

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 59338 B1

(51) Cl. internationale :
**B42D 25/30; D21H 21/48;
G06K 19/14; G07D 7/04**

(43) Date de publication :
31.10.2024

(21) N° Dépôt :
59338

(22) Date de Dépôt :
08.02.2023

(71) Demandeur(s) :
UNIVERSITE MOHAMMED VI POLYTECHNIQUE, Lot 660, Hay Moulay Rachid Benguerir (MA)

(72) Inventeur(s) :
GRIGUER Hafid ; EL ALAMI Rafiq ; GLAOUI Omar ; ELMOUTAKI Marouane ; Younes ZAAROUR ; ELARROUD Fatima zahrae

(74) Mandataire :
Hicham GOURGUE

(54) Titre : **DOCUMENT SECURISE, SON PROCEDE DE SECURISATION ET PROCEDE D'AUTHENTIFICATION DE CE DERNIER**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un document sécurisé susceptible d'être authentifié par des moyens électroniques, son procédé de sécurisation ainsi que la méthode de vérification de son authenticité.

ABREGE DESCRIPTIF

La présente invention concerne un document sécurisé susceptible d'être authentifié par des moyens électroniques, son procédé de sécurisation ainsi que la méthode de vérification de son authenticité.

**DOCUMENT SECURISE, SON PROCEDE DE SECURISATION ET
PROCEDE D'AUTHENTIFICATION DE CE DERNIER**

5

Domaine de l'Invention

La présente invention se situe dans le domaine de la sécurisation des documents. Elle se rapporte notamment à un procédé de sécurisation de documents divers, à leur authentification ainsi qu'aux documents sécurisés en tant que tels.

15

Art antérieur

L'art antérieur décrit une pluralité de documents sécurisés tels que des pièces d'identité ou des passeports, protégés par des puces électroniques, en l'occurrence des puces NFC ou RFID. La majorité des techniques de sécurisation utilisées dans ce contexte portent sur des méthodes d'association de la puce avec le document à sécuriser ou sur des méthodes d'ajout d'un contenu digital au sein de la mémoire de ladite puce, afin de procurer une caractéristique numérique « digitale » unique au document à sécuriser. (Réf. 1).

25 D'autres techniques de l'art antérieur proposent une association de guilloches physiques sur le matériau même constituant le document, afin de lui procurer une caractéristique « physique » unique, en complément de la caractéristique numérique « digitale » enregistrée sur ladite puce (Réf. 2, Réf. 3)

30 Le contenu digital de la mémoire desdites puces contient, dans la majorité des cas, une information de vérification qui n'est pas liée à une caractéristique physique unique, variable et numérisable, du document sécurisé soumis à vérification.

La présente invention vise donc à remédier, entre autres, à cet inconvénient. Plus particulièrement, l'invention est caractérisée en ce que le document, authentifiable par des moyens électromagnétiques appropriés, est sécurisé au moyen d'une puce électromagnétique intimement liée à des moyens de modulations du flux électromagnétique créé par couplage avec l'antenne d'un lecteur de vérification.

Brève description de l'Invention

10 La présente invention concerne un document sécurisé susceptible d'être authentifié par des moyens électroniques, son procédé de sécurisation ainsi que la méthode de vérification de son authenticité. Elle a premièrement pour objet un document sécurisé tel que défini par la revendication 1.

15 Elle a également pour objet un procédé de sécurisation du document précité, tel que défini par la revendication 7.

Elle a encore pour objet un procédé d'authentification du document précité, tel que défini à la revendication 9.

20

Brève description des dessins

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit et pour la compréhension de laquelle un mode de réalisation particulier est pris à titre d'exemple, mais nullement limitatif et illustré par les dessins annexés.

30 Figure. 1 : mode de réalisation d'un document sécurisé par une puce électromagnétique, une couche de matériaux électromagnétiques modulateurs des flux magnétiques et son lecteur de balayage pour la récupération des diagrammes de flux magnétiques en fonction des axes X et Y ;

Figure. 2 : comparaison des flux magnétiques modulés d'un document sécurisé avec les flux magnétiques non modulés d'un document non sécurisé selon les axes X et Y ;

- 5 Figure. 3 : modes de couplage dans un document sécurisé doté de modulations des flux magnétiques.

Description détaillée de l'Invention

10

L'invention s'étend aux documents et titres comprenant des informations nécessitant une sécurisation physique supplémentaire afin d'en renforcer l'authentification en cas de vérification. Particulièrement la présente invention concerne les documents physiques tels que les diplômes, documents d'identités
15 ou tout autre type de titres administratifs.

