

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 56301 A1

(51) Cl. internationale :
G01R 29/08; H04B 7/00

(43) Date de publication :
31.10.2023

(21) N° Dépôt :
56301

(22) Date de Dépôt :
15.04.2022

(71) Demandeur(s) :
Université Internationale de RABAT , Parc Technopolis Rabat-Shore, Campus universitaire UIR, Rocade Rabat-Salé, 11100 Sala El Jadida (MA)

(72) Inventeur(s) :
Mounir Ghogho ; KOBANE ABDELLATIF ; Yassine Ben-aboud ; SOFIE POLLIN

(74) Mandataire :
Bouya Mohsine

(54) Titre : **Méthode de calibration de capteurs bas-coût de puissance électromagnétique et leur utilisation dans la mesure de la pollution électromagnétique (Electro-smog)**

(57) Abrégé : La présente invention concerne une méthode de la calibration des capteurs bas coût de puissance électromagnétique et leur utilisation dans la mesure de la pollution électromagnétique. Ladite méthode comporte une étape de mesure des radiations électromagnétiques ambiantes par un capteur bas cout de type radio définie par logiciel (SDR) comportant une antenne de mesures de fréquences. Cette étape est suivie par une deuxième étape de correction en utilisant les paramètres de l'antenne ainsi qu'avec la correction du décalage de puissance dudit capteur bas cout. Le niveau de pollution électromagnétique est ainsi déduit à partir de la mesure corrigée et en utilisant les données sur la surface efficace de l'antenne dudit capteur électromagnétique.

Méthode de calibration de capteurs bas-coût de puissance électromagnétique et leur utilisation dans la mesure de la pollution électromagnétique (Electro-smog).

Résumé

La présente invention concerne une méthode de la calibration des capteurs bas coût de puissance électromagnétique et leur utilisation dans la mesure de la pollution électromagnétique. Ladite méthode comporte une étape de mesure des radiations électromagnétiques ambiantes par un capteur bas cout de type radio définie par logiciel (SDR) comportant une antenne de mesures de fréquences. Cette étape est suivie par une deuxième étape de correction en utilisant les paramètres de l'antenne ainsi qu'avec la correction du décalage de puissance dudit capteur bas cout. Le niveau de pollution électromagnétique est ainsi déduit à partir de la mesure corrigée et en utilisant les données sur la surface efficace de l'antenne dudit capteur électromagnétique.

Méthode de calibration de capteurs bas-coût de puissance électromagnétique et leur utilisation dans la mesure de la pollution électromagnétique (Electro-smog).

Domaine de la technique

La présente invention se rapporte au domaine dispositions ou appareils pour la mesure des grandeurs magnétiques.

Art antérieur

Le brevet CN1556418A divulgue une méthode de détermination et d'analyse, par des moyens mobiles, de l'environnement électromagnétique spatial. Cette solution intègre la mesure environnementale du champ électromagnétique spatial en combinaison avec le positionnement géographique.

L'invention CN209387848U divulgue un dispositif de surveillance de l'environnement du champ magnétique domestique. L'invention exploite un module de capteur low-cost, un module d'acquisition de données effectuant ensuite un échantillonnage à grande vitesse sur le signal d'induction magnétique, et convertit le champ magnétique -Signal analogique détecté en un signal numérique et l'envoi au processeur ARM.

L'invention US10338118B1 concerne un système et un procédé pour détecter et identifier des signaux électromagnétiques émis. L'invention comprend un capteur, qui est une radio définie par logiciel (SDR). Les caractéristiques distinctives d'un capteur électromagnétique typique disponible dans le commerce incluent la possibilité de reprogrammer entièrement le capteur ou le SDR en question, plutôt que de simplement modifier légèrement le comportement avec de légers changements d'entrée variables.

L'invention US10145875B1 concerne de manière générale le domaine de la détection, de la surveillance et de la gestion des rayonnements électromagnétiques. Plus particulièrement, la présente invention concerne un procédé et un système améliorés pour détecter, surveiller et gérer l'électro-smog en lisant les niveaux d'électro-smog par des capteurs et en alertant les personnels requis ou un autre système connecté simultanément pour prendre les mesures nécessaires en cas d'augmentation des niveaux d'électro-smog.

