

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE RÉCEPTION D'ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Domaine de l'invention

5 La présente invention vise un dispositif et un procédé de réception d'ondes électromagnétiques.

La présente invention s'applique au domaine de la protection de moyens de réception d'un signal. Plus particulièrement, l'invention s'applique à la protection des dispositifs en aval d'un capteur de champ électromagnétique contre des
10 agressions impulsionnelles, telles la foudre ou une impulsion électromagnétique (IEM).

État de la technique

La protection des dispositifs électroniques contre les agressions
15 électromagnétiques peut être réalisée soit par filtrage fréquentiel soit par un écrêtage en puissance.

Le filtrage fréquentiel est une technique qui peut être employée uniquement si la bande de fréquence de l'agression ne recouvre pas celle du signal d'intérêt. Dans le cas contraire, l'écrêtage en puissance reste la seule alternative.
20 L'utilisation d'éléments non-linéaires tels que des éclateurs ou des dispositifs à semi-conducteurs, tels les varistors, les diodes Zener ou les TransZorb (marque déposée) par exemple, permettent un écrêtage en puissance.

Lesdits éléments non-linéaires ont une impédance parallèle élevée en régime nominal, pour les petits signaux par exemple, et une impédance parallèle
25 faible pour une tension ou une intensité, aux bornes de l'élément non linéaire, supérieure à un seuil de déclenchement.

Comme les dispositifs existants d'écrêtage en puissance ont un temps de réponse non nul et une impédance parallèle très faible et non nulle, il existe une tension résiduelle due à l'agression électromagnétique.

30 Si les éléments de protection n'ont pas bien été dimensionnés, la tension résiduelle peut être destructive pour les étages en aval. De plus, le niveau de protection d'un dispositif d'écrêtage en puissance influe directement sur la capacité parasite du dispositif d'écrêtage en puissance. Plus un dispositif d'écrêtage en puissance doit écouler de courant, plus la taille des jonctions semi-

conductrices du dispositif d'écrêtage en puissance doivent être grandes. La capacité parasite du dispositif d'écrêtage en puissance est proportionnelle à la taille des jonctions semi-conductrices. Hors la capacité parasite diminue la sensibilité des moyens de réception d'ondes électromagnétiques. Ainsi, un

5 compromis doit être trouvé afin d'avoir une protection efficace des étages en aval tout en conservant une sensibilité suffisante des moyens de réception d'ondes électromagnétiques.

Objet de l'invention

10 La présente invention vise à remédier à tout ou partie de ces inconvénients.

À cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise un dispositif de réception d'ondes électromagnétiques, qui comporte :

- un capteur de champ électromagnétique,
- au moins un déclateur de protection contre un courant induit par une

15 agression impulsionnelle reçue par le capteur, connecté au capteur, créant un court-circuit aux bornes du capteur,

- au moins une inductance, connectée à l'éclateur, limitant la vitesse de progression d'une partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle,

20 - des moyens d'écrêtage de la partie résiduelle du courant de l'agression impulsionnelle connectés à l'au moins une inductance, écrêtant la partie du courant induit par l'agression impulsionnelle et

- un amplificateur d'un signal connecté en parallèle avec les moyens d'écrêtage configuré pour amplifier des ondes électromagnétiques reçues par le

25 capteur.

Ces modes de réalisation présentent l'avantage de protéger tous les éléments du dispositif de réception d'ondes électromagnétiques contre des agressions impulsionnelles qui ne présentent pas les mêmes profils énergétiques en temps et en amplitude, tout en conservant un fonctionnement nominal en

30 utilisation normal du dispositif de réception d'ondes électromagnétiques. La capacité parasite du dispositif de protection est faible.

De plus, ces modes de réalisation présentent l'avantage de protéger les éléments en aval du dispositif de réception d'ondes électromagnétiques. En outre,

le dispositif de protection dégrade faiblement la sensibilité du senseur de champ pris isolément.

Aussi, en fonctionnement normal, le dispositif de réception objet de la présente invention est protégé contre des agressions impulsionnelles, telles la foudre et l'IEM, et conserve une sensibilité qui est du même ordre de grandeur que le même dispositif de réception sans le dispositif de protection.

