



## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 39667 A1** (51) Cl. internationale : **H01F 27/32**

(43) Date de publication :  
**31.07.2018**

---

(21) N° Dépôt :  
**39667**

(22) Date de Dépôt :  
**30.12.2016**

(71) Demandeur(s) :  
**Université Mohammed V RABAT , Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU, Rabat, 10000, Maroc (MA)**

(72) Inventeur(s) :  
**FERFRA Mohammed ; BASSOUI Mohamed ; CHRAYGANE Mohammed**

(74) Mandataire :  
**KARTIT ZAID**

---

(54) Titre : **Transformateur triphasé HT à shunt magnétiques de type tétraédrique pour four à micro-ondes.**

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet la conception d'un transformateur triphasé haute tension pour, comportant un circuit magnétique de type tétraédrique, non encore jusqu'à présent réalisé, destiné à l'alimentation triphasée d'un magnétron par phase dans un four à micro-ondes. chaque phase comporte un enroulement primaire, un enroulement secondaire haute tension, et un enroulement secondaire de chauffage. Le circuit magnétique du transformateur comprend trois colonnes latérales et une colonne commune placée au centre. Chaque colonne latérale est liée à la colonne centrale au moyen d'une culasse supérieure et d'une culasse inférieure de manière à former une structure tétraédrique symétrique spatiale autour d'un axe central du transformateur. Chaque colonne latérale possède 3 enroulements, un enroulement primaire et deux enroulements secondaires. Avec une tension typique appliquée à l'enroulement primaire de chaque phase du transformateur. Deux tensions sont alors générées au secondaire de chaque phase: - Tension en BT appliqué aux bornes du magnétron assure le chauffage du filament. - Tension en HT appliqué à l'alimentation haute tension du circuit secondaire sur la cathode du chaque magnétron.

**ABREGE :**

La présente invention a pour objet la conception d'un transformateur triphasé haute tension pour, comportant un circuit magnétique de type tétraédrique, non encore jusqu'à présent réalisé, destiné à l'alimentation triphasée d'un magnétron par phase dans un four à micro-ondes. chaque phase comporte un enroulement primaire, un enroulement secondaire haute tension, et un enroulement secondaire de chauffage. Le circuit magnétique du transformateur comprend trois colonnes latérales et une colonne commune placée au centre. Chaque colonne latérale est liée à la colonne centrale au moyen d'une culasse supérieure et d'une culasse inférieure de manière à former une structure tétraédrique symétrique spatiale autour d'un axe central du transformateur. Chaque colonne latérale possède 3 enroulements, un enroulement primaire et deux enroulements secondaires. Avec une tension typique appliquée à l'enroulement primaire de chaque phase du transformateur. Deux tensions sont alors générées au secondaire de chaque phase:

- Tension en BT appliqué aux bornes du magnétron assure le chauffage du filament.
- Tension en HT appliqué à l'alimentation haute tension du circuit secondaire sur la cathode du chaque magnétron.

Titre : Transformateur triphasé HT à shunt magnétiques de type tétraédrique pour four à micro-ondes

**Description :**

La présente invention concerne un transformateur triphasé à shunts magnétiques comportant un circuit magnétique de type tétraédrique, destiné à l'alimentation en énergie électrique des circuits de puissance des fours à micro-ondes.

Le transformateur à flux de fuites magnétiques est largement utilisé pour stabiliser le courant électrique dans l'alimentation des équipements électrotechniques en particulier pour le cas de l'alimentation haute tension (HT) pour magnétron utilisée dans la plupart des générateurs micro-ondes à usage domestique ou industriel. Contrairement aux transformateurs ordinaires, ce transformateur spécial présente un flux de fuites dans les shunts magnétiques non négligeable vis à vis des flux primaire et secondaire et qui est du même ordre de grandeur que ces derniers. En plus de sa fonction ordinaire, il dispose également de capacités pour fournir une tension constante, une bonne protection contre les surcharges, une structure simple, une excellente résistance aux chocs et une longue durée de vie. Le transformateur à shunts magnétiques peut être utilisé seul dans les appareils électrotechniques qui nécessitent un état stabilisé après un changement drastique de la charge ou de la tension du réseau d'alimentation, comme l'alimentation d'un poste de soudure ou l'alimentation d'une lampe fluorescente ou l'alimentation de magnétron pour générateurs micro-ondes industriels. Malgré toutes ces qualités mentionnées précédemment, les recherches actuelles se concentrent principalement sur les transformateurs ordinaires [WO 2011116850 A1] [WO 2005001857 A1], alors qu'il y a peu de travaux de recherche sur les transformateurs à shunts, qui ont une structure particulière et de larges applications.