Résumé

Le processus a pour objet la calibration des capteurs bas coût de puissance électromagnétique et leur utilisation dans la mesure de la pollution électromagnétique caractérisé par :

1. Ledit capteur bas cout est un récepteur radio définie par logiciel (« software defined radio » ou SDR).
2. Ledit capteur bas coût fournis à l'aide d'une antenne des mesures de la puissance des signaux sans fils à différentes fréquences.
3. Lesdites mesures fournies par ledit capteur bas coût sont corrigé en utilisant les paramètres de l'antenne ainsi qu'avec la correction du décalage de puissance dudit capteur bas cout.
4. Ladite pollution électromagnétique est estimée en utilisant des équations spécifiques de ladite mesure de puissance corrigée et des paramètres de ladite antenne.

Problème technique

L'Electro-smog regroupe toutes les radiations, causé par les humains, qui nous entourent. D'après La commission internationale de la protection des radiations non ionisantes (ICNIRP), la pollution électromagnétique est en croissance continue due au développement rapide de nouvelles technologies de communication sans fils. Ainsi, il est important de surveiller sa croissance.

Pour garantir des environnements de vie et de travail protégés, on a besoin de mesures préventives contre l'electro-smog. Suivant cet objectif, l'ICNIRP impose des restrictions basiques à respecter dans le but de garantir la sûreté de la population exposée à l'electro-smog. Ces restrictions basiques sont ; le taux d'absorption d'énergie spécifique (« specific energy absorption rate » ou SAR) de tout le corps, SAR locale (100 kHz à 6 GHz), absorption d'énergie spécifique locale (SA) (400 MHz à 6 GHz), et la densité de puissance absorbée localement (6GHz à 300 GHz). Ces restrictions basiques doivent toutes être respectées simultanément pour protéger contre l'élévation de température, vu que c'est l'effet adverse principal considéré comme risque dans les milieux urbains (100 kHz à 6 GHz).

Pour remédier au problème de la difficulté de mesure des restrictions basiques au niveau pratique, l'ICNIRP a dérivé des niveaux de référence de différentes études et mesures pour fournir une quantité pratique à mesurer et qui peut être utilisée pour montrer le respect ou non des restrictions basiques. La plus pratique de ces niveaux de référence est la densité de puissance incidente mesurée en W/m^2 .

Généralement, des stations de mesure fixes ou portables (EMF meters) sont utilisées pour mesurer le niveau de référence. Par contre ces stations de mesure sont chères (de centaine à milliers d'euro par station) rendant ainsi les déploiements larges difficiles et très coûteux. Une approche différente au problème est l'utilisation de capteurs bas coût et de prioriser une grande densité de capteur, ainsi sacrifiant un peu de précision de mesure pour une couverture spatiale plus importante.

Solution technique

La présente invention propose de déterminer la radiation électromagnétique moyennant des capteurs électromagnétique de bas coût (RTL-SDR usb dongle, Nooelec SDR dongle, ou similaire) en prenant en considération les paramètres intrinsèques aux capteurs.

Le processus a pour objet la calibration des capteurs bas coût de puissance électromagnétique et leur utilisation dans la mesure de la pollution électromagnétique caractérisé par :

1. Ledit capteur bas coût est un récepteur radio définie par logiciel (« software defined radio » ou SDR).
2. Ledit capteur bas coût fournis à l'aide d'une antenne des mesures de la puissance des signaux sans fils à différentes fréquences.
3. Lesdites mesures fournies par ledit capteur bas coût sont corrigé en utilisant les paramètres de l'antenne ainsi qu'avec la correction du décalage de puissance dudit capteur bas coût.
4. Ladite pollution électromagnétique est estimée en utilisant des équations spécifiques de ladite mesure de puissance corrigée et des paramètres de ladite antenne.

- La calibration du capteur bas coût se fait en mesurant le décalage de puissance causé par la configuration du SDR (o_{rf}) ainsi que le gain d'antenne utilisé (g_a) et la configuration du gain du SDR (g_{rf}), et enlevant ces influences des mesures (\bar{P}) pour avoir la puissance corrigée (P).

$$P = \bar{P} - g_{rf} - g_a - o_{rf}$$

Description des figures

- La figure 1 illustre un exemple de mesures faites pour la calibration d'un RTL-SDR. (1) montre la relation entre la configuration du gain RF (g_{rf}) et le décalage de puissance, (2) montre un exemple de la variation du gain d'antenne mesuré par fréquence.