L'amplificateur permet d'augmenter le gain du signal capté par le senseur de champ en fonctionnement normal. Le dispositif de protection rend compatible les niveaux de puissance d'une partie résiduelle d'un courant induit par une agression impulsionnelle avec les niveaux admissible par l'étage d'entrée de l'amplificateur à faible bruit, en cas d'agression.

Le dispositif de réception objet de la présente invention est robuste aux agressions impulsionnelles. En outre, l'énergie due à une agression impulsionnelle est dissipée en partie par le dispositif de protection et en partie rayonné de nouveau par le senseur.

Dans des modes de réalisation, les moyens d'écrêtage sont au moins une diode TVS (acronyme de « Transient Voltage Suppressor » en terminologie anglo-saxonne).

Une diode TVS a une faible tension de seuil et peut présenter également une faible capacité parasite. L'avantage de ces modes de réalisation est de permettre un écrêtage par mise en conduction d'au moins une diode pour les tensions résiduelles de l'agression impulsionnelle supérieures à la tension de seuil.

Dans des modes de réalisation, les moyens d'écrêtage sont un pont de diodes TVS.

L'avantage de ces modes de réalisation est de permettre un écrêtage des deux polarités de l'agression impulsionnelle.

Dans des modes de réalisation, au moins une diode a un pouvoir d'écoulement en courant de l'ordre de vingt-cinq ampères (A).

Une capacité parasite faible peut être obtenue pour cette gamme de diodes et ainsi limiter l'effet parasite en mode nominal du dispositif de protection sur les

ondes électromagnétiques reçues par les moyens de réception d'ondes électromagnétiques.

5 Dans des modes de réalisation, l'éclateur est un éclateur dipolaire dont les deux pôles sont connectés aux moyens de réception d'ondes électromagnétiques.

Ces modes de réalisation présentent l'avantage de créer un court-circuit aux bornes des moyens de réception d'ondes électromagnétiques limitant une surtension.

10 Dans des modes de réalisation, l'éclateur est un éclateur à gaz.

L'avantage de ces modes de réalisation est d'accroître la vitesse d'amorçage de l'éclateur.

15 Dans des modes de réalisation, l'éclateur est un éclateur de faible tension d'amorçage statique.

Ces modes de réalisation présentent l'avantage d'augmenter la vitesse d'amorçage de l'éclateur.

20 Dans des modes de réalisation, l'inductance est de l'ordre du micro Henry.

L'avantage de ces modes de réalisation est de ralentir la progression de l'agression impulsionnelle afin de permettre à au moins un éclateur de s'amorcer.

Selon un deuxième aspect, la présente invention vise un procédé de réception d'ondes électromagnétiques qui comporte les étapes suivantes :

- 25
- réception d'une agression impulsionnelle par un capteur de champ électromagnétique,
 - création d'un court-circuit aux bornes du capteur,
 - dissipation par rayonnement par le capteur de champ d'au moins une partie d'un courant induit par l'agression impulsionnelle,
 - 30 - limitation de la vitesse de progression d'une partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle,
 - écrêtage de la partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle et
 - amplification d'ondes électromagnétiques reçues par le capteur.

Les avantages, buts et caractéristiques particuliers du procédé objet de la présente invention étant similaires à ceux du dispositif objet de la présente invention, ils ne sont pas rappelés ici.

5 **Brève description des figures**

D'autres avantages, buts et caractéristiques particuliers de l'invention ressortiront de la description non-limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier d'un dispositif et d'un procédé de réception d'ondes électromagnétiques dans lesquels :

- 10 - la figure 1 représente, schématiquement, un premier mode de réalisation particulier d'un dispositif de réception d'ondes électromagnétiques objet de la présente invention et
- la figure 2 représente, sous forme de logigramme, un premier mode de réalisation particulier d'un procédé de réception d'ondes
- 15 électromagnétiques objet de la présente invention.

Description d'exemples de réalisation de l'invention

La présente description est donnée à titre non-limitatif, chaque caractéristique d'un mode de réalisation pouvant être combinée à toute autre

20 caractéristique de tout autre mode de réalisation de manière avantageuse.