Actuellement pour alimenter un seul magnétron de puissance utile 800Watts à 2450 MHz, l'alimentation actuelle fabriquée chez les constructeurs de fours micro-ondes domestiques ou industriels, utilise un transformateur monophasé haute tension à flux de fuites dues aux shunts magnétiques alimenté directement par le réseau d'alimentation 220V-50H. Avec le principe classique de ce type d'alimentation HT monophasé d'un seul magnétron 800Watts-2450Mhz, qui utilise un transformateur monophasé décrit dans les brevets CA 1301868 C et EP 0294297 A1, la réalisation globale du système d'alimentation HT d'une application industrielle

nécessitant par exemple une puissance micro-ondes utile de 28800 Watts aurait besoin de 36 magnétrons 800 Watts à 2450 Mhz (un transformateur HT monophasé par magnétron) soit au total pour toute l'application 36 transformateurs HT monophasés. Ce qui présente sans doute les inconvénients suivants:

- Augmentation du problème d'encombrement une fois l'installation micro-ondes réalisée.
- Augmentation du câblage provoquant une maintenance coûteuse dûe à l'augmentation des pannes.
- Augmentation du coût financier de la réalisation, de l'installation et de sa maintenance.

Le but de la présente invention est la conception d'un nouveau type d'alimentation HT triphasée pour générateurs micro-ondes à plusieurs magnétrons (cas traité  $N=1$ ). En proposant un transformateur HT triphasé à shunts magnétiques pour cette alimentation HT. Avec le principe original d'alimentation HT triphasé d'un magnétron par phase qui utilise un transformateur HT triphasé (3 magnétrons alimentés par transformateur triphasé). La réalisation globale du système d'alimentation HT de la même application industrielle de 36 magnétrons d'une puissance micro-ondes utile de  $28800=36 \times 800$  Watts à 2450 Mhz aurait besoin que de 12 transformateurs HT triphasés.

Nous voyons bien que la nouvelle conception technologique du nouveau système d'alimentation offre, par rapport au système classique et pour un débit identique de puissance micro-ondes, un encombrement moindre en termes de poids, de volume et en câblage électrique. Ce qui réduit ainsi les coûts de réalisation et les frais de maintenance du plus récent dispositif original d'alimentation HT de magnétrons pour la génération de la puissance micro-ondes utilisée dans les différentes applications industrielles, scientifiques et médicales.

Le circuit magnétique du transformateur comprend trois colonnes latérales espacées et parallèles, et une colonne commune placée au centre. Chaque colonne latérale est liée à la colonne centrale au moyen d'une culasse supérieure et d'une culasse inférieure de manière à former une structure tétraédrique symétrique spatiale autour d'un axe central du transformateur. Des shunts magnétiques intermédiaires placés entre chaque colonne latérale et la colonne centrale, dévient une partie du flux magnétique entre l'enroulement électrique primaire et l'enroulement électrique secondaire de chaque phase. Chaque colonne latérale étant pourvue d'un enroulement primaire de fil en cuivre en forme de bobine, les deux extrémités du fil

d'enroulement étant connectées électriquement à des cosses destinées à être connectées au réseau électrique d'alimentation, et un enroulement électrique secondaire à haute tension constitués d'un conducteur électrique de fil en cuivre enroulé en forme de bobine et dont une première extrémité est raccordée électriquement au circuit magnétique de transformateur et à la masse du four à micro-ondes, et dont l'autre extrémité est raccordée électriquement à une cosse de sortie haute tension destinée à être connectée aux organes électriques haute tension du four à micro-ondes pour leur alimentation électrique. Le transformateur comprend en outre un enroulement électrique secondaire à faible nombre de spires, les deux extrémités du conducteur de chauffage étant connectées au circuit électrique du filament de chauffage du magnétron du four à micro-ondes.

#### **Brève description des figures**

- Figure 1 représente la forme du transformateur triphasé à shunts magnétiques;
- Figure 2 représente le dimensionnement du transformateur HT à shunt triphasé (Phase A);
- Figure 3 est une vue de dessus du transformateur de la figure 1;
- La figure 4 représente, en perspective, l'assemblage d'une phase du transformateur triphasé haute de la figure 1.