20

L'invention est caractérisée en ce que la sécurisation du document objet de l'invention par une puce électromagnétique est intimement liée à des moyens de modulations du flux électromagnétique, par couplage avec l'antenne du lecteur de
20 vérification.

25

L'invention concerne un procédé ou méthode de sécurisation basé sur le principe de la modulation des flux magnétique. La modulation est réalisée par l'incorporation d'une pluralité de matériaux électromagnétiques ayant des
25 possibilités de créer des pics et des ventres au sein de courbes de flux magnétiques selon deux axes de l'espace. Les pic et ventres sont encodés pour créer une série de « 1 » et « 0 » logiques, cette série constituant ainsi un identifiant unique à la fois physique et digital dit « phigital », corrélé à l'incorporation des matériaux physiques du document et à la puce
30 électromagnétique de sécurisation.

L'invention expose également un procédé ou méthode de vérification de l'authenticité, en d'autres termes d'authentification, d'un document supposé sécurisé et, par voie de conséquence, l'éventuelle détection d'un faux document.

La présente invention s'étend plus particulièrement aux documents et titres reconnaissant des informations nécessitant une sécurisation physique supplémentaire, afin d'en renforcer l'authentification en cas de vérification.

5

La présente invention s'étend notamment aux documents et titres administratifs physiques quel qu'en soit le matériau ou le constituant, à titre d'exemple papier, carte PVC, carte aluminium, substrats diélectriques ou équivalents.

10 La présente invention concerne notamment les documents et titres administratifs préalablement sécurisés, ou à faire sécuriser ultérieurement, par une puce électromagnétique, laquelle puce étant dotée d'une antenne de communication électromagnétique, d'une mémoire et d'un protocole de communication en champ électromagnétique proche.

15

La présente invention s'applique avantageusement à des documents et titres administratifs sécurisés par lesdites puces électromagnétiques, lesquels documents comportant cependant un risque de détachement ou de transfert illicite desdites puces vers un faux document.

20

La présente invention expose donc à la fois un dispositif et un procédé de sécurisation supplémentaire de documents préalablement sécurisés par des puces électromagnétique, de même qu'un procédé de vérification de l'authenticité du document original et, le cas échéant, la détection d'un faux document.

25

Selon l'invention, le document sécurisé est intimement lié à une puce électromagnétique et la liaison entre le document et ladite puce est faite par n'importe quelle méthode d'incorporation mécanique telle que l'impression par encre conductrice, par collage ou tout autre méthode connue à cet égard.

30

Selon une exécution particulière de l'invention, la puce électromagnétique contient une antenne métallique sous forme d'une spirale, ladite antenne étant reliée à un circuit électronique doté de moyens de récupération de l'énergie électromagnétique d'excitation provenant de l'antenne du lecteur de vérification en

champs électromagnétique proche. La puce est dotée, selon l'invention, d'une mémoire contenant des données d'identification.

Selon un mode avantageux de réalisation de l'invention, la puce

5 électromagnétique est incorporée au sein du matériau constituant le document.
En cas de couplage électromagnétique entre l'antenne de ladite puce électronique et l'antenne du lecteur de vérification, un flux magnétique résultant est créé. Ledit flux magnétique est potentiellement mesurable par le lecteur de vérification, le lecteur réalisant un mouvement suivant les axes X et Y à une distance Z fixe dudit
10 document.

La puissance du flux magnétique est caractérisée par une fonction mathématique qui varie en fonction de la distance séparant les centres géométriques de l'antenne de la puce et de celle du lecteur, suivant l'axe des X.

15

La puissance dudit flux magnétique est également caractérisée par une fonction mathématique qui varie en fonction de la distance séparant les centres géométriques de l'antenne de la puce et de celle du lecteur, suivant l'axe des Y.

20 Lesdits flux sont particulièrement puissants au centre des distances parcourues et ils sont particulièrement faibles aux extrémités des distances parcourues.
Communément, la puissance maximale du flux sera appelée « pic » et la puissance minimale située entre deux pics successifs sera appelée « ventre ».

25 On décrit ci-après un procédé d'authentification d'un document sécurisé conformément à l'invention, par une comparaison des courbes de flux électrométriques des axes X et Y mesurées par le lecteur de vérification avec ceux de références initialement enregistrées sur la mémoire dudit lecteur.

30 On décrit en outre ci-après un mode de réalisation préféré pour la sécurisation d'un document, caractérisée par une modulation physique des courbes de flux électrométriques suivant les axes X et Y, simultanément ou séparément. Ladite modulation consiste à créer une pluralité de pics et de ventres sur les courbes des flux électromagnétiques suivant les axes X et Y, simultanément ou séparément.