On définit une agression impulsionnelle comme étant un événement de forte intensité et de courte durée tel la foudre dont la durée est de l'ordre de trente microsecondes ou une impulsion électromagnétique dont la durée est de l'ordre de trente nanosecondes, par exemple.

25 On rappelle qu'un éclateur réalise un court-circuit en créant un arc électrique provoqué par l'ionisation d'un gaz. Et qu'une diode TVS est une diode de suppression de tensions transitoires.

On observe sur la figure 1, un mode de réalisation particulier 10 d'un dispositif de réception d'ondes électromagnétiques objet de la présente invention

30 comportant un mode de réalisation particulier 120 d'un dispositif de protection de moyens de réception d'ondes électromagnétiques.

Le dispositif 10 comporte :

- un senseur 100 de champ électromagnétique,

- un dispositif 120 de protection de moyens de réception d'ondes électromagnétiques connecté au senseur 100 et
- un amplificateur 170 d'un signal connecté au dispositif 120 de protection.

5 Le dispositif 10 peut être une antenne, par exemple.

Préférentiellement, le senseur 100 de champ électromagnétiques comporte :

- un fouet vertical et
- un plan de sol comportant au moins deux radians conducteurs.

10 Préférentiellement, les dimensions du senseur 100 de champ sont faibles devant les longueurs d'ondes reçues et les radians conducteurs sont uniformément répartis.

Préférentiellement, le signal électromagnétique reçu par le senseur 100 est un signal radioélectrique à haute fréquence.

15 Le senseur 100 de champ électromagnétique peut être symbolisé schématiquement par un générateur 105 d'énergie électrique en série avec une capacité 110 et une résistance 115. Les valeurs de la capacité 110 et de la résistance 115 peuvent être obtenues par calcul électromagnétique du senseur 100. Préférentiellement, la valeur de résistance 115 est de l'ordre d'une dizaine
20 d'ohms et la valeur de la capacité 110 est d'une vingtaine de pico Farads (pF).

Le senseur de champ 100 est branché sur des conducteurs électriques 125 et 130 du dispositif 120 de protection.

L'amplificateur 170 est branché sur des conducteurs électriques 160 et 165 du dispositif 120 de protection.

25 Le dispositif de protection 120 comporte au moins un éclateur 135. L'éclateur 135 est un éclateur de protection contre un courant induit par une agression impulsionnelle. Préférentiellement, l'éclateur 135 est un éclateur à gaz à faible tension d'amorçage statique, de l'ordre de 75 volts, par exemple. Préférentiellement, l'éclateur 135 est un éclateur à deux électrodes. Les deux
30 électrodes de l'éclateur 135 sont connectées à deux conducteurs électriques 125 et 130. Les conducteurs électriques 125 et 130 sont des conducteurs électriques en sortie du senseur 100 de champ électromagnétique.

Au moins une inductance 140 est connectée à l'éclateur 135, préférentiellement sur le conducteur électrique 125. La valeur de l'inductance 140 est de l'ordre du micro Henry, par exemple.

5 Le dispositif 120 de protection comporte des moyens d'écrêtage 145 connectés à l'inductance 140. Les moyens d'écrêtage 145 et l'inductance 140 sont montés en parallèle avec l'éclateur 135. Préférentiellement, les moyens d'écrêtage 145 comportent au moins une diode TVS (acronyme de « Transient Voltage Suppressor » en terminologie anglo-saxonne).

10 Préférentiellement, les moyens d'écrêtage 145 comportent deux diodes TVS, 150 et 155, polarisées en sens opposé l'une de l'autre. Les diodes 150 et 155 sont montées en parallèle.

Préférentiellement, chaque diode, 150 ou 155, a une capacité de l'ordre de cinq pico Farad (pF) et un pouvoir d'écoulement en courant de l'ordre de vingt-cinq Ampères (A).

15 Le dispositif 120 comporte deux conducteurs électriques 160 et 165 en sortie. Préférentiellement, le conducteur électrique 160 est connecté au conducteur électrique entre l'inductance 140 et les moyens d'écrêtage 145. Le conducteur électrique 165 est connecté au conducteur électrique entre les moyens d'écrêtage 145 et l'éclateur 135.