#### **Description détaillée**

Comme on peut le voir sur les différentes figures, le transformateur HT triphasé à shunts magnétiques selon l'invention a une structure cuirassée de type tétraèdre pour représenter le circuit magnétique équivalent de ce transformateur. Ce circuit comprend trois colonnes latérales et une colonne centrale (3). Chaque colonne latérale possède 2 enroulements, un enroulement primaire(1) et un enroulement secondaire (2). Le transformateur comprend en outre un enroulement électrique secondaire à faible nombre de spires non représenté pour ne pas surcharger les figures. Il dispose également de trois shunts magnétiques (4) intermédiaires placés entre chaque colonne latérale et la colonne centrale.

En référence à la figure 2, les dimensions géométriques du transformateur HT triphasé avec shunts magnétiques sont les suivants:

- La largeur du noyau bobiné :  $a = 25\text{mm}$
- La largeur du circuit magnétique :  $b = 120\text{ mm}$
- Nombre de tôles empilés du shunt :  $n_3 = 18\text{ tôles}$
- Nombre de spires au primaire :  $n_1 = 224\text{ spires}$
- Nombre de spires au secondaire :  $n_2 = 2400\text{ spires}$
- Surface du noyau bobiné:  $S_1 = S_2 = a.b$
- Hauteur de l'empilage de tôles des shunts :  $h = 0,5.n_3$
- Surface de chaque shunt :  $S_3 = b.h$
- Epaisseur de l'entrefer :  $e = 0.55\text{ mm}$
- Trajet ABC :  $l_A = 4.5a$
- Trajet DA :  $l_{SH-A} = (2.5a - 2e)$
- Trajet EFA :  $l_a = 4,5a$
- Trajet CD :  $l_{COM} = 2a$
- Trajet DE :  $l_{com} = 2a$

## Revendications

1. Un transformateur d'alimentation HT de magnétrons pour la génération de la puissance micro-ondes utilisée dans les différentes applications industrielles, scientifiques et médicales comprend trois colonnes latérales espacés et parallèles, et une colonne commune placée au centre(3), Chaque colonne latérale est liée à ladite colonne centrale au moyen d'une culasse supérieure et d'une culasse inférieure de manière à former une structure tétraédrique symétrique spatiale autour d'un axe central du transformateur.
2. Transformateur selon la revendication 1 caractérisée en ce que chaque colonne latérale possède 2 enroulements, un enroulement primaire (1) de fil en cuivre en forme de bobine et un enroulement électrique secondaire à haute tension constitués d'un conducteur électrique de fil en cuivre enroulé en forme de bobine (2).
3. Transformateur selon la revendication 1 et 2 caractérisé en ce les deux extrémités du fil d'enroulement primaire étant connectées électriquement à des cosses destinées à être connectées au réseau électrique d'alimentation, une première extrémité de l'enroulement secondaire est raccordée électriquement au circuit magnétique de transformateur et à la masse du four à micro-ondes, l'autre extrémité est raccordée électriquement à une cosse de sortie haute tension destinée à être connectée aux organes électriques haute tension du four à microondes pour leur alimentation électrique.
4. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que des shunts (4) magnétiques intermédiaires placés entre chaque colonne latérale et la colonne centrale, dévient une partie du flux magnétique entre l'enroulement électrique primaire et l'enroulement électrique secondaire de chaque phase.