L'invention est caractérisée par le fait que ladite modulation est créée par l'ajout, au sein du document sécurisé, d'une combinaison de matériaux électromagnétiques distincts l'un de l'autre, ayant des formes particulières juxtaposés à une position intimement liée à la zone de flux électromagnétique de l'antenne de la puce électromagnétique.

La présente invention est caractérisée en ce que les matériaux utilisés selon un mode de réalisation avantageux sont respectivement un matériau électriquement conducteur et un matériau ferromagnétique.

10

Selon un mode de réalisation de l'invention préféré, le matériau électriquement conducteur est incorporé au document par impression par encre conductrice à épaisseur contrôlée.

15 Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le matériau ferromagnétique est incorporé au document par impression par une encre ferromagnétique, notamment de type oxyde de fer, à épaisseur contrôlée.

Selon l'invention, lors du couplage magnétique entre l'antenne du lecteur et l'antenne de la puce électromagnétique, des courants induits de type « Eddy » sont générés à la surface du matériau conducteur. Les courants « Eddy » induits génèrent un flux magnétique, en opposition de phase avec le flux magnétique initialement créé par le couplage desdites antennes. Le flux magnétique opposé provoque une très forte atténuation (évanouissement) de la puissance et, par conséquent, la création d'un ventre sur la courbe de représentation de la puissance du flux magnétique, ce ventre étant principalement situé sur la zone occupée par ledit matériau électriquement conducteur.

Selon l'invention, en cas de couplage magnétique entre l'antenne du lecteur et l'antenne de la puce électromagnétique ledit matériau ferromagnétique agit sur le filtrage des courants « Eddy » qui peuvent se situer sur les surfaces métalliques de l'antenne de la puce électromagnétique. Ce filtrage provoque une atténuation ou minimalisation de la création d'un flux magnétique opposé et provoque ainsi une augmentation de la puissance et par conséquent la création d'un pic sur la

courbe de représentation de la puissance du flux magnétique, ce pic étant majoritairement situé sur la zone d'occupation du matériau ferromagnétique.

5 Selon l'invention, la combinaison des matériaux électriquement conducteurs et des matériaux ferromagnétiques génère une modulation des courbes de flux magnétiques en fonction des distances balayés en X et Y par l'antenne du lecteur par rapport à l'antenne de la puce électromagnétique à une distance Z fixe.

10 Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le matériau électriquement conducteur occupe une surface identique à la surface interne de l'antenne de la puce électromagnétique, laquelle est délimitée par les spires conductrices de l'antenne de la puce.

15 Selon un mode de réalisation particulier de la présente invention, le matériau ferromagnétique occupe une surface identique à celle des spires conductrices de l'antenne de la puce.

Mise en œuvre du procédé de sécurisation d'un document selon l'invention :

- 20
- association par incorporation mécanique de la puce électromagnétique au document à sécuriser, ladite puce comportant une antenne de sécurité et une mémoire, ladite puce étant caractérisée par un identifiant digital unique stocké sur sa mémoire;
 -
- 25
- identification d'une zone d'impression des matériaux électromagnétiques sur l'une ou l'autre des faces du document, proche de la zone occupée par la puce électromagnétique.
 - impression d'une couche d'épaisseur contrôlée du matériau électriquement conducteur sur sa zone initialement identifiée, ladite couche occupant une surface identique à celle de la surface interne de
- 30
- l'antenne de sécurité, délimitée par les spires conductrices de l'antenne de sécurité ;
 - impression d'une couche d'épaisseur contrôlée de matériau ferromagnétique sur sa zone initialement identifiée, ladite couche

occupant une surface identique à la surface des spires conductrices de l'antenne de sécurité ;