20 Préférentiellement, un amplificateur 170 d'un signal est placé en parallèle avec les moyens d'écrêtage 145 sur les conducteurs électriques 160 et 165. L'amplificateur 170 comporte un amplificateur à faible bruit 175, par exemple.

25 Lorsqu'un dispositif 10 de réception d'ondes électromagnétiques subit une agression impulsionnelle, telle la foudre ou une impulsion électromagnétique, l'éclateur 135 s'amorce et crée un court-circuit. Le court-circuit créé réfléchit, vers le senseur 100 de champ électromagnétique, une partie de l'énergie due à l'agression impulsionnelle qui est à nouveau rayonnée.

30 La partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle est transmise à l'inductance 140 qui limite la vitesse de progression du courant. Le courant arrivant sur les moyens d'écrêtage 145 est ensuite écrêté au moyen d'au moins une diode, 150 ou 155, et le courant résiduel est transmis à l'amplificateur 170 branché en parallèle aux moyens d'écrêtage 145, sur les conducteurs électriques 160 et 165. Préférentiellement, le courant résiduel est transmis à un

amplificateur 170 de signal sans l'endommager. Préférentiellement, le choix des composants du dispositif 120 est effectué en fonction de l'amplificateur 170 branché sur les conducteurs électriques 160 et 165, qui comporte un amplificateur à faible bruit 175.

- 5 En négligeant l'impédance de l'inductance 140, le niveau de champ qu'il est possible de recueillir à l'entrée de l'amplificateur à faible bruit 175 est donné par la relation :

$$e_a(t) = \frac{C_f}{C_f + C_{ecl} + C_{ecr} + C_a} e(t) \quad (a)$$

10

où C_f est la capacité du fouet du senseur 100, C_{ecl} est la capacité de l'éclateur 135, C_{ecr} est la capacité des moyens d'écrtage 145 et C_a est la capacité de l'étage d'entrée de l'amplificateur à faible bruit 175.

- 15 Le choix des composants est tel que les capacités de l'éclateur 135 et des moyens d'écrtage 145 sont faibles devant la capacité du fouet et la capacité de l'étage d'entrée de l'amplificateur à faible bruit 175.

L'amplificateur à faible bruit 175 accroît la puissance du champ électrique capté par le senseur 100 de champ électromagnétique en dégradant un minimum le rapport signal à bruit.

- 20 Le rapport signal à bruit en sortie de l'amplificateur à faible bruit 175 s'écrit

$$\left. \frac{S}{B} \right|_s = \left. \frac{S}{B_0} \right|_e \times \frac{C_f \sqrt{N}}{(C_f + C_{ecl} + C_{ecr} + NC_a) \sqrt{T_b}} \sqrt{\frac{T_0}{T_b}} \quad (b)$$

- 25 où N est le nombre d'amplificateurs à faible bruit 175 montés en parallèle et T_b est la température de bruit, ramené à l'entrée, d'un amplificateur 170.

L'équation b est valable si :

$$\left(\frac{C_f \sqrt{N}}{(C_f + C_{ecl} + C_{ecr} + NC_a) \sqrt{T_b}} \sqrt{\frac{T_0}{T_b}} \right)^2 \ll 1 \quad (c)$$

Pour T_b fixé, le facteur de bruit présente un minimum quand

$$NC_a = C_f + C_{écl} + C_{écr} \quad (d)$$

Préférentiellement, l'étage d'entrée de l'amplificateur à faible bruit 175 comporte au moins 4 transistors de type JFET (acronyme de « *Junction Field Effect Transistor* » en terminologie anglo-saxonne). Un transistor de type JFET est un transistor à effet de champ dont une grille est directement en contact avec un canal. Chaque transistor présente une capacité de cinq pico Farads (pF).

10

On observe sur la figure 2, un mode de réalisation particulier 20 d'un procédé de réception d'ondes électromagnétiques.

Le procédé 20 comporte les étapes suivantes :

- réception 21 d'une agression impulsionnelle par un senseur 100 de
15 champ électromagnétique,
- création 22 d'un court-circuit aux bornes du senseur 100,
- dissipation 23 par rayonnement par le senseur 100 de champ d'au moins
une partie d'un courant induit par l'agression impulsionnelle,
- limitation 24 de la vitesse de progression d'une partie résiduelle du
20 courant induit par l'agression impulsionnelle,
- écrêtage 25 de la partie résiduelle du courant induit par l'agression
impulsionnelle et
- amplification 26 d'ondes électromagnétiques reçues par le senseur 100.