Listes des figures

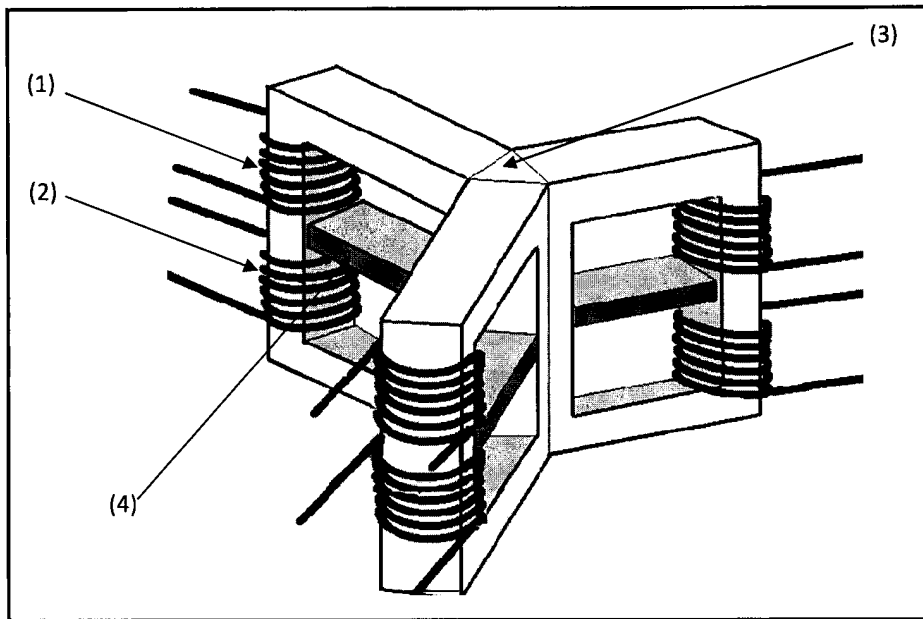


Figure 1

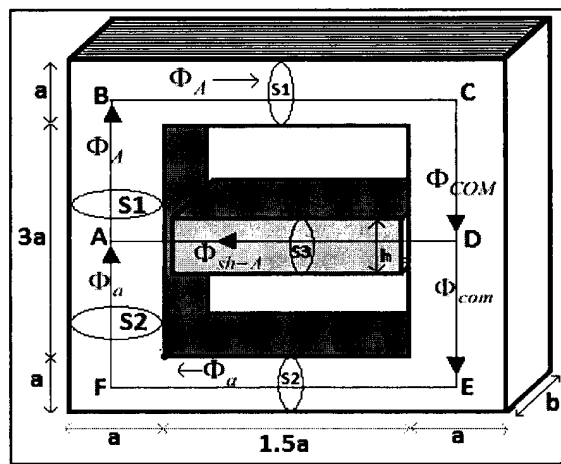


Figure 2



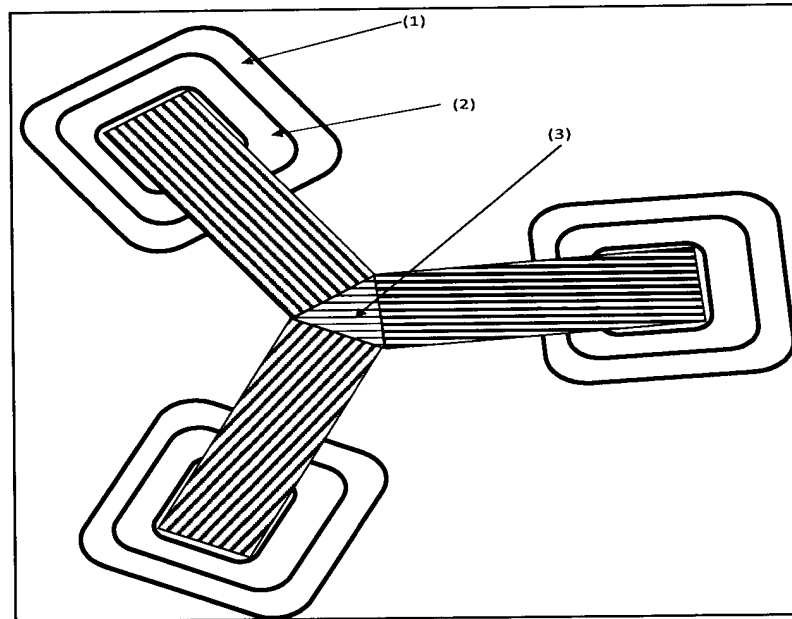


Figure 3

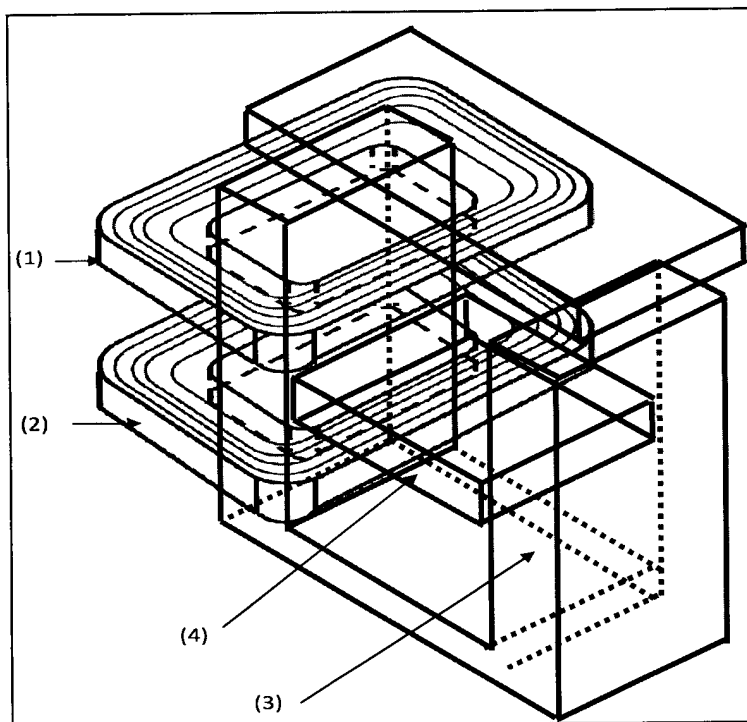


Figure 4



**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)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 39667	Date d'entrée en phase nationale : 30/12/2016
Déposant : Université Mohammed V RABAT	
Intitulé de l'invention : Transformateur triphasé HT à shunt magnétiques de type tétraédrique pour four à micro-ondes.	
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 <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , 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 clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: M. EL KINANI	Date d'établissement du rapport : 13/09/2017
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  
4 Pages
- Revendications  
4
- Planches de dessin  
2 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : H01F27/32; H01F3/12; H01F30/00; H05B6/64

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering Vol:7, No:11, 2013 ; M. Bassoui, M. Ferfra et AL.	1-4
X	Journal of Theoretical and Applied Information Technology, ISSN: 1992-8645, Vol. 62 No.2, 20 April 2014; M. Bassoui, M. Ferfra et AL.	1-4
X	ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 9, NO. 12, DECEMBER 2014 ; M. Bassoui, M. Ferfra et AL.	1-4
A	US4206434; Hase A M; 3/06/1980	1-4
A	EP0727792 ; Societe Electromecanique Du Nivernais Selni; 21/08/1996	1-4
A	EP0294297 ; Societe Pour L'application De L'optique Et De L'electronique A La Recherche Et A L'automatisation Optelec; 07/10/1988	1-4

**\*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 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications aucune Revendications 1-4	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-4	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui 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 : International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering Vol:7, No:11, 2013  
 D2 : Journal of Theoretical and Applied Information Technology Vol. 62 No.2, 20 April 2014  
 D3 : ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 9, NO. 12, DECEMBER 2014

