

⑤④ DISPOSITIF POUR FILTRER DES EMISSIONS CONDUITES D'ALIMENTATION.

②② Date de dépôt : 13.12.18.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *THALES Société anonyme* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 19.06.20 Bulletin 20/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 25.12.20 Bulletin 20/52.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : PELLETIER Frédéric, MONTEZIN
Arnaud et RAYNAL Olivier.

⑦③ Titulaire(s) : *THALES Société anonyme*.

⑦④ Mandataire(s) : Marks & Clerk France.



Description

Titre de l'invention : Dispositif pour filtrer des émissions conduites d'alimentation

- [0001] L'invention concerne un dispositif de filtrage des émissions conduites d'alimentation (source et ligne d'alimentation) destiné à être positionné en amont d'un système radio par exemple ou de tout autre équipement générant ce type d'harmoniques de courant.
- [0002] Le dispositif de filtrage selon l'invention est par exemple utilisé en amont d'une radio fonctionnant en modulation de fréquence AM et/ou en mode Evasion de Fréquence EVF.
- [0003] L'invention peut aussi être utilisée en amont d'un dispositif pour compenser les variations importantes de courant, appelée « inrush current », lors de la phase de démarrage du dispositif.
- [0004] Elle s'applique pour filtrer des harmoniques de courant basse fréquence (usuellement de quelques dizaines d'Hertz jusqu'à 10KHz) sur réseau d'alimentation continu ou alternatif redressé.
- [0005] Pour les alimentations sur réseau continu DC ou alternatif AC redressé, des normes imposent la mise en œuvre de filtres CEM (Compatibilité Electromagnétique). La taille de ce filtre, généralement passif, est d'autant plus importante que les fréquences à filtrer ont de faibles valeurs.
- [0006] Le problème se pose notamment pour tous les systèmes qui émettent des perturbations de valeurs très supérieures à 100mA à partir de quelques dizaines d'Hertz.
- [0007] En général, les filtres passifs utilisés pour minimiser ces perturbations, présentent une masse et un encombrement induit très importants.
- [0008] Pour gagner en masse et en encombrement, il est connu de l'homme du métier d'utiliser une batterie capacitive, ou réserve d'énergie, ayant notamment pour fonction de stocker de l'énergie. L'optimisation de l'énergie stockée par volume de batterie capacitive avec le couple valeur de capacité (C)/tension de charge (V) est obtenue en favorisant la tension de stockage plutôt que la valeur de capacité ($E = \text{énergie stockée} = \frac{1}{2} C V^2$).
- [0009] Une solution est donnée dans le brevet US7899415. Cette solution utilise deux mesures de courant et une régulation à trois entrées sur la boucle en courant pour annuler les perturbations CEM sur la ligne d'alimentation. Cette solution nécessite d'intervenir en interne à la boucle de courant et à la boucle de tension d'un système, ce qui n'est pas toujours possible.
- [0010] L'objet de l'invention est de proposer un dispositif de filtrage d'émissions sur un réseau alimenté en courant, positionné en amont d'un système à filtrer, comportant en

combinaison au moins les éléments suivants :

- Un module de prélèvement du courant réseau,
- Un module de conversion DC-DC bidirectionnel en puissance,
- Un module de correction générant une tension de consigne transmise à l'organe de commande (Power management) du module de conversion DC-DC pour forcer une charge/décharge de la capacité de réserve d'énergie,

[0011] Cette architecture, détaillée à la figure 1, est basée sur une solution en parallèle d'une ligne (source) d'alimentation. Une telle architecture nécessite, en fonctionnement normal, l'utilisation d'une seule mesure de courant pour faire varier le niveau d'énergie dans la capacité constituant une réserve d'énergie, ce qui n'est pas le cas de l'art antérieur.

[0012] L'invention concerne un dispositif de filtrage d'émissions sur un réseau alimenté en courant, positionné en amont d'un équipement à protéger, le dispositif de filtrage comporte en combinaison au moins les éléments suivants :

- Un gestionnaire de conversion de type DC-DC bidirectionnel adapté à fournir une valeur de consigne aux bornes d'une capacité réserve d'énergie,
- Un module de prélèvement du courant circulant dans le réseau, configuré pour transmettre ce courant prélevé I_c à un filtre passe-bande adapté à éliminer la composante continue du courant prélevé,
- Un soustracteur configuré pour recevoir la composante alternative restante du courant prélevé et une valeur de courant de référence donnée I_{ref} , et adapté à générer un signal d'erreur S_e ,
- Un module de correction adapté à traiter le signal d'erreur S_e et à générer une valeur de tension V_{cons} correspondante, et à transmettre la valeur de tension d'erreur V_{cons} à un sommateur adapté à recevoir une valeur de tension de référence et une valeur de tension de charge de la réserve d'énergie et à pondérer ces trois valeurs avant de les transmettre à un gestionnaire de composant configuré pour fournir au gestionnaire de conversion bidirectionnel DC-DC des commandes afin que ce dernier applique une tension aux bornes de la capacité réserve d'énergie de façon telle que cette dernière fournisse de l'énergie au réseau ou au contraire prenne de l'énergie au réseau en se chargeant.

[0013] Selon un mode de réalisation, le gestionnaire bidirectionnel DC-DC est configuré pour générer une modulation de largeur d'impulsion pour commander la charge et/ou la décharge de la réserve d'énergie.

[0014] Le réseau d'alimentation peut générer une tension continue ou bien être adapté à générer une tension alternative redressée.

[0015] Le dispositif est, par exemple, adapté à filtrer des émissions basses fréquences dans la bande [10Hz, 3KHz].