Préférentiellement, les étapes du procédé 20 sont réalisées au moyen d'un
25 dispositif 10 de réception d'un signal objet de la présente invention.

L'étape de réception 21 d'un courant induit par une agression impulsionnelle est réalisée par des moyens de réception d'un signal. Préférentiellement, les moyens de réception d'un signal sont un senseur 100 de champ électromagnétique.

30

L'étape de création 22 d'un court-circuit aux bornes de moyens de réception d'ondes électromagnétiques est réalisée au moyen de l'éclateur 135 du dispositif 120, par exemple. Préférentiellement, l'éclateur 135 s'amorce après réception 21 de l'agression impulsionnelle et crée le court-circuit.

Préférentiellement, lors de l'étape 23 une partie de l'énergie due à l'agression impulsionnelle reçue par le senseur 100 de champ est rayonné de nouveau par le senseur 100 de champ.

5 L'étape de limitation 24 de la vitesse de progression d'une partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle est mise en œuvre par une inductance 140, par exemple.

L'étape d'écrtage 25 de la partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle est réalisée au moyen des moyens d'écrtage 145 comportant le pont de diodes comportant les diodes 150 et 155, par exemple.

10 L'étape d'amplification 26 d'ondes électromagnétiques reçues par le senseur 100 est mise en œuvre par un amplificateur à faible bruit 175, par exemple.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif (10) de réception d'ondes électromagnétiques, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5 - un capteur (100) de champ électromagnétique,
 - au moins un éclateur (135) de protection contre un courant induit par une agression impulsionnelle reçue par le capteur, connecté au capteur, créant un court-circuit aux bornes du capteur,
 - au moins une inductance (140), connectée à l'éclateur, limitant la vitesse
- 10 de progression d'une partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle,
 - des moyens d'écrêtage (145) de la partie résiduelle du courant de l'agression impulsionnelle connectés à l'au moins une inductance, écrêtant la partie du courant induit par l'agression impulsionnelle et
- 15 - un amplificateur (170) d'un signal connecté en parallèle avec les moyens d'écrêtage configuré pour amplifier des ondes électromagnétiques reçues par le capteur.

2. Dispositif (10) selon la revendication 1, dans lequel les moyens d'écrêtage (145) sont au moins une diode TVS (150, 155) (acronyme de « Transient Voltage Suppressor » en terminologie anglo-saxonne)

3. Dispositif (10) selon la revendication 2, dans lequel les moyens d'écrêtage (145) sont un pont de diodes TVS (150, 155).

4. Dispositif (10) selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel au moins une diode TVS (150, 155) a un pouvoir d'écoulement en courant de l'ordre de vingt-cinq ampères (A).

5. Dispositif (10) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'éclateur (135) est un éclateur dipolaire dont les deux pôles sont connectés aux moyens (100) de réception d'ondes électromagnétiques.

6. Dispositif (10) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'éclateur (135) est un éclateur à gaz.

7. Dispositif (10) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel l'éclateur (135) est un éclateur de faible tension d'amorçage statique.

8. Dispositif (10) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel au moins une inductance (140) est de l'ordre du micro Henry.

9. Procédé (20) de réception d'ondes électromagnétiques caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- réception (21) d'une agression impulsionnelle par un senseur (100) de champ électromagnétique,

- création (22) d'un court-circuit aux bornes du senseur,

- dissipation (23) par rayonnement par le senseur de champ d'au moins une partie d'un courant induit par l'agression impulsionnelle,

- limitation (24) de la vitesse de progression d'une partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle,

- écrêtage (25) de la partie résiduelle du courant induit par l'agression impulsionnelle et

- amplification (26) d'ondes électromagnétiques reçues par le senseur.