- positionnement du document sur un plan non conducteur électriquement ;
- 5 - orientation et fixation du document selon un repère (X, Y, Z)
- préparation d'un lecteur doté d'une puce électromagnétique de vérification constituée d'une antenne d'excitation électromagnétique et d'un circuit électronique de pilotage de l'excitation électromagnétique, ledit lecteur étant doté d'une unité électronique de lecture de la
- 10 puissance du flux magnétique susceptible d'être créée en cas de couplage avec une autre antenne externe, ledit lecteur étant doté d'une unité de lecture de position selon les 3 axes spatiaux, ledit lecteur étant doté d'une unité lui permettant le calcul et la mémorisation de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction d'une distance de
- 15 balayage ;
- balayage de la zone d'impression par le lecteur selon l'axe X à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique ;
- calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction de l'axe X ;
- 20 - balayage de la zone d'impression par le lecteur selon l'axe Y à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique.
- calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction de l'axe Y ;
- détermination du nombre de maxima (pics) et de minima (ventres)
- 25 selon les axes X, respectivement Y ;
- réalisation d'un encodage basé sur l'attribution d'un « 1 » logique à chaque maxima et un « 0 » logique à chaque minima, cet encodage formant une série logique selon l'un des deux axes X et Y ;
- concaténation des séries logiques X et Y pour obtenir un identifiant
- 30 physique unique du document formé de bits « 1 » et « 0 » ; et
- mémorisation et association sur un registre de vérification, en ligne ou embarqué sur le lecteur, des identifiants digitaux et physiques uniques.

Selon une mise en œuvre préférentielle de l'invention, la puce électromagnétique est compatible avec les protocoles NFC et RFID

Mise en œuvre du procédé d'authentification d'un document sécurisé selon

5 l'invention :

- positionnement du document à authentifier sur un plan non conducteur électriquement ;
- orientation du document selon son repère (X, Y, Z) utilisé dans la phase de sécurisation ;
- 10 - identification de la zone d'occupation de la puce électromagnétique
- préparation d'un lecteur doté d'une puce électromagnétique de vérification constituée d'une antenne d'excitation électromagnétique et d'un circuit électronique de pilotage de l'excitation électromagnétique, ledit lecteur étant doté d'une unité électronique de lecture de la
- 15 puissance du flux magnétique susceptible d'être créée en cas de couplage avec une autre antenne externe, ledit lecteur étant doté d'une unité de lecture de position selon les 3 axes spatiaux, ledit lecteur étant doté d'une unité lui permettant le calcul et la mémorisation de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction d'une distance de
- 20 balayage ;
- lecture et mémorisation de l'identifiant digital unique contenu dans la mémoire de la puce électromagnétique ;
- balayage de la zone de la puce électromagnétique par le lecteur selon l'axe X à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique.
- 25 - calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction de l'axe X ;
- balayage de la zone de la puce électromagnétique par le lecteur selon l'axe Y à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique ;
- calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique
- 30 en fonction de l'axe Y ;
- détermination du nombre de maxima (pics) et de minima (ventres) selon les axes X et Y ;

- réalisation d'un encodage basé sur l'attribution d'un « 1 » logique à chaque maxima et un « 0 » logique à chaque minima, cet encodage formant une série logique selon l'un des deux axes X et Y ;
 - concaténation des séries logiques X et Y pour obtenir un identifiant physique à authentifier et formé de bits « 1 » et « 0 » ; et
 - comparaison de l'identifiant physique obtenu à celui enregistré sur les registres de vérification et préalablement associé à l'identifiant digital unique.
- 10 La comparaison de l'identifiant physique obtenu à celui enregistré sur les registres de vérification, préalablement associé à l'identifiant digitale unique conduit à la sécurisation visée et permet de vérifier l'authenticité du document ainsi sécurisé.

15 En particulier, en absence de couche de matériaux électromagnétiques, le lecteur de vérification réalisant un balayage de la zone de l'antenne de sécurité selon les axes X et Y en position Z stable, parvient à distinguer l'absence d'un flux magnétique modulé comportant la série attendue de maxima et minima selon les axes X et Y et, par conséquent, à reconnaître la non-authenticité du document.

20

Applications industrielles

La présente invention s'étend aux documents et titres contenant des informations nécessitant une sécurisation physique supplémentaire afin d'en renforcer l'authentification en cas de vérification. En particulier, l'invention concerne les documents physiques tels que les diplômes, documents d'identités ou tout autre type de titres administratifs.

L'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

Références

Référence	Numéro publication	Titre
Ref.1	FR2863748A1	Document sécurisé à puce sans contact avec masquage des données
Ref.2	WO 2008/015317 A2	Document sécurisé, notamment passeport électronique à sécurité renforcée
Ref.3	FR 2824018 A1	Couverture incorporant un dispositif d'identification radiofréquence