- [0016] L'invention concerne aussi un système comportant au moins un dispositif de filtrage d'émissions selon l'invention caractérisé en ce qu'il comporte un équipement radio situé en aval du dispositif de filtrage.
- [0017] L'invention concerne un procédé pour filtrer les émissions conduites au niveau d'un équipement, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :
- Prélever une partie du courant circulant dans la ligne d'alimentation,
 - Eliminer la composante continue dans la partie du courant prélevée et conserver uniquement la partie alternative sur une plage de fréquence de fonctionnement désiré,
 - Comparer la valeur de courant alternatif restant à une valeur de courant de référence I_{ref} et générer un signal d'erreur S_e ,
 - A partir de ce signal d'erreur S_e , générer une nouvelle valeur de tension de consigne V_{cons} et l'ajouter à une valeur de consigne de charge de la réserve d'énergie et à une valeur de tension de référence, lesdites valeurs étant pondérées, afin de générer une nouvelle valeur de consigne à transmettre à un gestionnaire bidirectionnel DC-DC, ledit gestionnaire bidirectionnel générant une tension appliquée à une capacité réserve d'énergie afin que cette dernière fournisse de l'énergie au réseau ou au contraire prenne de l'énergie au réseau en se chargeant.
- [0018] Le procédé permet de filtrer des émissions dans les basses fréquences comprises dans la bande [10Hz, 3KHz].
- [0019] Les dessins annexés illustrent l'invention :
- [0020] [fig.1] représente une vue fonctionnelle d'un exemple de filtre d'émissions selon l'invention positionné en amont d'un système radio,
- [0021] [fig.2] représente une illustration des variations du courant et des tensions,
- [0022] [fig.3] représente un schéma illustrant le principe de fonctionnement du procédé selon l'invention,
- [0023] [fig.4A] et
- [0024] [fig.4B] une illustration de la variation des courants et des tensions lors des charges et décharges de la réserve d'énergie et du pont de résistance,
- [0025] [fig.5] un exemple chiffré.
- [0026] Afin de mieux faire comprendre le dispositif selon l'invention et son fonctionnement, la description qui suit est donnée à titre illustratif et nullement limitatif pour filtrer les émissions basses fréquences CEM sur une ligne d'alimentation (source principale d'alimentation) ayant pour fonction de fournir de la puissance à un système radio. Ceci peut être appliqué pour la protection de tout autre dispositif équivalent générant ces types d'harmoniques de courant.
- [0027] La figure 1 illustre un exemple de dispositif de filtrage selon l'invention 1 positionné en amont d'un système radio 2 au niveau de l'étage amplificateur radio, non représenté pour des raisons de simplification. Le système pourrait aussi comporter plusieurs

- étages amplificateurs, chaque étage amplificateur étant relié à une ligne d'alimentation.
- [0028] Le dispositif de filtrage d'émissions CEM 1 selon l'invention est placé en parallèle d'une ligne alimentation réseau 3 utilisée pour alimenter le système radio 2. Le réseau peut être un réseau de courant continu DC ou un réseau de courant alternatif redressé.
- [0029] Un premier dispositif de prélèvement 4 connu de l'homme du métier permet de prélever une partie du courant circulant dans la ligne d'alimentation réseau. La partie de courant prélevée va servir notamment à calculer une valeur de consigne à appliquer au niveau d'une réserve d'énergie 5, conduisant à une charge ou une décharge de l'énergie qui permettra de filtrer les émissions. La valeur de consigne est déterminée par un composant de gestion de puissance 7 plus connu sous la dénomination anglo-saxonne « Power Management Component » 7 qui pilote un étage de puissance DC-DC bidirectionnel 8 situé en amont de la réserve d'énergie. Le fonctionnement du composant de gestion de puissance étant connu de l'homme du métier il ne sera pas détaillé.
- [0030] La figure 2 illustre de manière plus détaillée, la variation du courant continu I_{DC} dans la ligne d'alimentation, de la variation de la tension de référence $V_{Cons}(V)$, de la variation de la tension aux bornes de la réserve d'énergie $V_c(V)$, de la variation du courant en entrée de la réserve d'énergie $I_{réserve}(A)$ et de la variation du courant $I(A)$ obtenu par la mise en œuvre du procédé selon l'invention.
- [0031] L'exemple est donné sur une période temps T_{ac} correspondant à la fréquence F_{ac} du courant alternatif.
- [0032] Sur la période $T = 0$ à T_0 , la ligne d'alimentation n'est pas sollicitée par des variations de courant, les courbes de ces différentes valeurs ne varient pas. La tension de référence $V_{Cons}(V)$ correspond à V_{DCref} .
- [0033] Lors de la première demi-période, dans l'exemple de la figure 3, les alimentations des dispositifs situés en aval de la source de tension génèrent un appel de courant transitoire, 211, par rapport au courant initial 210. La valeur de la tension calculée $V_{cons}(V)$ et transmise au DC-DC bidirectionnel a pour effet technique de simuler une surcharge de la réserve d'énergie, 221, variation par rapport à une valeur initiale 220. La variation de la tension aux bornes de la réserve d'énergie $V_c(V)$ est négative, 230 ; la réserve d'énergie va se décharger dans le réseau, restituant ainsi de la puissance 231 afin de compenser l'appel de courant. Le courant en entrée $I_{réserve}(A)$ de la réserve d'énergie suit la même variation passant d'une valeur initiale 240 à une valeur représentée par la courbe 241. Par contre, le courant du réseau $I_{réseau}(A)$ est pratiquement stable 250, 251, par l'effet de décharge d'énergie, le courant ne subit pas ou peu l'appel de courant transitoire.
- [0034] Lors de la deuxième demi-période, en cas d'une sous-consommation des alimentations disposées en aval d'un équipement à alimenter, il est nécessaire d'absorber

le surplus d'énergie, 212.