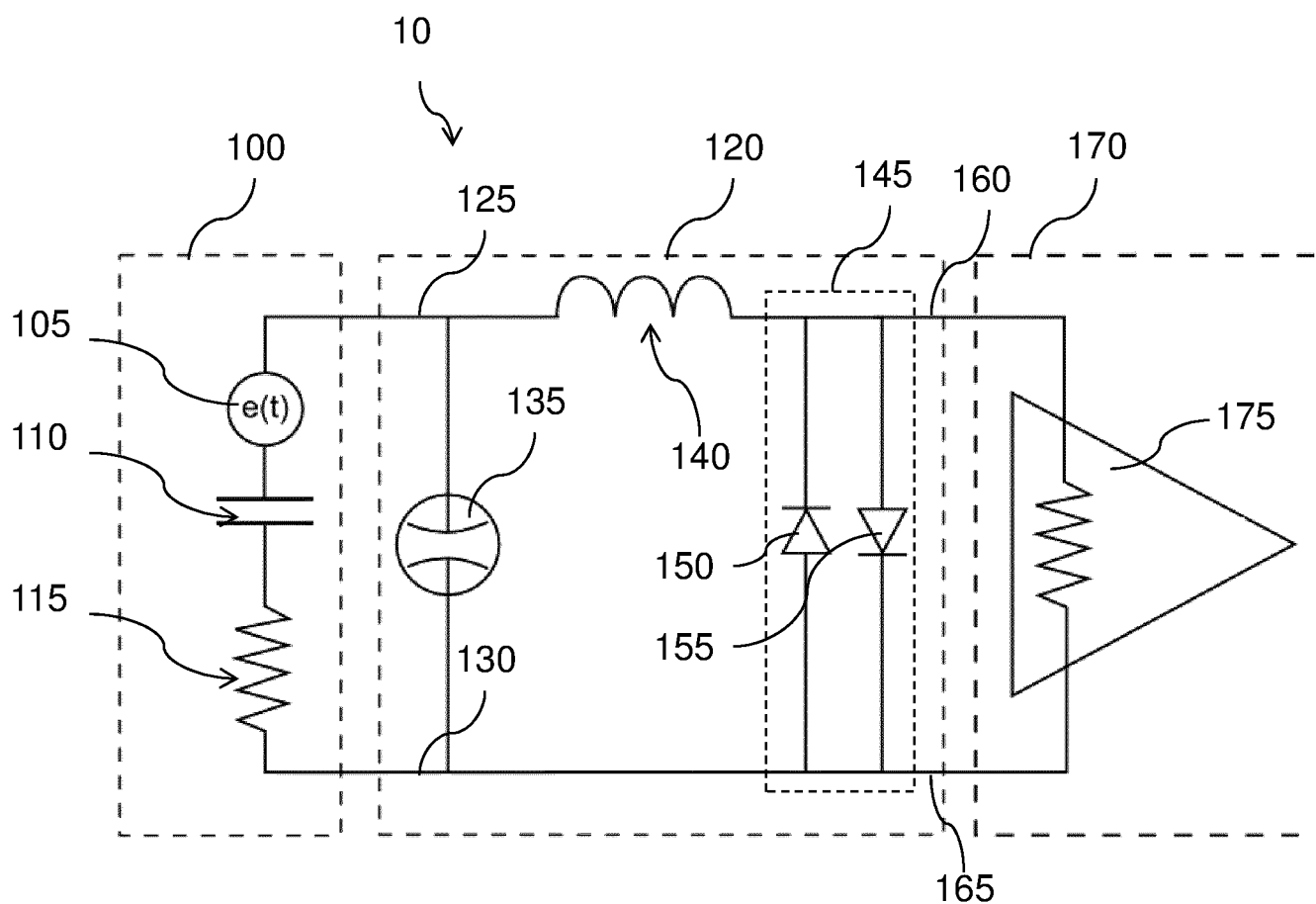


Figure 1

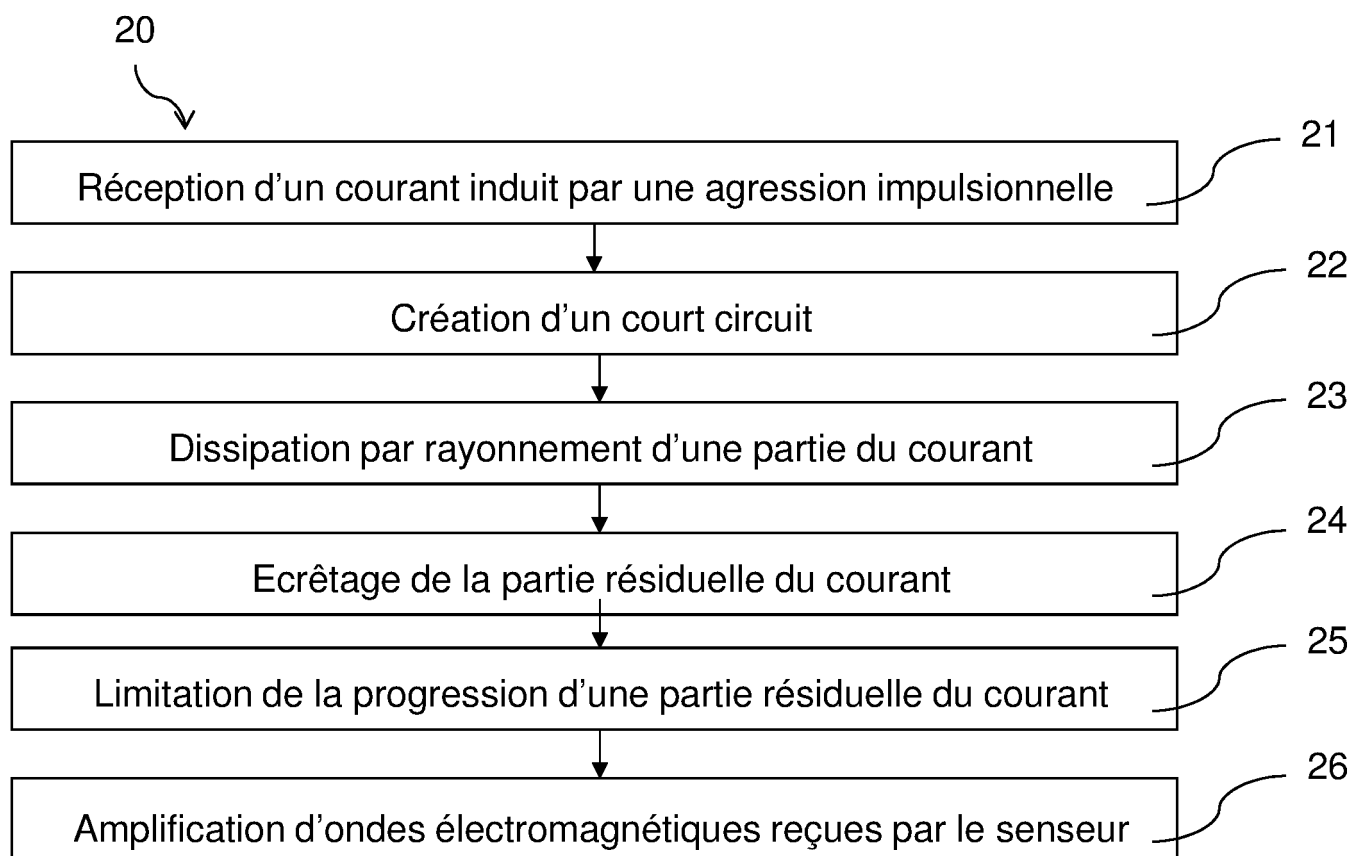


Figure 2



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 806251
FR 1460662

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	US 3 934 175 A (CLARK OSCAR M) 20 janvier 1976 (1976-01-20) * colonne 3, ligne 67 - colonne 4, ligne 24; figure 6 *	1-9	H02H7/20 H02H9/06
A	US 2002/163021 A1 (ROBB FRANCINE Y [US] ET AL) 7 novembre 2002 (2002-11-07) * alinéa [0012]; figure 6 *	1-4,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04B H02H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 mai 2015		Ciccarese, Corrado	
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 1460662 FA 806251

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 **26-05-2015**

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 3934175	A	20-01-1976	AUCUN

US 2002163021	A1	07-11-2002	US 2002163021 A1 07-11-2002
			US 2003205762 A1 06-11-2003