- L'estimation du niveau de référence (la densité de puissance incidente) on estime d'abord la surface efficace de l'antenne (\hat{A}_a) pour une fréquence donnée f avant de l'utiliser avec la puissance corrigée (P) pour estimer la densité de puissance incidente (\hat{S}) :

$$\hat{A}_a = \frac{c^2}{f^2} \frac{10^{\frac{g_a}{10}}}{4\pi}$$

$$\hat{S} = \frac{P}{\hat{A}_a}$$

- La figure 2 montre les données collectées avec ce processus de mesure pour montrer sa validité.

La figure 3 illustre les différentes étapes de mesure de la puissance incidente selon la présente invention.

Les revendications

1. Méthode de calibration d'un capteur électromagnétique de type radio défini par logiciel basé sur l'estimation de la radiation électromagnétique incidente à partir de la mesure de puissance de signal électromagnétique grâce à une antenne, et la considération des paramètres physiques de ladite antenne
2. Méthode selon la revendication 1 caractérisée en ce que le capteur électromagnétique est de bas coût
3. Méthode selon la revendication précédente caractérisée en ce que ledit capteur bas coût selon la revendication 1 et 2, fournit des mesures de puissance de signal électromagnétique grâce à une antenne.
4. Ledit capteur bas coût selon la revendication 1,2 et 3, est calibré en utilisant des paramètres physiques mesurés notamment le gain de ladite antenne, la configuration dudit capteur et le décalage de puissance
5. Méthode de calibration selon quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comprend une étape d'estimation de la pollution électromagnétique en utilisant les données dudit capteur bas coût de puissance électromagnétique.
6. Méthode de calibration selon la revendication précédente caractérisée en ce que l'étape d'estimation de la pollution électromagnétique est estimée en utilisant les mesures dudit capteur bas coût de puissance électromagnétique et l'estimation de la surface efficace de ladite antenne du capteur.

Figure 1 : Exemple de paramètres de calibration

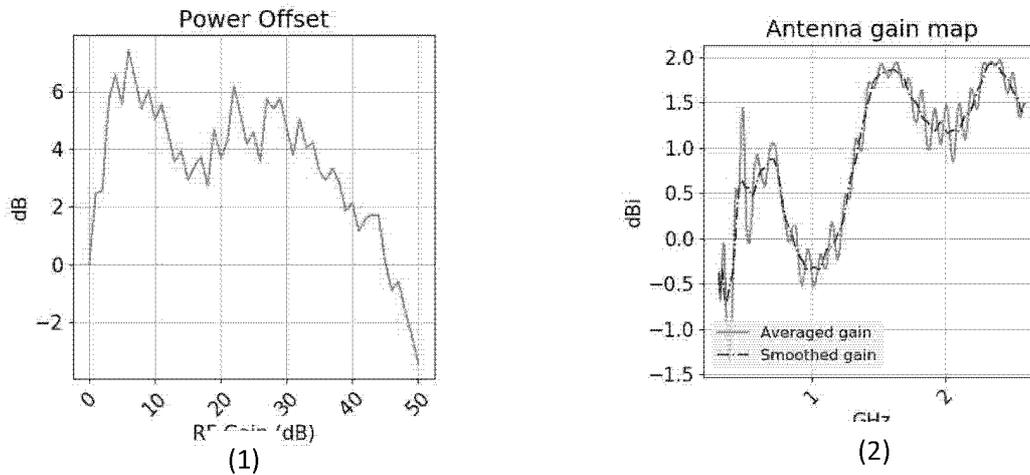


Figure 2 : Données de test collecté pour valider le processus de mesure.

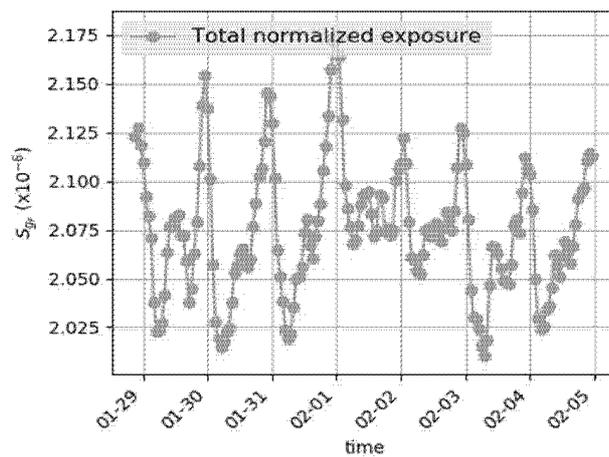


Figure 3 : étapes de calcul pour estimer la puissance incidente et l'estimation de la pollution