[0035] Dans ce cas la valeur de la tension calculée et transmise au DC-DC bidirectionnel a pour effet technique de simuler une sous-charge de la réserve d'énergie, 222. La variation de la tension aux bornes de la réserve d'énergie est positive ; la réserve d'énergie va se charger en puisant de la puissance restituée par le réseau d'alimentation, 232. Le courant en entrée de la réserve d'énergie suit la même variation 242. Du fait que la réserve d'énergie se charge du surplus de puissance, le courant du réseau reste quasiment stable, 252.

[0036] La figure 3 est un synoptique détaillé du dispositif selon l'invention. Le dispositif de filtrage d'émission selon l'invention comprend une première partie 11 composée d'un filtre passe-bande 12 qui reçoit le courant prélevé I_c de la ligne de puissance. Le filtre passe-bande a notamment pour fonction de supprimer la composante continue DC du courant prélevé et de borner fréquentiellement la plage de fonctionnement du dispositif. La composante AC du courant restante I_{AC} est transmise à un soustracteur 13 qui reçoit une valeur de courant de consigne I_{Ref} . En pratique, la valeur du courant de consigne est fixée à la valeur zéro.

[0037] Le soustracteur 13 génère un signal d'erreur S_e associé à la valeur de courant. Le signal d'erreur est transmis à un module de correction 14 configuré pour générer une valeur de tension V_e correspondante.

[0038] Ce module de correction est à minima de type PI (Proportionnel Intégral) afin de garantir une erreur de position nulle ($S_e=0$) ainsi qu'un rejet de perturbation aux fréquences supérieures à celles concernées par le filtre actif.

[0039] La valeur de tension V_e est transmise à un bloc gain G qui reçoit aussi le prélèvement de la tension de la capacité de réserve V_c . La sortie du bloc gain est transmise au sommateur 15 du composant de gestion de puissance 7 qui intègre également la tension de référence V_{DCref} (pour le régime statique, elle correspond à la consigne de tension moyenne de la réserve).

[0040] Au niveau de ce sommateur 15, les trois valeurs V_{cons} , V_{DCref} et V_e sont pondérées avant d'être sommées, comme il est illustré en référence à la figure 4B explicitée plus loin.

[0041] Le calcul de cette pondération s'effectue comme suit :

- Expression de l'ondulation de tension maximale équation [2] à partir de l'équation [1] nécessaire à appliquer sur V_c :

[Math.1]

$$E = \langle P \rangle * t = \frac{\langle V_{réseau} \times I_{AC} \rangle}{F_{AC}} = \frac{1}{2} * C_{out} * V_c^2$$

[1]

E = énergie (en Joule), $\langle P \rangle$ = puissance moyenne, t = durée considérée,

[Math.2]

$$\Delta V_c = k \frac{1}{F_{AC} \sqrt{2 C_{out}}} * \sqrt{I_{AC} * V_{reseau}}$$

[2]

[0042] Avec :

- k une valeur égale à +/- 1 en fonction du sens de l'alternance du courant I_{AC} prélevé,
- V_{reseau} = tension moyenne sur le réseau d'entrée,
- I_{AC} = amplitude maximale du courant modulé que l'on souhaite filtrer,
- F_{AC} = fréquence de(s) harmonique(s) du courant I_{AC} .
- C_{out} = volume capacitif de réserve énergie,
- V_c = tension de charge de cette réserve énergie – paramètre qui est modulé par le filtre actif,
- ΔV_c = Ondulation de la tension de réserve énergie correspondant à l'énergie qu'il faut absorber ou fournir du réseau pour filtrer le courant I_{AC} .

[0043] Bien que le réseau fluctue au passage d'un courant modulé, on considère ce dernier constant à sa valeur nominale dans l'équation [2] permettant d'obtenir une fonction $\Delta V_c = f(I_{AC})$.

[0044] Ceci est illustré à la figure 4A qui illustre dans un diagramme temporel, la variation de la somme des harmoniques de courant filtré.

[0045] Dans la première demi-période 401, la boucle de tension absorbe du courant, la réserve d'énergie va fournir ce courant. Pour cela, le gestionnaire de puissance lui fait croire en appliquant une valeur de consigne calculée, que la tension de sortie est trop chargée, 403. A la demi-période suivante, la boucle de tension va retourner du courant et la réserve d'énergie va devoir absorber ce courant, 404. Dans ce cas, le gestionnaire de puissance va faire croire à la réserve d'énergie que sa tension de sortie est trop chargée 405 en appliquant une valeur de consigne appropriée 406.

[0046] Pour le calcul des valeurs de résistances, figure 4B, on applique le théorème de MILLMAN, on obtient :

[Math.3]

$R_d = \text{choix arbitraire}$

$$R_u = R_d * \left(\frac{V_{c_{statique}}}{V_{DCref}} - 1 - \frac{Gain * \Delta V_c}{V_{cc_max}} \right)$$

$$R_{cmd} = \frac{R_u * V_{cc_max}}{Gain * \Delta V_c} - k \text{ une valeur égale à +/- 1 en fonction du sens de}$$

l'alternance du courant I_{AC} prélevé,

- Pour le calcul de (R_u , R_{cmd}) on considère la fréquence minimale à filtrer,
- V_{DCref} = tension de référence du bloc voltage loop. Valeur intrinsèque au bloc

17,

- $V_{C_{statique}}$ = tension moyenne de charge de la réserve énergie souhaité quand il n'y a pas de courant modulé,

- $Gain$ = Gain statique apporté par toute la chaîne de correction (Mesure courant 4, Correcteur 14, filtre passe bande 12),

- ΔV_C = Ondulation de la tension de réserve énergie correspondant à l'énergie qu'il faut absorber ou fournir du réseau pour filtrer le courant I_{AC} ,

- V_{cc_max} = tension d'alimentation de l'électronique constituant les blocs 4, 12, 14.

