commutateur (16) raccordé en sortie du système de distribution,
- des moyens pour piloter le commutateur (16) pour inhiber la sortie du système de distribution d'énergie électrique,
- des moyens pour générer et délivrer des consignes de tension au contrôleur,
- des moyens pour générer des tensions de défaut discrètes configurées pour modifier les tensions de commande délivrées par le contrôleur en fonction des consignes de tension, et
- des moyens de contrôle pour contrôler l'activation de l'organe de protection pour les tensions de sortie délivrées par le convertisseur pour les tensions de commande modifiées par les tensions de défaut.
- [Revendication 8] Dispositif selon la revendication 7, dans lequel les moyens pour piloter le commutateur (16), les moyens pour générer et délivrer les consignes de tension, les moyens pour générer les tensions de défaut et les moyens de contrôle comprennent un microcontrôleur (14).
- [Revendication 9] Dispositif selon la revendication 8, comprenant en outre un commutateur numérique (17) raccordé en entrée à un bus de communication raccordé à une charge et au microcontrôleur et en sortie au contrôleur (8) du système de distribution et des moyens de commande du contacteur numérique configuré pour raccorder le contrôleur du système de distribution au microcontrôleur lors d'une phase de test et audit bus entre les phases de tests.
- [Revendication 10] Dispositif selon la revendication 9, comprenant un convertisseur de protocole intercalé entre le microcontrôleur et le contacteur numérique.

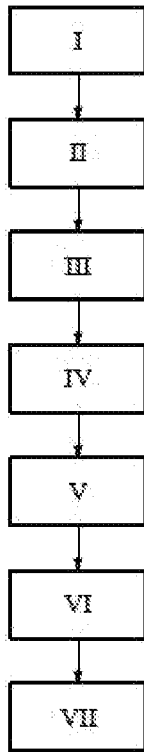
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 876624
 FR 1914570

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		
A	US 2011/018344 A1 (LIAO MING-YU [TW] ET AL) 27 janvier 2011 (2011-01-27) * le document en entier * -----	1-10	G01R31/28 H02J1/00 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01R G06F H02J H02H
A	US 2018/196110 A1 (CHEN CHANG-TAI [TW] ET AL) 12 juillet 2018 (2018-07-12) * le document en entier * -----	1-10	
A	US 2018/306870 A1 (MARUOKA HIROKI [JP]) 25 octobre 2018 (2018-10-25) * le document en entier * -----	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 septembre 2020		Nguyen, Minh	
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 1914570 FA 876624**

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 **04-09-2020**

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
US 2011018344 A1	27-01-2011	CN 101963835 A US 2011018344 A1	02-02-2011 27-01-2011

US 2018196110 A1	12-07-2018	CN 206348447 U US 2018196110 A1	21-07-2017 12-07-2018

US 2018306870 A1	25-10-2018	JP 2018185630 A TW 201842350 A US 2018306870 A1	22-11-2018 01-12-2018 25-10-2018