REVENDICATIONS

- 5 1. Document sécurisé susceptible d'être authentifié par des moyens
électromagnétiques comportant, d'une part, une puce
électromagnétique liée par accouplement mécanique au support
matériel constituant ledit document et dotée d'une antenne de sécurité
définissant un diagramme de flux magnétique ayant des maxima et des
10 minima variables en fonction de deux axes de balayage lorsque
soumise à un champ électromagnétique d'excitation créé par une
antenne d'excitation électromagnétique appartenant à un lecteur de
vérification, ledit document sécurisé comportant, d'autre part, une
couche d'épaisseur contrôlée de deux matériaux électromagnétiques
15 distincts l'un de l'autre déposée sur l'une des faces du support matériel
constituant ledit document, juxtaposée à la zone d'occupation de
l'antenne de sécurité, **caractérisé en ce que** les deux matériaux
électromagnétiques réalisent une modulation spatiale du diagramme de
flux magnétique créant ainsi une série propre et unique de maxima et
de minima reconnaissable par le lecteur de vérification .
20
2. Document sécurisé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la
couche de matériaux électromagnétiques comporte :
- une première couche d'épaisseur contrôlée d'un matériau
électriquement conducteur capable d'abriter des courants induits sur sa
25 surface suite à une excitation électromagnétique provenant de l'antenne
d'excitation du lecteur de vérification, lesdits courants créant un flux
magnétique opposé à celui provenant de l'antenne d'excitation, et
susceptible d'atténuer significativement le flux magnétique de couplage
caractérisant un diagramme du flux magnétique de couplage
30 comportant un minima situé sur la zone occupée par ledit matériau
électriquement conducteur ;
 - une seconde couche d'épaisseur contrôlée d'un matériau
ferromagnétique à perméabilité magnétique contrôlée et se

caractérisant par une anisotropie capable, d'une part, de filtrer tout flux magnétique opposé à celui provenant de l'antenne d'excitation électromagnétique du lecteur de vérification et, d'autre part, capable de favoriser le couplage magnétique entre l'antenne de sécurité et l'antenne d'excitation, ledit couplage magnétique caractérisé par un diagramme de flux magnétique de couplage comportant un maxima situé sur la zone occupée par ledit matériau ferromagnétique.

5

10

3. Document sécurisé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de matériau électriquement conducteur est déposée de manière à définir une surface identique à celle de la surface interne de l'antenne de sécurité, délimitée par les spires conductrices de l'antenne de sécurité.

15

4. Document sécurisé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de matériau ferromagnétique reproduit une surface identique à celle de la surface des spires conductrices de l'antenne de sécurité.

20

5. Document sécurisé selon une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau électriquement conducteur est incorporé au document sécurisé par impression d'encre conductrice.

25

6. Document sécurisé selon une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau ferro-magnétique est incorporé au document par impression d'encre ferromagnétique de type oxyde de fer.

30

7. Procédé de sécurisation d'un document tel que défini aux revendications 1 à 6, **caractérisé par** les étapes suivantes :

- Association par incorporation mécanique de la puce électromagnétique au document à sécuriser, ladite puce comportant une antenne de

sécurité et une mémoire, ladite puce étant caractérisée par un identifiant digital unique stocké sur sa mémoire ;

5 - Identification d'une zone d'impression des matériaux électromagnétiques sur l'une ou l'autre des faces du document, proche de la zone occupée par la puce électromagnétique.

10 - Impression d'une couche d'épaisseur contrôlée du matériau électriquement conducteur sur sa zone initialement identifiée, ladite couche occupant une surface identique à celle de la surface interne de l'antenne de sécurité, délimitée par les spires conductrices de l'antenne de sécurité ;

- Impression d'une couche d'épaisseur contrôlée de matériau ferromagnétique sur sa zone initialement identifiée, ladite couche occupant une surface identique à la surface des spires conductrices de l'antenne de sécurité ;

15 - Positionnement du document sur un plan non conducteur électriquement ;

- Orientation et fixation du document selon un repère (X, Y, Z)

20 - préparation d'un lecteur doté d'une puce électromagnétique de vérification constituée d'une antenne d'excitation électromagnétique et d'un circuit électronique de pilotage de l'excitation électromagnétique, ledit lecteur étant doté d'une unité électronique de lecture de la puissance du flux magnétique susceptible d'être créée en cas de couplage avec une autre antenne externe, ledit lecteur étant doté d'une unité de lecture de position selon les 3 axes spatiaux, ledit lecteur étant
25 doté d'une unité lui permettant le calcul et la mémorisation de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction d'une distance de balayage ;

- Balayage de la zone d'impression par le lecteur selon l'axe X à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique ;

30 - Calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction de l'axe X ;

- Balayage de la zone d'impression par le lecteur selon l'axe Y à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique.

- Calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction de l'axe Y ;
 - Détermination du nombre de maximas (pics) et de minimas (ventres) selon les axes X, respectivement Y ;
 - 5 - Réalisation d'un encodage basé sur l'attribution d'un « 1 » logique à chaque maxima et un « 0 » logique à chaque minima, cet encodage formant une série logique selon l'un des deux axes X et Y ;
 - Concaténation des séries logiques X et Y pour obtenir un identifiant physique unique du document formé de bits « 1 » et « 0 » ;
 - 10 - Mémorisation et association sur un registre de vérification, en ligne ou embarqué sur le lecteur, des identifiants digitaux et physiques uniques.
8. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la puce électromagnétique est compatible avec les protocoles NFC et RFID.
- 15
9. Procédé d'authentification d'un document sécurisé au moyen du procédé selon la revendication 7, **caractérisé par** les étapes suivantes :
- Positionnement du document à authentifier sur un plan non conducteur électriquement ;
 - 20 - Orientation du document selon son repère (X, Y, Z) utilisé dans la phase de sécurisation ;
 - Identification de la zone d'occupation de la puce électromagnétique ;
 - Préparation d'un lecteur doté d'une puce électromagnétique de vérification constituée d'une antenne d'excitation électromagnétique et d'un circuit électronique de pilotage de l'excitation électromagnétique,
 - 25 - ledit lecteur étant doté d'une unité électronique de lecture de la puissance du flux magnétique susceptible d'être créée en cas de couplage avec une autre antenne externe, ledit lecteur étant doté d'une unité de lecture de position selon les 3 axes spatiaux, ledit lecteur étant
 - 30 - doté d'une unité lui permettant le calcul et la mémorisation de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction d'une distance de balayage ;
 - Lecture et mémorisation de l'identifiant digital unique contenu dans la mémoire de la puce électromagnétique ;

- Balayage de la zone de la puce électromagnétique par le lecteur selon l'axe X à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique.
- Calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction de l'axe X ;
- 5 - Balayage de la zone de la puce électromagnétique par le lecteur selon l'axe Y à une distance Z stable favorisant le couplage magnétique ;
- Calcul et enregistrement de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction de l'axe Y ;
- Détermination du nombre de maxima (pics) et de minima (ventres)
- 10 selon les axes X et Y ;
- Réalisation d'un encodage basé sur l'attribution d'un « 1 » logique à chaque maxima et un « 0 » logique à chaque minima, cet encodage formant une série logique selon l'un des deux axes X et Y ;
- Concaténation des séries logiques X et Y pour obtenir un identifiant
- 15 physique à authentifier et formé de bits « 1 » et « 0 » ;
- Comparaison de l'identifiant physique obtenu à celui enregistré sur les registres de vérification et préalablement associé à l'identifiant digitale unique.

- 20 10. Procédé d'authentification selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'en** l'absence de couche de matériaux électromagnétiques, le lecteur de vérification réalisant un balayage de la zone de l'antenne de sécurité selon les axes X et Y en position Z stable, parvient à distinguer
- 25 l'absence d'un flux magnétique modulé comportant une série attendue de maxima et minima selon les axes X et Y et, par conséquent, à reconnaître la non-authenticité du document.

30

1	Antenne de sécurité de la puce électromagnétique
2	Support diélectrique de la puce électromagnétique
3	Circuit électronique de la puce électromagnétique
4	Flux magnétique selon la direction Y de l'antenne de sécurité
5	Flux magnétique selon la direction X de l'antenne de sécurité
6	Mode préféré d'accouplement par collage du matériau du document avec la puce
7	Support matériel constituant le document
8	Distance minimale pour assurer un couplage magnétique entre l'antenne de sécurité et l'antenne d'excitation
9	Lecteur de vérification de l'authenticité du document sécurisé
10	Antenne d'excitation appartenant au lecteur de vérification
11	Support diélectrique de l'antenne d'excitation
12	Unité embarquée du lecteur de vérification contenant : Un circuit électronique de pilotage de l'excitation électromagnétique. Une unité électronique de lecture de la puissance du flux magnétique susceptible d'être créée en cas de couplage avec une autre antenne externe. Une unité de lecture de la position du lecteur selon les 3 axes de l'espace. Une unité permettant le calcul et la mémorisation et la communication de la courbe de puissance du flux magnétique en fonction d'une distance de balayage.
13	Matériau de type ferro-magnétique à perméabilité magnétique contrôlée ayant une épaisseur contrôlée
14	Matériau électriquement conducteur ayant une épaisseur contrôlée
15	Courbe de représentation de la puissance du flux magnétique en fonction de la distance de balayage X pour le cas d'un document non doté de matériaux de modulation des flux magnétiques