**1. Nouveauté (N) et Activité inventive (AI) :**

Le document D1 (abrégé, sections 1 et 2, figures 2, 3) divulgue un transformateur d'alimentation HT de magnétrons pour la génération de la puissance micro-ondes utilisée dans les différentes applications industrielles, scientifiques et médicales comprenant trois colonnes latérales espacées et parallèles, et une colonne commune placée au centre, chaque colonne latérale est liée à ladite colonne centrale au moyen d'une culasse supérieure et d'une culasse inférieure de manière à former une structure tétraédrique symétrique spatiale autour d'un axe central du transformateur.

Par conséquent, l'objet de la revendication indépendante 1 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

Par ailleurs, le transformateur connu de D1 est caractérisée en ce que chaque colonne latérale possède 2 enroulements, un enroulement primaire de fil en cuivre en forme de bobine et un enroulement électriques secondaire à haute tension constitués d'un conducteur électrique de fil en cuivre enroulé en forme de bobine. Les deux extrémités du fil d'enroulement primaire sont connectées électriquement à des cosses destinées à être connectées au réseau électrique d'alimentation, une première extrémité de l'enroulement secondaire est raccordée électriquement au circuit magnétique de transformateur et à la masse du four à micro-ondes, l'autre extrémité est raccordée électriquement à une cosse de sortie haute tension destinée à être connectée aux organes électriques haute tension du four à microondes pour leur alimentation électrique.

Le transformateur décrit dans D1 comprend en outre des shunts magnétiques intermédiaires placés entre chaque colonne latérale et la colonne centrale, déviant une partie du flux magnétique entre l'enroulement électrique primaire et l'enroulement électrique secondaire de

chaque phase.

D'où l'objet des revendications 2-4 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les documents D2, D3 divulguent également les caractéristiques énoncées dans les revendications 1-4 qui, pour cette raison, manquent manifestement de nouveauté.

L'objet des revendications 1-4 n'implique pas d'activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

**2. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

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.