Il est conseillé de choisir $\pm 3V$ pour un rail à $\pm 3.3V$ afin d'avoir 10% de marge, par exemple, et compenser l'hypothèse menant à la simplification de l'équation [2].

[0047] La valeur de consigne V_{cons} est transmise au gestionnaire de composant 7 adapté à déterminer, à partir de cette nouvelle valeur de consigne, les nouveaux ordres de commandes, une commande C_1 de rapport cyclique de la cellule Buck et une commande C_2 de rapport cyclique de la cellule Boost, ces expressions étant connues de l'homme du métier (usuellement par Modulation de Largeur d'Impulsion) du DC-DC bidirectionnel 8 afin d'orienter dans un sens ou l'autre le transfert d'énergie de la réserve d'énergie vers le réseau d'alimentation ou bien du réseau vers la réserve d'énergie, ainsi que son amplitude (ordre de commande, adaptation de niveaux, signaux modulation, horloge). Une ligne de transmission d'énergie 20 permettra la circulation de l'énergie, correspondant à la charge ou la décharge de la réserve d'énergie.

[0048] Le sens de variation de la charge lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention est illustré à la figure 3. La flèche 21 indique que le transfert de puissance va se faire de la réserve de capacité vers le circuit d'alimentation, via la ligne de puissance 20, lorsque le circuit d'alimentation est en surconsommation d'énergie, par exemple, lors du démarrage d'un dispositif à alimenter. La flèche 22 illustre, au contraire, une restitution de la puissance (énergie) qui se trouve en trop dans le circuit d'alimentation à un moment donné.

[0049] Les étapes et les modules décrits précédemment peuvent être utilisés dans tout système où l'on cherche à compenser des variations importantes de courant.

[0050] Le tableau suivant regroupe un comparatif entre l'utilisation d'un filtre passif et d'un filtre actif selon l'invention :

[0051]

[Tableaux1]

	Filtre Passif (300Hz – 5kHz) Puissance modulée : 200W		Filtre Actif selon l'invention (300Hz – 5kHz) Puissance modulée : 500W	
	Volume	Poids	Volume	Poids
inductance filtre passif	170cm ³	455g	1.1 cm ³	6g
Capacité filtre passif	15 cm ³	66g	12.2 cm ³	15.6g
DC-DC bidi- rectionnel (17, 16)	-	-	44 cm ³ *	74g *
Capacité de réserve Energie (20)	-	-	29 cm ³ *	70g *
circuiterie du filtre actif (4, 12, 14)	-	-	15 cm ³	10g
TOTAL	185 cm ³	515 g	101.3 cm ³	175.6g
Conformité MIL-STD-461G / essai CE101	KO		Conforme sur [500Hz – 5kHz] Dépassement limité à 0.1% pour f<500Hz	

* Ces données intègrent une autre fonctionnalité pour ce DC-DC justifiant un tel volume.

- Réduction de 45% du volume et 65% du poids pour un point de fonctionnement 2.5 fois supérieur (200W à 500W).

[0052] La figure 5 donne un exemple chiffré d'un système présenté aux figures 1 et 3.

[0053] L'invention est utilisée pour filtrer les émissions CEM dues au fonctionnement de postes radios, fonctionnement en modulation de fréquence AM ou en évocation de fréquence EVF

[0054] Le dispositif selon l'invention offre une fonction de filtrage CEM des émissions conduites basse fréquence avec un encombrement et une masse réduite par rapport aux systèmes connus de l'art antérieur. Elle permet également de réduire l'encombrement et la masse du filtre d'entrée qui était auparavant surdimensionné pour répondre à un objectif de niveau maximum des émissions conduites basses fréquences.

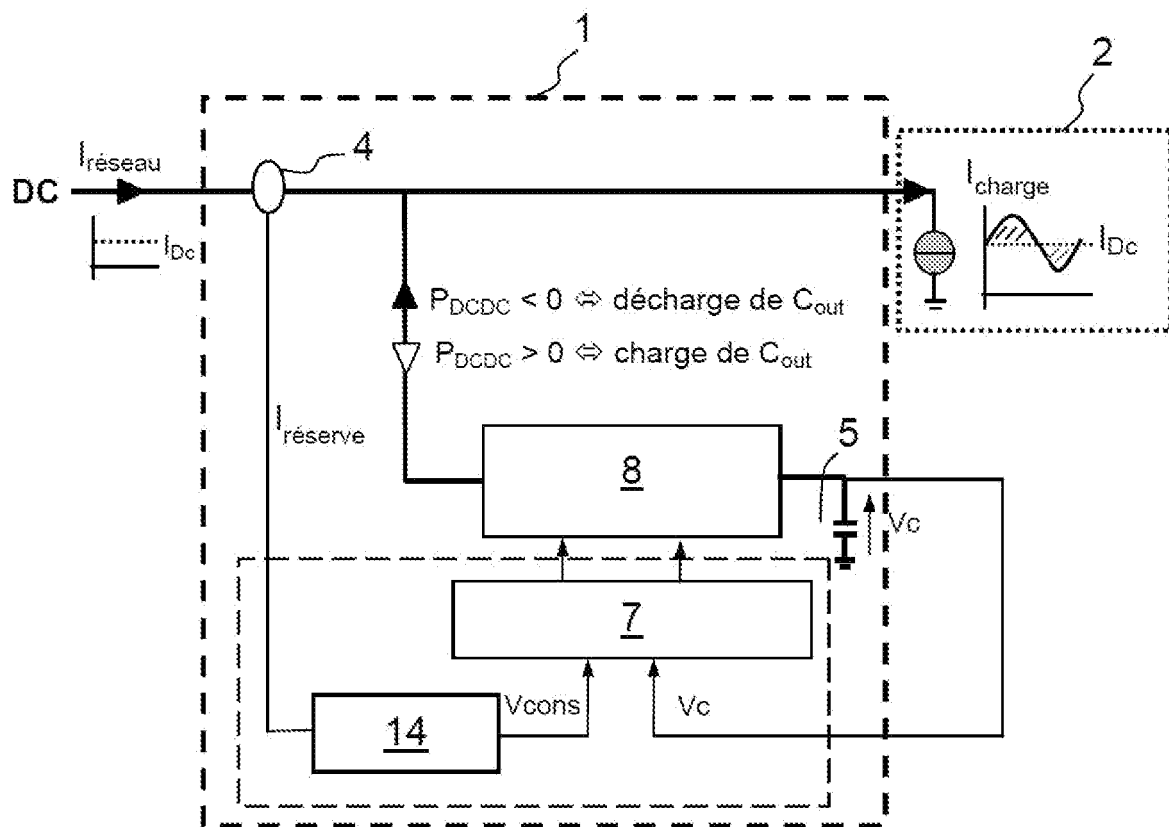
[0055] Le dispositif selon l'invention est dimensionné en fonction des harmoniques de courant à filtrer et de la puissance à restituer. La solution ne nécessite pas d'utilisation d'inductance de filtrage de taille importante, mais uniquement un stockage capacitif. Le dispositif selon l'invention présente notamment comme avantage de s'adapter à tout contrôleur PWM standard pour dispositif DC-DC bidirectionnel.