16	Courbe de représentation de la puissance du flux magnétique en fonction de la distance de balayage X pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
17	Premier pic d'extrémité du flux magnétique en fonction de la distance de balayage X pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
18	Dernier pic d'extrémité du flux magnétique en fonction de la distance de balayage X pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
19	Ventre du flux magnétique en fonction de la distance de balayage X pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
20	Courbe de représentation de la puissance du flux magnétique en fonction de la distance de balayage Y pour le cas d'un document non doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
21	Courbe de représentation de la puissance du flux magnétique en fonction de la distance de balayage Y pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
22	Premier pic d'extrémité du flux magnétique en fonction de la distance de balayage Y pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
23	Dernier pic d'extrémité du flux magnétique en fonction de la distance de balayage Y pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
24	Ventre du flux magnétique en fonction de la distance de balayage Y pour le cas d'un document doté de matériaux de modulation des flux magnétiques
25	Faible flux magnétique de couplage causé par un flux « eddy » opposé
26	Flux magnétique opposé généré par les courants « Eddy »
27	Exemple de Flux magnétique fort crée par le fort couplage établi à l'aide du matériau ferro-magnétique de l'une des deux extrémités selon l'axe des X
28	Exemple de Flux magnétique fort crée par le fort couplage établi à l'aide du matériau ferro-magnétique de l'extrémité opposée selon l'axe des X
29	Exemple non limitatif d'une puce électromagnétique intimement incorporée au document sécurisé

30	Vue en coupe des différentes couches formant le document sécurisé
31	Mode d'agencement avantageux de la couche des matériaux de modulation des flux magnétiques