Revendications

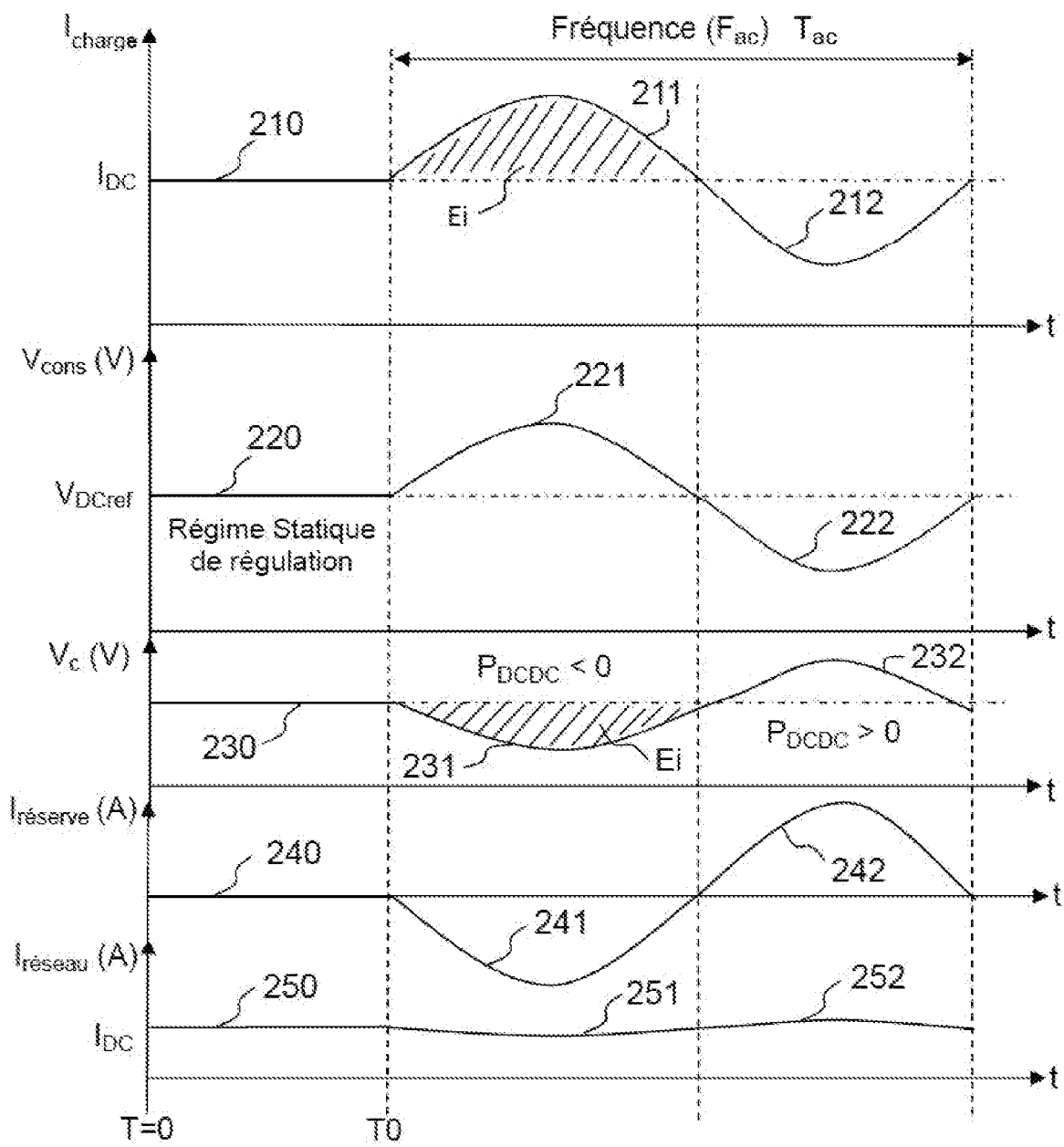
- [Revendication 1] Dispositif (1) de filtrage d'émissions sur un réseau alimenté en courant, positionné en amont d'un équipement à protéger, le dispositif de filtrage comporte en combinaison au moins les éléments suivants :
- Un gestionnaire de conversion bidirectionnel DC-DC (8) adapté à fournir une valeur de consigne aux bornes d'une capacité réserve d'énergie (5),
 - Un module de prélèvement du courant (4) circulant dans le réseau, configuré pour transmettre un courant prélevé I_C à un filtre passe-bande (12) adapté à éliminer la composante continue du courant prélevé,
 - Un soustracteur (13) configuré pour recevoir la composante alternative restante du courant prélevé et une valeur de courant de référence donnée I_{ref} , et adapté à générer un signal d'erreur S_e ,
 - Un module de correction (14) adapté à traiter le signal d'erreur S_e et à générer une valeur de tension V_{cons} correspondante, et à transmettre la valeur de tension d'erreur V_{cons} à un sommateur (15) adapté à recevoir une valeur de tension de référence et une valeur de tension de charge de la réserve d'énergie et à pondérer ces trois valeurs avant de les transmettre à un gestionnaire de composant (7) configuré pour fournir au gestionnaire de conversion bidirectionnel DC-DC (8) des commandes afin que ce dernier applique une tension aux bornes de la capacité réserve d'énergie de façon telle que cette dernière fournisse de l'énergie au réseau ou au contraire prenne de l'énergie au réseau en se chargeant.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le gestionnaire de conversion bidirectionnel DC-DC (8) est configuré pour générer une modulation de largeur d'impulsion pour commander la charge et/ou la décharge de la réserve d'énergie.
- [Revendication 3] Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le réseau d'alimentation génère une tension continue.
- [Revendication 4] Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le réseau d'alimentation est adapté à générer une tension alternative redressée.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce qu'il est adapté à filtrer des émissions basses fréquences dans la bande [10Hz, 3KHz].
- [Revendication 6] Système comportant un dispositif de filtrage d'émissions selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce qu'il comporte un équipement radio situé en aval du dispositif de filtrage.

- [Revendication 7] Procédé pour filtrer les émissions conduites au niveau d'un équipement positionné en aval d'une ligne d'alimentation (3) en courant, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :
- Prélever une partie du courant circulant dans la ligne d'alimentation,
 - Eliminer la composante continue dans la partie du courant prélevé et conserver uniquement la partie alternative sur une plage de fréquence de fonctionnement désiré,
 - Comparer la valeur de courant alternatif restant à une valeur de courant de référence I_{ref} et générer un signal d'erreur S_e ,
 - A partir de ce signal d'erreur S_e , générer une nouvelle valeur de tension de consigne V_{cons} et l'ajouter à une valeur de consigne de charge de la réserve d'énergie et à une valeur de tension de référence, lesdites valeurs étant pondérées, afin de générer une nouvelle valeur de consigne à transmettre à un gestionnaire bidirectionnel DC-DC, ledit gestionnaire bidirectionnel générant une tension appliquée à une capacité réserve d'énergie afin que cette dernière fournisse de l'énergie au réseau ou au contraire prenne de l'énergie au réseau en se chargeant.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication 7 caractérisé en ce que l'on filtre des émissions dans les basses fréquences comprises dans la bande [10Hz, 3KHz].
- [Revendication 9] Procédé selon l'une des revendications 7 ou 8 caractérisé en ce qu'il utilise un gestionnaire de conversion bidirectionnel DC-DC (8) configuré pour générer une modulation de largeur d'impulsion pour commander la charge et/ou la décharge de la réserve d'énergie.
- [Revendication 10] Procédé selon l'une des revendications 7 à 9 caractérisé en ce que l'on filtre les émissions en amont d'un équipement radio.

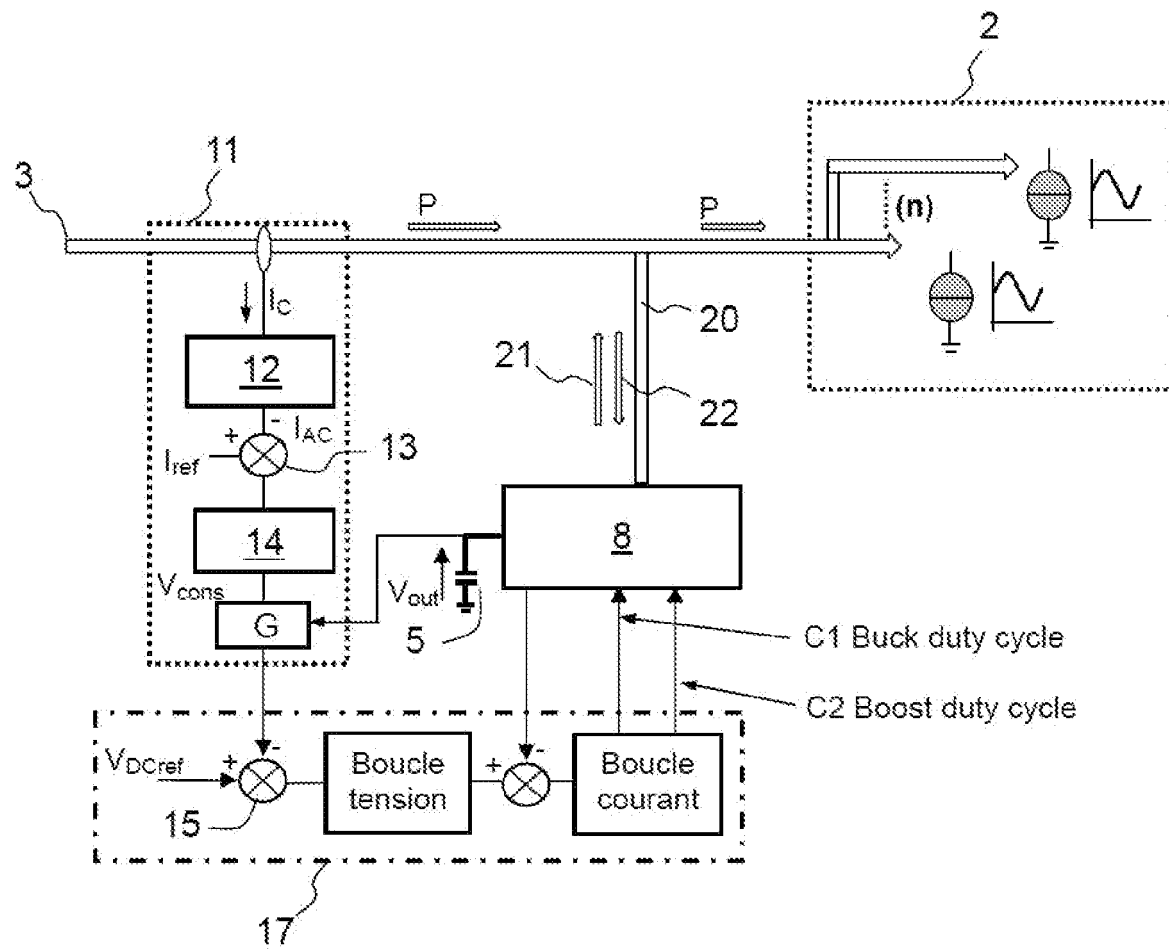
[Fig. 1]