5

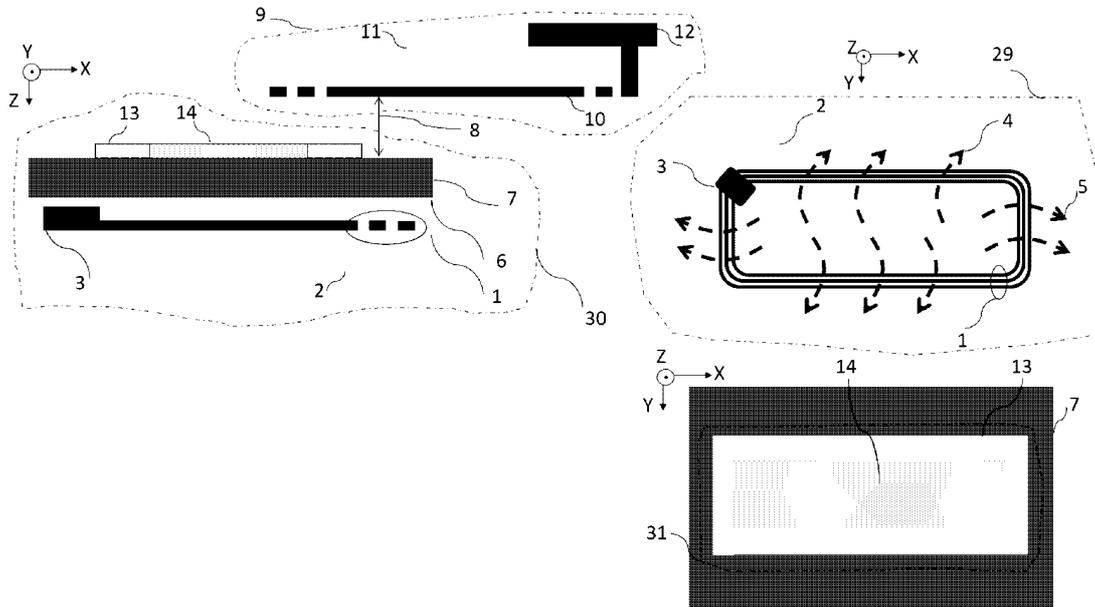


Figure. 1

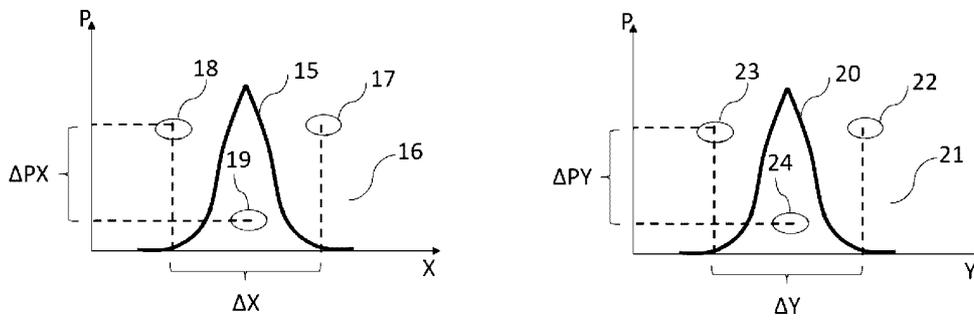


Figure. 2

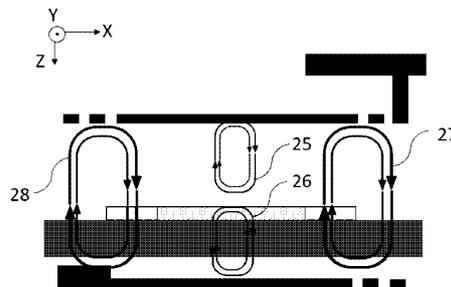
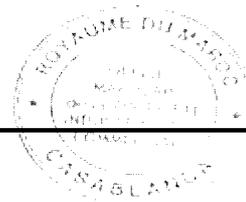


Figure. 3

10

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 59338	Date de dépôt : 08/02/2023
Déposant : UNIVERSITE MOHAMMED VI POLYTECHNIQUE	
Intitulé de l'invention : DOCUMENT SECURISE, SON PROCEDE DE SECURISATION ET PROCEDE D'AUTHENTIFICATION DE CE DERNIER	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Sara AGUENDICH	Date d'établissement du rapport : 26/05/2023
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
14 Pages
- Revendications
10
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : D21H21/48 ; G06K19/14 ; G07D7/04 ; B42D25/30

CPC : D21H21/48 ; G06K19/14 ; G07D7/004 ; B42D25/30

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	MA30666B1 ; SMART PACKAGING SOLUTIONS SPS [FR]; 03-08-2009 Abrégé ; Description ; Figures	1-10
A	MA27179A1; BANQUE DE FRANCE [FR] ; 03-01-2005 Abrégé ; Description ; ; Figures ;	1-10
A	EP0286378A2 ; LIGHT SIGNATURES INC [US]; 12-10-1988 Abrégé ; Description ; ; Figures ;	1-10
A	EP3678872A1 ; LINXENS HOLDING [FR]; 15-07-2020 Abrégé ; Description ; Figures	1-10

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : MA30666B1
D2 : MA27179A1
D3 : EP0286378A2

1. Nouveauté

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue un document sécurisé ou son procédé d'authentification comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans les revendications 1 à 10. D'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'art. 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D1 (les références entre parenthèses correspondent aux passages de D1), qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un document sécurisé (13) susceptible d'être authentifié par des moyens électromagnétiques comportant une puce électromagnétique (23) liée par accouplement mécanique au support matériel constituant ledit document et dotée d'une antenne de sécurité (25) soumise à un champ électromagnétique d'excitation créé par une antenne d'excitation électromagnétique appartenant à un lecteur de vérification (17).

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que la puce électromagnétique du document sécurisé de la présente demande est dotée d'une antenne de sécurité définissant un diagramme de flux magnétique ayant des maxima et des minima variables en fonction de deux axes de balayage lorsqu'elle est soumise au champ électromagnétique d'excitation créé par le lecteur de vérification. En plus, ledit document sécurisé de la présente demande comprend, d'autre part, une couche d'épaisseur contrôlée de deux matériaux électromagnétiques distincts l'un de l'autre déposée sur l'une des faces du support matériel constituant ledit document, juxtaposée à la zone d'occupation de l'antenne de sécurité, caractérisé en ce que les deux matériaux électromagnétiques réalisent une modulation spatiale du diagramme de flux magnétique créant ainsi une série propre et unique de maxima et de

minimas reconnaissable par le lecteur de vérification .

L'effet technique desdites différences est celui de générer une modulation des courbes de flux électromagnétique et récupérer les diagrammes de flux magnétique par l'antenne du lecteur en fonction des distances balayées suivant X et Y.

Le problème objectif technique que la présente invention se propose de résoudre est comment, à partir de D1, sécuriser la puce électromagnétique par des moyens de modulation du flux électromagnétique créée par couplage avec l'antenne du lecteur de vérification.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le même raisonnement s'applique également à la revendication indépendante 7 qui définit un procédé de sécurisation et d'authentification du document correspondant à la revendication 1.

Les revendications 2 à 6 et 8 à 10 dépendent respectivement aux revendications 1 et 7 dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et satisfont donc aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.