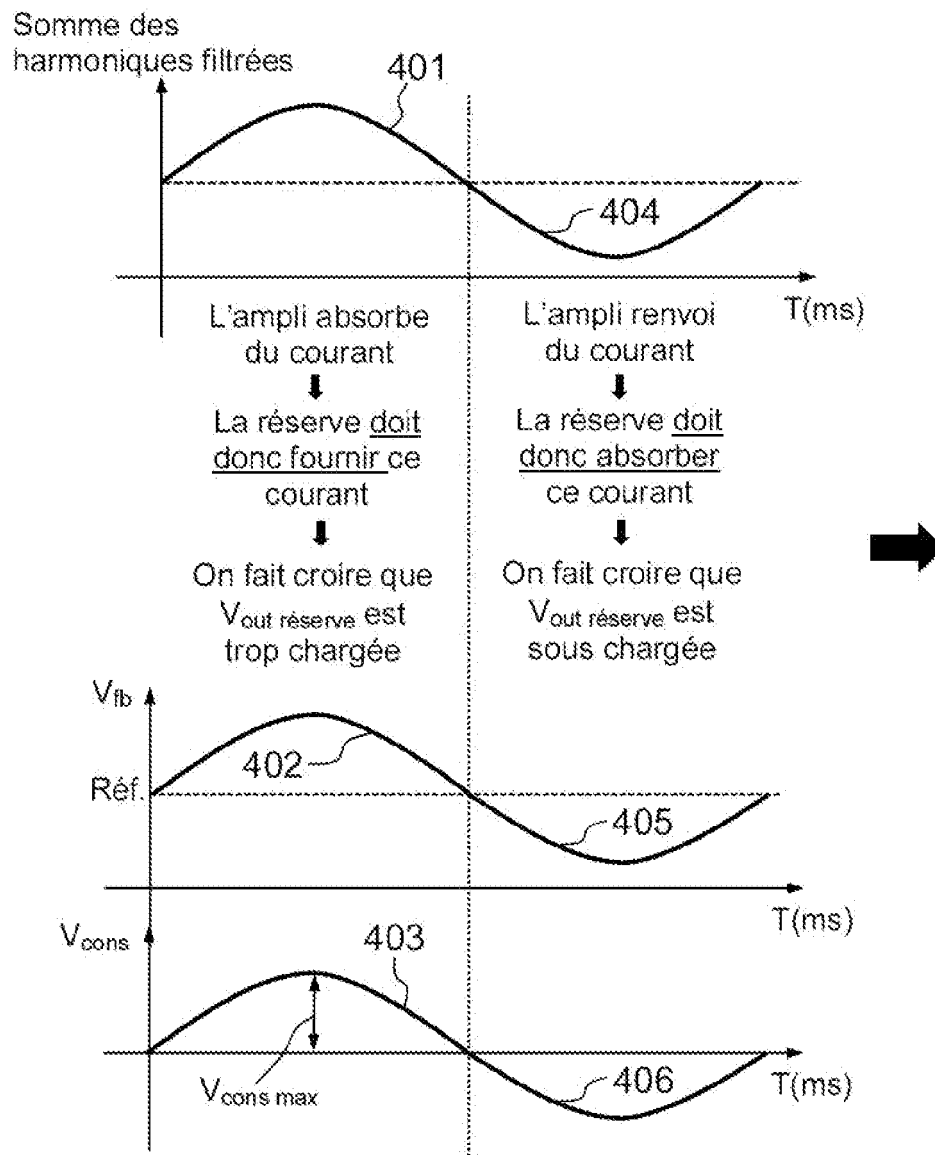
[Fig. 2]



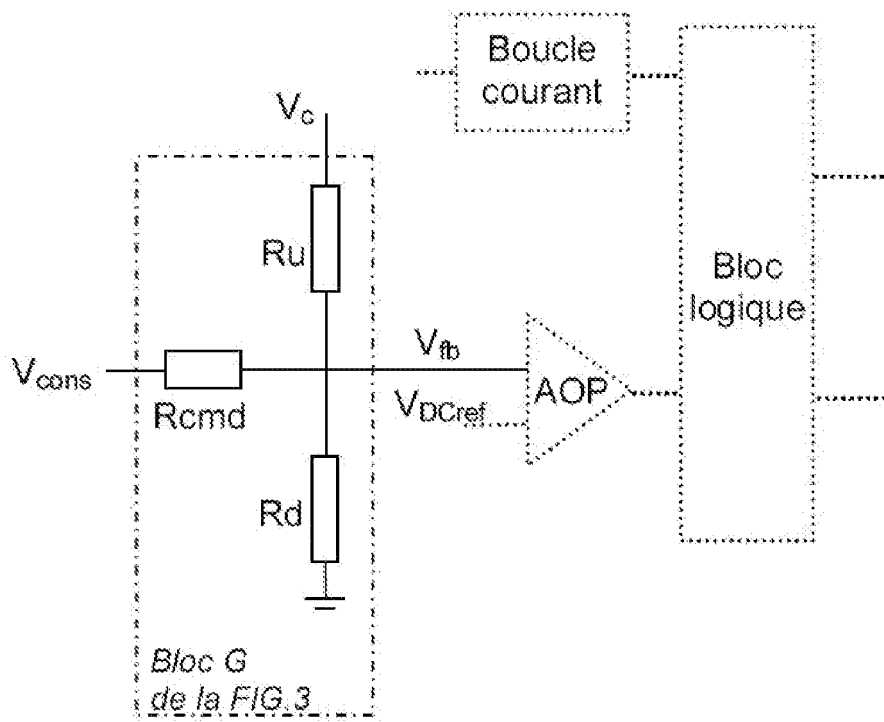
[Fig. 3]



[Fig. 4A]



[Fig. 4B]



[Fig. 5]

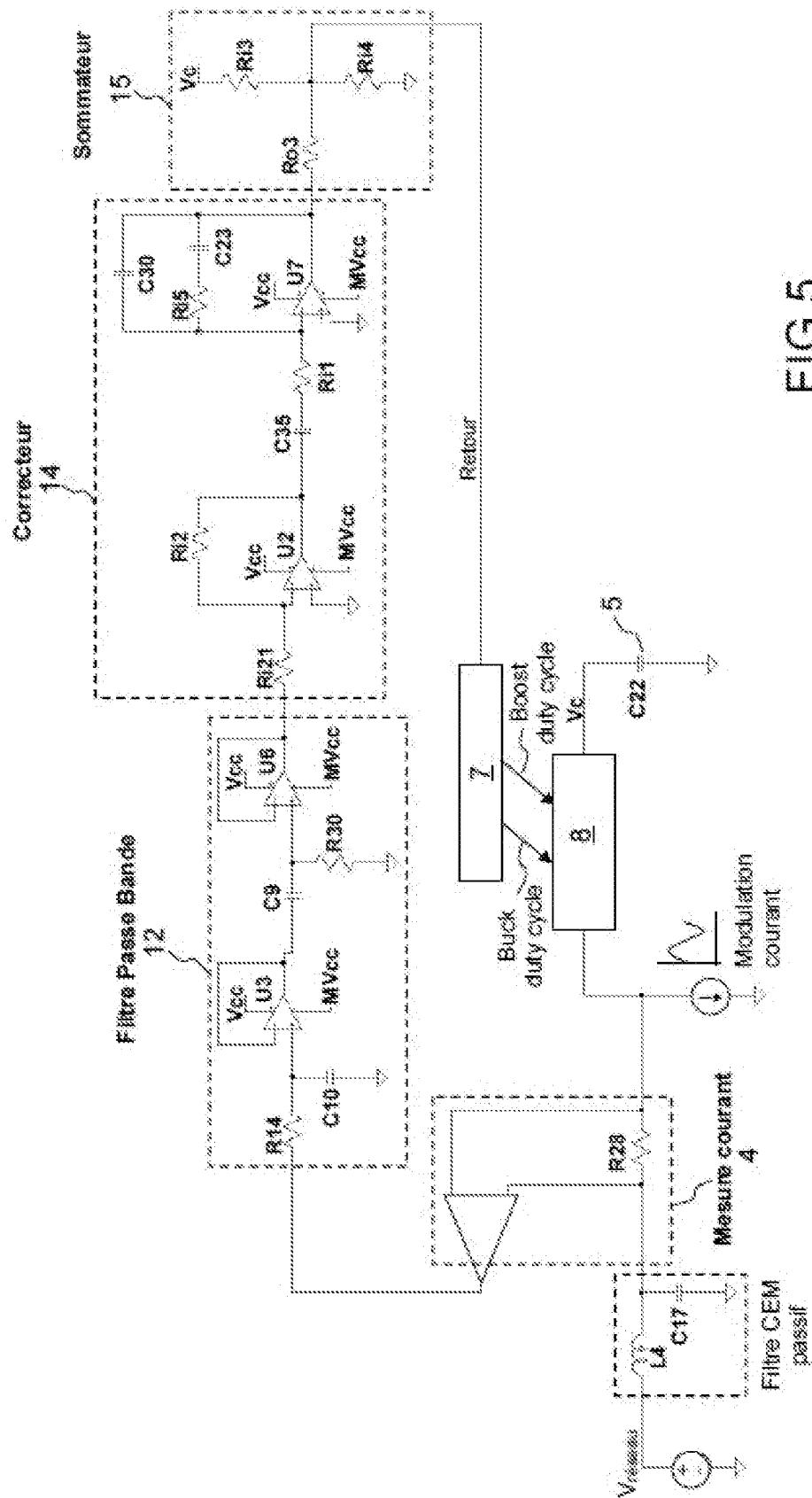


FIG.5

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 7 899 415 B1 (SCHONEMAN GEORGE K [US]
ET AL) 1 mars 2011 (2011-03-01)

US 2011/109159 A1 (DAVIS DON D [US] ET AL)
12 mai 2011 (2011-05-12)

FR 2 090 890 A5 (SIEMENS AG)
14 janvier 1972 (1972-01-14)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT