

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

(11) N° de publication : **2 632 152**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **89 07121**

(51) Int Cl⁴ : H 05 B 6/68; H 02 M 7/537.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 30 mai 1989.

(30) Priorité : JP, 30 mai 1988, 63-132322.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 48 du 1^{er} décembre 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : KABUSHIKI KAISHA TOS-
HIBA. — JP.

(72) Inventeur(s) : Masayuki Aoki.

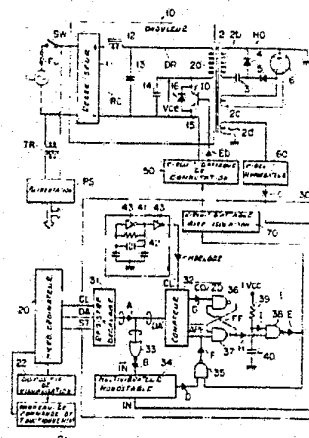
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Appareil de chauffage radiofréquence comportant un onduleur à commande numérique.

(57) L'invention concerne un appareil de chauffage radiofré-
quence.

Un appareil de chauffage radiofréquence comprend une
source de chauffage HO qui est alimentée par un onduleur 10.
Ce dernier fonctionne sous la dépendance d'un circuit de
commande d'onduleur 30 qui est un circuit de commande
numérique associé à un micro-ordinateur 20. Le micro-ordina-
teur fournit des données de puissance de chauffage que le
circuit de commande transforme en durées de conduction et
de blocage pour un élément de commutation 15 de l'onduleur.
Application aux fours à micro-ondes.



Cette invention concerne un appareil de chauffage radiofréquence comportant un circuit onduleur, et elle porte plus particulièrement sur un appareil de chauffage radiofréquence dont on peut régler la production de chaleur sur une plage étendue, et qui convient pour
5 l'utilisation en appareil de cuisson, tel qu'un four à micro-ondes.

Comme il est connu dans la technique, un type d'appareils de cuisson tels que des fours à micro-ondes, comportant un dispositif de chauffage radiofréquence, est équipé d'un circuit onduleur pour fournir de l'énergie d'excitation à un dispositif de chauffage. Le brevet
10 des E.U.A. n° 4 724 291 décrit un appareil de cuisson de ce type. Outre un circuit onduleur, cet appareil de cuisson comporte également un circuit oscillateur qui est destiné à produire un signal en dents de scie, un circuit de modulation d'impulsions en largeur destiné à effectuer une modulation d'impulsions en largeur sur le signal en dents
15 de scie conformément à un signal qui règle la puissance de sortie du dispositif de chauffage, et un circuit d'attaque pour commuter à l'état conducteur et à l'état bloqué l'élément de commutation du circuit onduleur, conformément au signal de sortie du circuit de modulation d'impulsions en largeur. On peut donc commander la puissance de sortie
20 du dispositif de chauffage d'une manière continue sur une gamme étendue. Du fait de l'utilisation du circuit onduleur, l'appareil de cuisson doit seulement comporter un transformateur de haute tension, petit et léger. L'appareil de cuisson global peut donc avoir une taille réduite.

25 L'appareil de cuisson du type décrit ci-dessus présente cependant un inconvénient. Du fait que le circuit oscillateur et le circuit de modulation d'impulsions en largeur traitent des données analogiques pour commander le circuit onduleur, la puissance produite par le dispositif de chauffage aura une valeur différente de la valeur désirée si les constantes du circuit oscillateur et du circuit de modulation d'impulsions en largeur diffèrent des valeurs nominales. Lors-
30 que le dispositif de chauffage produit plus ou moins de chaleur que ce qu'on désire, l'appareil de cuisson ne peut pas cuire correctement un aliment.

35 Lorsque les constantes du circuit oscillateur et du circuit de

modulation d'impulsions en largeur diffèrent considérablement des valeurs nominales, une tension supérieure à la tension nominale, ou un courant supérieur au courant nominal est appliqué à l'élément de commutation du circuit onduleur, ce qui provoque inévitablement la destruction de l'élément de commutation. Pour empêcher la destruction de l'élément de commutation, on peut utiliser un circuit qui change les constantes du circuit oscillateur et du circuit de modulation d'impulsions en largeur, pour leur donner les valeurs nominales. L'utilisation de ce composant supplémentaire donne une structure complexe à l'appareil de cuisson et augmente son coût de fabrication.

Le problème ci-dessus existe également de façon inhérente dans un appareil appelé "appareil de cuisson à induction électromagnétique", qui comporte un onduleur à commande analogique et qui effectue un chauffage par induction radiofréquence.

Un but de l'invention est donc de procurer un appareil de chauffage radiofréquence nouveau et perfectionné comportant un circuit onduleur à commande numérique, qui ait une structure relativement simple et qui puisse donc être fabriqué de façon économique, qui puisse produire la quantité de chaleur désirée et qui puisse éviter la destruction de l'élément de commutation du circuit onduleur.

Un autre but de l'invention est de procurer un appareil de chauffage radiofréquence comportant un circuit onduleur et ayant une sécurité améliorée, qui ait une structure relativement simple et puisse donc être fabriqué de façon économique, et qui soit capable non seulement de produire une quantité désirée de chaleur pour cuire un aliment de façon appropriée, mais également d'empêcher la destruction de l'élément de commutation du circuit onduleur, même si un signal contenant du bruit est appliqué au circuit onduleur.

Un autre but de l'invention est de procurer un appareil de chauffage radiofréquence modifié, comportant un circuit onduleur, qui ait une structure relativement simple et puisse donc être fabriqué de façon économique, et qui soit capable non seulement de produire une quantité désirée de chaleur pour cuire un aliment de façon appropriée, mais également d'empêcher de façon plus fiable la destruction de l'élément de commutation de l'onduleur.

Un aspect de l'invention procure un appareil de chauffage radiofréquence comprenant :

une source de chauffage radiofréquence destinée à fournir une puissance de chauffage radiofréquence prédéterminée ;

- 5 un circuit onduleur destiné à recevoir un signal d'entrée alternatif, et à fournir un signal de sortie radiofréquence pour attaquer la source de chauffage radiofréquence, ce circuit onduleur comprenant des moyens de redressement destinés à redresser le signal d'entrée alternatif et un élément de commutation destiné à commuter un signal de sortie à courant continu qui est fourni par les moyens de redressement :
- 10 des moyens de traitement destinés à fournir des données fixées de puissance de chauffage, associées à la puissance de chauffage radiofréquence ;
- des moyens de commande d'inverseur comprenant des moyens de comptage, pour fixer une durée de conduction conformément aux données fixées de puissance de chauffage que fournissent les moyens de traitement, et pour effectuer une opération de comptage, et des moyens destinés à produire un signal de conduction/blocage conformément à une valeur de comptage des moyens de comptage ; et
- 15 des moyens d'attaque destinés à attaquer l'élément de commutation du circuit onduleur sous la dépendance du signal de conduction/blocage que fournissent les moyens de commande d'onduleur.
- 20

Un autre aspect de l'invention procure un appareil de chauffage radiofréquence comportant un circuit onduleur avec un élément de commutation, cet appareil de chauffage comprenant :

25 un circuit oscillateur qui produit des impulsions à une fréquence prédéterminée ;

un compteur qui est fixé initialement à une valeur de comptage correspondant à une puissance de chauffage désirée, qui est destiné à compter en sens décroissant à partir de la valeur de comptage initiale, conformément aux impulsions que produit le circuit oscillateur, pour fixer ainsi une durée de conduction de l'élément de commutation du circuit onduleur ;

30

des moyens destinés à produire un signal de conduction et un signal de blocage conformément à la valeur de comptage du compteur et à appliquer ces signaux à l'élément de commutation du circuit onduleur, et

des moyens destinés à appliquer un signal de démarrage au compteur, conformément à la condition du circuit onduleur.

L'appareil de chauffage radiofréquence conforme à l'invention a une structure relativement simple, et peut donc être fabriqué de façon économique, et il est capable de produire une quantité de chaleur désirée. L'appareil peut en outre empêcher la destruction de l'élément de commutation du circuit onduleur.

L'appareil de chauffage radiofréquence conforme à l'invention a une structure relativement simple et on peut donc le fabriquer de façon économique, et il est néanmoins capable de produire une quantité désirée de chaleur pour cuire un aliment de façon appropriée. Du fait que le compteur effectue une commande numérique du circuit onduleur, des courants excessifs ou des tensions excessives ne sont pas appliqués aux éléments de commutation du circuit onduleur, ce qui évite la destruction des éléments de commutation.

L'appareil de chauffage radiofréquence peut en outre comprendre des moyens destinés à interdire l'application du signal de démarrage au compteur, aussi longtemps que les éléments de commutation du circuit onduleur restent à l'état conducteur. Dans ce cas, le compteur ne peut pas fonctionner même si un signal contenant du bruit lui est appliqué, grâce à quoi des courants excessifs ou des tensions excessives ne sont pas appliqués aux éléments de commutation du circuit onduleur.

Le circuit oscillateur de l'appareil de chauffage peut être du type comportant un oscillateur à céramique ou un oscillateur à quartz dont la fréquence d'oscillation est telle que le compteur ne peut pas fonctionner continuellement au-delà d'une durée prédéterminée. Du fait que le circuit oscillateur comporte un oscillateur à céramique ou un oscillateur à quartz, il fonctionne de façon stable, grâce à quoi le compteur peut également fonctionner de façon stable. Le fonctionnement stable du compteur se traduit par la génération d'une quantité désirée de chaleur. De plus, du fait que la durée de fonctionnement du compteur est limitée, des courants excessifs ou des tensions excessives ne sont

pas appliqués aux éléments de commutation du circuit onduleur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif. La suite de la description se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 est un schéma montrant un circuit électrique qui est un mode de réalisation de l'invention ;

la figure 2 est un schéma détaillé montrant une partie essentielle de la figure 1 ; et

la figure 3 est un diagramme séquentiel qui explique le fonctionnement du mode de réalisation représenté sur la figure 1.

Des éléments similaires ou correspondants sont toujours désignés par les mêmes références dans les différents dessins.

Comme le montrent les figures 1 et 2, un appareil à four micro-ondes conforme à l'invention comporte un circuit onduleur 10. Le circuit onduleur 10 est connecté à une alimentation alternative domestique 1 par un fusible FU et un interrupteur général SW. De plus, une alimentation auxiliaire PS, est connectée à l'alimentation 1 par un transformateur auxiliaire TR. L'alimentation PS est un circuit destiné à appliquer une tension continue déterminée à d'autres composants de l'appareil de chauffage radiofréquence, tels qu'un micro-ordinateur 20, un circuit de commande d'onduleur 30, un circuit d'attaque de commutation 50, un circuit temporisateur 60 et un circuit d'attaque avec isolation 70 (on décrira ultérieurement chacun d'eux).

Le circuit onduleur 10 comprend un circuit redresseur RC et un circuit résonnant DR connecté à la sortie du circuit redresseur RC, un transistor NPN 15 qui fonctionne en élément de commutation, et une diode d'amortissement 16. Le circuit redresseur RC comprend un redresseur 11, une inductance d'arrêt radiofréquence 12, et un condensateur de lissage 13. Le circuit résonnant DR comprend l'enroulement primaire 2a d'un transformateur de haute tension 2 et un condensateur 14. Le transistor 15 et la diode d'amortissement 16 sont incorporés dans un même boîtier. Le circuit collecteur-émetteur du transistor 15 est connecté en parallèle sur le condensateur 14. De plus, la diode d'amortissement 16 est connectée en parallèle sur le conden-

sateur 14. Lorsque le transistor 15 est placé de façon répétée à l'état conducteur et à l'état bloqué, le circuit résonnant DR est excité, grâce à quoi un courant radiofréquence circule dans l'enroulement primaire 2a du transformateur 2.

Le four à micro-ondes comprend en outre une section de chauffage HO qui est connectée à l'enroulement secondaire 2b du transformateur de haute tension 2. La section de chauffage HO comporte un redresseur à simple alternance, fonctionnant en doubleur de tension, et un magnétron 6 qui est utilisé en tant que source de chaleur radiofréquence. Le circuit redresseur doubleur de tension comprend un condensateur de haute tension 3 et des diodes de haute tension 4 et 5, et il est connecté à l'anode et à la cathode du magnétron. L'anode du magnétron 6 est connectée à la masse. La cathode du magnétron 6, qui remplit la fonction d'élément chauffant, est connectée à l'enroulement secondaire 2b du transformateur de haute tension 2.

Le four à micro-ondes comprend en outre un micro-ordinateur 20, un panneau de commande de fonctionnement 21, un dispositif de visualisation 22 et un circuit de commande d'onduleur 30. On utilise le micro-ordinateur 20 pour commander les fonctions d'ensemble du four. Le micro-ordinateur fournit au circuit de commande d'onduleur 30 les données qui sont introduites par l'actionnement du panneau de commande de fonctionnement 21 et qui représentent une puissance calorifique désirée. Le dispositif de visualisation 22 est connecté à la fois au micro-ordinateur 20 et au panneau de commande de fonctionnement 21, pour visualiser les données qui représentent diverses conditions pour la cuisson d'un aliment.

Le circuit de commande d'onduleur 30 comporte un registre à décalage 31, un compteur 32, un circuit NON-OU 33, un multivibrateur monostable à deux entrées 34 et un circuit NON-ET 35. Le registre à décalage 31 mémorise les données de puissance de chauffage que le micro-ordinateur 20 applique sur une borne d'entrée de données DA. Le compteur 32 reçoit le signal de sortie 1 du registre à décalage 31 sur la borne d'entrée DA'. Le multivibrateur monostable 34 reçoit sur son entrée inverseuse $\overline{IN}$ le signal de sortie B du circuit NON-OU 33, et il reçoit sur son entrée non inverseuse IN, le signal de sortie C du circuit temporisateur 60, qu'on décrira ultérieurement. Le circuit NON-ET 35 reçoit le signal de sortie D du multivibrateur 34 sur une borne d'entrée et le signal de sortie E d'un circuit NON-ET 38 (qu'on décrira ultérieurement) sur l'autre borne d'entrée.

Le circuit de commande d'onduleur 30 comprend en outre un circuit de bascule FF, un circuit NON-ET 38 qui est connecté pour recevoir sur une entrée le signal de sortie H du circuit de bascule FF, un circuit oscillateur 41, et un circuit série qui est connecté entre une borne de tension d'alimentation (+Vcc) et la masse. Le circuit de bascule FF est formé par un circuit NON-ET 36 destiné à recevoir le signal de sortie G provenant de la borne de sortie SORTIE DE REPORT/DETECTION DE ZERO ($\overline{CO/ZD}$) du compteur 32, et par un circuit NON-ET 37 qui est destiné à recevoir le signal de sortie F du circuit NON-ET 35. Le circuit série est constitué par une résistance 39 et un condensateur 40.

Le signal de sortie F du circuit NON-ET 35 est appliqué à la borne d'entrée VALIDATION DE PREPOSITIONNEMENT ASYNCHRONE ($\overline{APE}$) du compteur 32. Le signal

de sortie du circuit oscillateur 41 est appliqué à la borne d'entrée d'horloge du compteur 32. Une tension I est produite aux bornes du condensateur 40, sous l'effet de la tension continue (Vcc) qui est appliquée au circuit série formé par la résistance 39 et le condensateur 40. La tension I est appliquée à l'autre borne d'entrée du circuit NON-ET 38.

Le registre à décalage 31 convertit en données parallèles le signal de sortie de données du micro-ordinateur 20, qui se présente sous la forme de données série. Le registre 31 comporte une borne d'horloge CL et une borne d'échantillonnage ST. Ces bornes CL et ST sont connectées à la borne d'horloge CL et à la borne d'échantillonnage ST du micro-ordinateur 20, pour développer ainsi la capacité de l'accès de sortie de ce dernier. On peut par exemple utiliser pour le registre à décalage 31 un bus/registre à décalage/mémorisation à 8 étages TC4094 (Toshiba).

La valeur numérique des données que le registre à décalage change continuellement est appliquée au compteur 32. Le compteur 32 compte cette valeur numérique en synchronisme avec le signal de sortie du circuit oscillateur 41, pour déterminer ainsi la période de conduction du transistor 15 du circuit onduleur 10. A titre d'exemple, on peut utiliser pour le compteur 32 un compteur binaire programmable à 8 bits, comptant en sens décroissant TC74HC4013 (Toshiba).

Le circuit oscillateur 41 comprend un oscillateur de haute précision 42 tel qu'un oscillateur à céramique, et deux circuits inverseurs 43. L'oscillateur 42 produit un signal d'horloge ayant une fré-

quence prédéterminée. L'oscillateur de haute précision 42 peut également être un oscillateur à quartz. La fréquence de l'oscillateur 42 a une valeur telle que le compteur 32 ne puisse pas fonctionner continuellement au-delà d'une durée prédéterminée, comme on le décrira ultérieurement en détail.

Le four à micro-ondes comprend en outre le circuit d'attaque de commutation 50, le circuit temporisateur 60 et le circuit d'attaque avec isolation 70. Le circuit d'attaque d'élément de commutation 50 est connecté à la sortie du circuit de commande d'onduleur 30, par l'intermédiaire du circuit d'attaque avec isolation 70, et plus précisément à la borne de sortie du circuit NON-ET 38. Ce circuit 50 est conçu pour bloquer ou débloquer le transistor 15, conformément au signal de sortie E du circuit de commande d'onduleur 30. Il peut consister en un circuit du type connu appelé "circuit d'attaque de base". Le circuit temporisateur 60 est connecté à l'enroulement secondaire 2b du transformateur de haute tension 2. On utilise ce circuit 60 pour détecter, à partir de la sortie de l'enroulement secondaire du transformateur 2, l'instant auquel le circuit onduleur 10 prend une condition spécifique, comme par exemple un instant correspondant pratiquement à un passage par zéro. Il peut être constitué par un détecteur de zéro de type connu. Le signal de sortie C du circuit temporisateur 60 est appliqué à la borne d'entrée non inverseuses IN du multivibrateur 34.

L'enroulement secondaire 2b du transformateur 2, le circuit temporisateur 60, le multivibrateur 34 et le circuit NON-ET 35 constituent des moyens pour appliquer un signal de démarrage au compteur 32, conformément à la condition du circuit onduleur 10. D'autre part, le circuit NON-ET 35, le circuit de bascule FF, la résistance 36, le condensateur 40 et le circuit NON-ET 38 constituent des moyens pour interdire l'application du signal de démarrage au compteur 32.

On va maintenant expliquer comment fonctionne le four à micro-ondes, en se référant au diagramme séquentiel de la figure 3.

Lorsqu'on ferme l'interrupteur SW, l'alimentation auxiliaire PS fournit de l'énergie au circuit oscillateur 41 du circuit de commande d'onduleur 30. Il en résulte que l'oscillateur 42 commence à vibrer à la fréquence qui lui est propre. Le circuit oscillateur 41 émet donc

un signal d'horloge, qui est représenté par le signal HORLOGE de la figure 3. De plus, lorsqu'on ferme l'interrupteur SW, le condensateur 40 du circuit de commande d'onduleur 30 commence à accumuler une charge électrique, ce qui fait que le courant I augmente progressivement, comme le montre le signal I de la figure 3. Le signal de sortie E du circuit NON-ET 38 reste au niveau logique "1" jusqu'à ce que le courant I atteigne le niveau de seuil du circuit NON-ET 38, à l'instant t2, et ce niveau de seuil est indiqué par la ligne en trait mixte associée au signal I de la figure 3. Le circuit d'attaque de commutation 50 maintient le transistor 15 à l'état bloqué aussi longtemps que le signal E reste au niveau logique "1", comme représenté en E sur la figure 3.

Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur SW, le signal de sortie du micro-ordinateur 20 n'est ni au niveau logique "1", ni au niveau logique "0". Par conséquent, le signal de sortie A du registre à décalage 31 et le signal de sortie B du circuit NON-OU ne sont à aucun niveau logique, comme représenté en A et B sur la figure 3. Néanmoins, le signal de sortie D du multivibrateur 34 tombe rapidement au niveau logique "0", comme représenté en D sur la figure 3. Le signal de sortie F du circuit NON-ET 35 s'élève donc jusqu'au niveau logique "1", et il est utilisé en tant que signal de démarrage pour le compteur 32, comme représenté en F sur la figure 3.

Lorsque le signal d'entrée qui est appliqué à la borne APE du compteur 32, c'est-à-dire le signal de sortie F du circuit NON-ET 35, est au niveau logique "1", le compteur 32 a atteint un compte maximal de 255 impulsions d'horloge, et il émet une impulsion d'horloge G au niveau logique "0" sur sa borne CO/ZD, à l'instant t1, pour la première fois après la fermeture de l'interrupteur SW. Jusqu'à l'instant t1, le signal de sortie H du circuit NON-ET 37 reste indéterminé, après quoi le signal de sortie G du compteur 32 s'élève au niveau logique "1" à l'expiration d'une période d'horloge à partir de l'instant t1, comme représenté en G et H sur la figure 3. A ce moment, le signal de sortie H du circuit NON-ET 37 prend le niveau logique "0" et il reste à ce niveau.

Aussitôt longtemps que l'instant t1 précède l'instant t2, le signal de sortie E du circuit NON-ET 38 ne tombe jamais au niveau lo-

gique "0" immédiatement après l'instant t2. Les données de sortie du micro-ordinateur 20 restent indéterminées avant que le micro-ordinateur 20 soit initialisé. Le signal de sortie A du registre à décalage 31 n'est également ni au niveau logique "1", ni au niveau logique "0".

5 Par conséquent, le signal de sortie B du circuit NON-OU 33 n'est ni au niveau logique "1", ni au niveau logique "0". Si le signal de sortie B prend le niveau logique "1" ou le niveau logique "0" avant l'instant t2, le transistor 15 ne devient jamais conducteur. Le circuit NON-ET 38 remplit ainsi la fonction de moyens de protection destinés à empêcher que le transistor 15 ne devienne conducteur et ne
10 soit endommagé pendant que le micro-ordinateur 20 est en cours d'initialisation.

A l'instant t3, le micro-ordinateur 20 fournit les données de puissance de chauffage au registre à décalage 31. Ensuite, le registre à décalage 31 émet un signal de sortie A, à 8 bits. Le signal de
15 sortie A est chargé dans le compteur 32, en tant que valeur de comptage initiale de ce dernier, et il est appliqué au circuit NON-OU 33. Le signal de sortie B du circuit NON-OU 33 tombe du niveau logique "1" au niveau logique "0". Lorsque le signal de sortie B tombe au niveau
20 logique "0", le signal de sortie D du multivibrateur 34 s'élève jusqu'au niveau logique "1" et il reste à ce niveau pendant une durée prédéterminée. Le signal de sortie D, au niveau logique "1", est appliqué à une borne d'entrée du circuit NON-ET 35. A ce moment, l'autre entrée (E) du circuit NON-ET 35 est au niveau logique "1". Le signal
25 de sortie F du circuit NON-ET 35 tombe donc au niveau logique "0".

Lorsque le signal de sortie F du circuit NON-ET 35 tombe au niveau logique "0", le signal de sortie G du compteur 32 est au niveau logique "1". Par conséquent, le signal de sortie H du circuit NON-ET 37 prend le niveau logique "1". Du fait que la tension I a une valeur
30 qui équivaut au niveau logique "1" après l'instant t2, le signal de sortie E du circuit NON-ET 38 tombe au niveau logique "0". Le signal de sortie F du circuit NON-ET 35 s'élève au niveau logique "1". Il résulte de ceci que le signal de sortie E du circuit NON-ET 38 s'élève rapidement jusqu'au niveau logique "1", à l'instant t4. Autrement
35 dit, le signal de sortie E reste au niveau logique "0" pendant une

durée extrêmement courte.

Le compteur 32 commence à effectuer l'opération de comptage en sens décroissant de la valeur à laquelle il a été chargé, lorsque le signal de sortie F du circuit NON-ET 35 prend le niveau logique "0".
5 Lorsque sa valeur de comptage diminue jusqu'à zéro à l'instant t_5 , le compteur 32 émet une impulsion d'horloge au niveau logique "0". En d'autres termes, le signal de sortie G du compteur 32 reste momentanément au niveau logique "0". Par conséquent, le signal de sortie H du circuit NON-ET 37 tombe au niveau logique "0", et le signal de sortie E du circuit NON-ET 38 s'élève au niveau logique "1".
10

Le signal de sortie E du circuit NON-ET 38 reste au niveau logique "0" de l'instant t_4 , jusqu'à l'instant t_5 . Par conséquent, pendant l'intervalle qui s'étend entre les instants t_4 et t_5 , le signal de sortie Eb du circuit de commutation 50 est au niveau logique "1",
15 et le transistor 15 reste conducteur, comme représenté en Eb sur la figure 3. Le courant de collecteur Ic qui circule dans le transistor 15 pendant cet intervalle de temps forme une onde pratiquement triangulaire, comme représenté en Ic sur la figure 3.

Lorsque le transistor 15 est bloqué à l'instant t_5 , un courant circule de l'enroulement primaire 2a du transformateur de haute tension 2, vers le condensateur 14, ce qui a pour effet d'augmenter la tension collecteur-émetteur Vce du transistor 15. Lorsque le courant qui circule dans l'enroulement primaire 2a diminue jusqu'à zéro, le condensateur 14 commence à faire circuler un courant de décharge, ce
20 qui fait que la tension Vce diminue. Le circuit temporisateur 60 détecte l'instant t_6 auquel la tension Vce diminue jusqu'à zéro ou une valeur proche, et son signal de sortie C s'élève vers le niveau logique "1", comme indiqué en C et Vce sur la figure 3. Il résulte de ceci que le signal de sortie D du multivibrateur 34 s'élève jusqu'au niveau
25 logique "1" et reste à ce niveau pendant une durée prédéterminée.
30

La séquence des opérations qui sont effectuées pendant l'intervalle de temps allant de t_3 à t_6 se répète, pour attaquer ainsi le magnétron 6. Le magnétron 6 effectue un chauffage par induction radiofréquence, ce qui applique de la chaleur à l'aliment (non représenté)
35 et cuit ce dernier.

Comme on vient de le décrire, le circuit de commande d'onduleur 30, dont le principal composant est le compteur 32, effectue une commande numérique du circuit onduleur 10. Du fait de la commande numérique, le circuit onduleur 10 est commandé de façon à fournir à la section de chauffage H0 un signal de puissance de chauffage ayant la valeur désirée, même si les composants du circuit ont des constantes qui diffèrent des valeurs nominales. Du fait que le four à micro-ondes n'exige aucun moyen de compensation de la différence des constantes du circuit, il peut être plus simple et de plus faible encombrement que le four à micro-ondes classique, qui doit avoir de tels moyens du fait que son circuit onduleur est commandé de façon analogique. Le four à micro-ondes de l'invention peut évidemment cuire un aliment mieux que le four classique. En outre, du fait de la commande numérique du circuit onduleur 10, des courants excessifs ou des tensions excessives ne sont pas appliqués au transistor 15 (c'est-à-dire l'élément de commutation) du circuit onduleur 10. De plus, le circuit de commande d'onduleur 30 n'exige aucun dispositif d'interface pour communiquer avec le micro-ordinateur 20, du fait qu'il est commandé de façon numérique. Ceci est une autre raison de la simplicité et du faible encombrement du four à micro-ondes.

Comme il ressort de façon évidente de la figure 3, le signal de sortie E du circuit NON-ET 38 reste au niveau logique "0" aussi longtemps que le transistor 15 est conducteur, de l'instant t4 jusqu'à l'instant t5. Par conséquent, le signal de sortie F du circuit NON-ET 35 est maintenu au niveau logique "1" même si le signal B qui est appliqué au multivibrateur 34 contient du bruit et si son signal de sortie D s'élève au niveau logique "1". Il en résulte que le compteur 32 ne répète pas des opérations inutiles pendant que le transistor 15 est conducteur. En d'autres termes, la durée de conduction du transistor 15 ne se prolonge pas trop longtemps. Des courants excessifs ou des tensions excessives ne sont donc pas appliqués au transistor 15. Cette caractéristique, conjointement à l'application de données de puissance de chauffage de la valeur désirée, contribue considérablement à éviter un endommagement du transistor 15.

Du fait que le circuit oscillateur 41 comporte l'oscillateur de

précision 42, il fonctionne de façon fiable, ce qui stabilise le fonctionnement du compteur 32. Il en résulte que le circuit onduleur 10 génère des données qui représentent la valeur désirée de la puissance de chauffage.

5 Comme on l'a expliqué, l'oscillateur 42 qui peut être un oscillateur à céramique ou un oscillateur à quartz, vibre à une fréquence f qui est telle que le compteur 32 ne fonctionne pas continuellement au-delà d'une durée prédéterminée. Lorsque la durée de comptage est égale à T et la valeur de comptage est égale à V , on obtient : $T = V/f$.
10 Ensuite, dans la partie Ic de la figure 3, lorsque L_D représente un niveau d'endommagement du transistor 15, on peut déterminer une durée de comptage maximale T_{max} du compteur 32 et une durée d'endommagement T_B du transistor 15, qui satisfont la relation $T_{max} < T_B$, en sélectionnant la fréquence f de l'oscillateur 42. Le transistor 15 ne reste donc jamais conducteur pendant un intervalle de temps supérieur à
15 cette durée, grâce à quoi le transistor 15 n'est soumis ni à un courant excessif, ni à une tension excessive. Ceci améliore la sûreté du four à micro-ondes.

20 Les composants du circuit de commande d'onduleur 30 peuvent se présenter sous la forme d'un réseau de portes intégré. Dans ce cas, le four à micro-ondes est plus simple et peut être assemblé plus aisément.

25 L'invention n'est pas limitée au four à micro-ondes décrit ci-dessus. On peut l'appliquer à un appareil de cuisson électromagnétique qui comporte un circuit onduleur. En outre, on peut apporter divers changements et modifications à un appareil de chauffage radiofréquence comportant un onduleur, sans sortir du cadre de l'invention.

30 Comme on peut le comprendre à la lecture de ce qui précède, l'invention procure un appareil de chauffage radiofréquence qui comprend un circuit onduleur comportant un élément de commutation ; un circuit oscillateur qui produit des impulsions à une fréquence prédéterminée ; un compteur qui est chargé initialement à une valeur de comptage correspondant à une puissance de chauffage désirée, de façon à compter en sens décroissant à partir de la valeur de comptage
35 initiale, conformément aux impulsions que produit le circuit oscil-

lateur, pour fixer ainsi une durée de conduction de l'élément de commutation du circuit onduleur ; des moyens pour produire un signal de conduction et un signal de blocage conformément à la valeur de comptage du compteur, et pour appliquer ces signaux à l'élément de commutation du circuit onduleur ; et des moyens pour appliquer un signal de démarrage au compteur, conformément à l'état du circuit onduleur. L'appareil a ainsi une structure relativement simple et il peut donc être fabriqué de façon économique, mais il est néanmoins capable de produire la quantité désirée de chaleur pour cuire un aliment de façon appropriée. On peut en outre éviter la destruction de l'élément de commutation du circuit onduleur.

L'appareil peut en outre comprendre des moyens destinés à interdire l'application du signal de démarrage au compteur, aussi longtemps que l'élément de commutation du circuit onduleur reste à l'état conducteur. Dans ce cas, le compteur ne peut pas fonctionner, même si un signal contenant du bruit lui est appliqué, grâce à quoi des courants excessifs ou des tensions excessives ne sont pas appliqués à l'élément de commutation du circuit onduleur.

Le circuit oscillateur peut être du type comportant un oscillateur à céramique ou un oscillateur à quartz, dont la fréquence d'oscillation est telle que le compteur ne peut pas fonctionner continuellement au-delà d'une durée prédéterminée. Du fait que le circuit oscillateur comporte un oscillateur à céramique ou un oscillateur à quartz, il fonctionne de façon stable, ce qui permet au compteur de fonctionner également de façon stable. Le fonctionnement stable du compteur conduit à la génération de la quantité de chaleur désirée. De plus, du fait que la durée de fonctionnement du compteur est limitée, des courants excessifs ou des tensions excessives ne sont pas appliqués à l'élément de commutation du circuit onduleur.

REVENDICATIONS

1. Appareil de chauffage radiofréquence comprenant : une source de chauffage radiofréquence (H0) destinée à produire une puissance de chauffage radiofréquence prédéterminée ; et un circuit onduleur (10) destiné à recevoir un signal d'entrée alternatif et à produire un signal de sortie radiofréquence pour attaquer la source de chauffage radiofréquence (H0), ce circuit onduleur (10) comprenant des moyens de redressement (RC) destinés à redresser le signal d'entrée alternatif, et un élément de commutation (15) destiné à commuter un signal de sortie à courant continu que fournissent les moyens de redressement (RC) ; caractérisé en ce qu'il comprend en outre : des moyens de traitement (20) destinés à fournir des données fixées de puissance de chauffage qui sont associées à la puissance de chauffage radiofréquence ; des moyens de commande d'onduleur (30) comprenant des moyens de comptage (32) destinés à fixer une durée de conduction conformément aux données fixées de puissance de chauffage que fournissent les moyens de traitement (20) et à effectuer une opération de comptage, et des moyens (35-40) destinés à produire un signal de conduction/blocage, conformément à une valeur de comptage des moyens de comptage (32); et des moyens d'attaque (50) destinés à attaquer l'élément de commutation (15) du circuit onduleur (10), sous la dépendance du signal de conduction/blocage que fournissent les moyens de commande d'onduleur (30).
2. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de commande d'onduleur (30) comprennent des moyens de protection (38-40) destinés à protéger pratiquement l'élément de commutation (15) du circuit onduleur (10) jusqu'à ce que les moyens de traitement (20) soient initialisés.
3. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de commande d'onduleur (30) comprennent des moyens (33-34) destinés à faire démarrer le fonctionnement des moyens de comptage (32), conformément aux données fixées de puissance de chauffage que les moyens de traitement (20) fournissent après l'initialisation.

4. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens temporisateurs (60) destinés à détecter un instant concernant la valeur d'une tension qui doit être appliquée à l'élément de commutation (15) du circuit onduleur (10), et en ce que les moyens de commande d'onduleur (30) comprennent des moyens destinés à faire en sorte que les moyens de comptage (32) recommencent à fonctionner, conformément à l'instant détecté par les moyens temporisateurs (32).
5. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de commande d'onduleur (30) comprennent des moyens (38) destinés à empêcher pratiquement le redémarrage du fonctionnement des moyens de comptage, pendant que l'élément de commutation (15) du circuit onduleur (32) est à l'état conducteur.
6. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de commande d'onduleur (30) comprennent des moyens de génération d'horloge (41) qui sont destinés à produire un signal d'horloge pour faire fonctionner les moyens de comptage (32).
7. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de génération d'horloge (41) comprennent un oscillateur (42) ayant une fréquence de vibration spécifique.
8. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 7, caractérisé en ce que la fréquence de vibration spécifique a une valeur telle que les moyens de comptage (32) ne peuvent pas fonctionner continuellement pendant un intervalle de temps dépassant une durée prédéterminée.
9. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'oscillateur (42) est un oscillateur à céramique.
10. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'oscillateur (42) est un oscillateur à quartz.
11. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens temporisateurs (60) détectent l'instant auquel la tension appliquée à l'élément de commutation (15) di-

minue pratiquement jusqu'à zéro volt.

12. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de chauffage radiofréquence (H0) comprend un magnétron (6).

5 13. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 12, caractérisé en ce que le magnétron (6) est connecté au circuit onduleur (10) par un transformateur de haute tension (2) et par un circuit redresseur (3-5).

10 14. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de protection (39-40) comprennent un circuit à constante de temps.

15 15. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 13, caractérisé en ce que le transformateur de haute tension (2) comprend un enroulement secondaire (2d) qui est connecté aux moyens temporisateurs (60).

20 16. Appareil de chauffage radiofréquence comprenant un circuit onduleur (10) avec un élément de commutation (15), caractérisé en ce qu'il comprend en outre : un circuit oscillateur (41) qui produit des impulsions à une fréquence prédéterminée ; un compteur (32) qui est chargé initialement à une valeur de comptage correspondant à une puissance de chauffage désirée, pour compter en sens décroissant à partir de la valeur de comptage initiale, conformément aux impulsions que produit le circuit oscillateur, pour fixer ainsi une durée de conduction de l'élément de commutation du circuit onduleur ; des moyens (35-40)
25 pour produire un signal de conduction et un signal de blocage conformément à la valeur de comptage du compteur (32), et pour appliquer ces signaux à l'élément de commutation (15) du circuit onduleur (10) ; et des moyens (34, 60) pour appliquer un signal de démarrage au compteur, conformément à l'état du circuit onduleur (10).

30 17. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (38-40) pour interdire l'application du signal de démarrage au compteur (32), aussi longtemps que l'élément de commutation (15) du circuit onduleur reste conducteur.

18. Appareil de chauffage radiofréquence selon la revendication 16, caractérisé en ce que le circuit oscillateur (41) est un oscillateur à céramique (42) ou un oscillateur à quartz (42) dont la fréquence d'oscillation est telle que le compteur (32) ne peut pas fonctionner
- 5 continuellement pendant un intervalle de temps dépassant une durée prédéterminée.

1/3

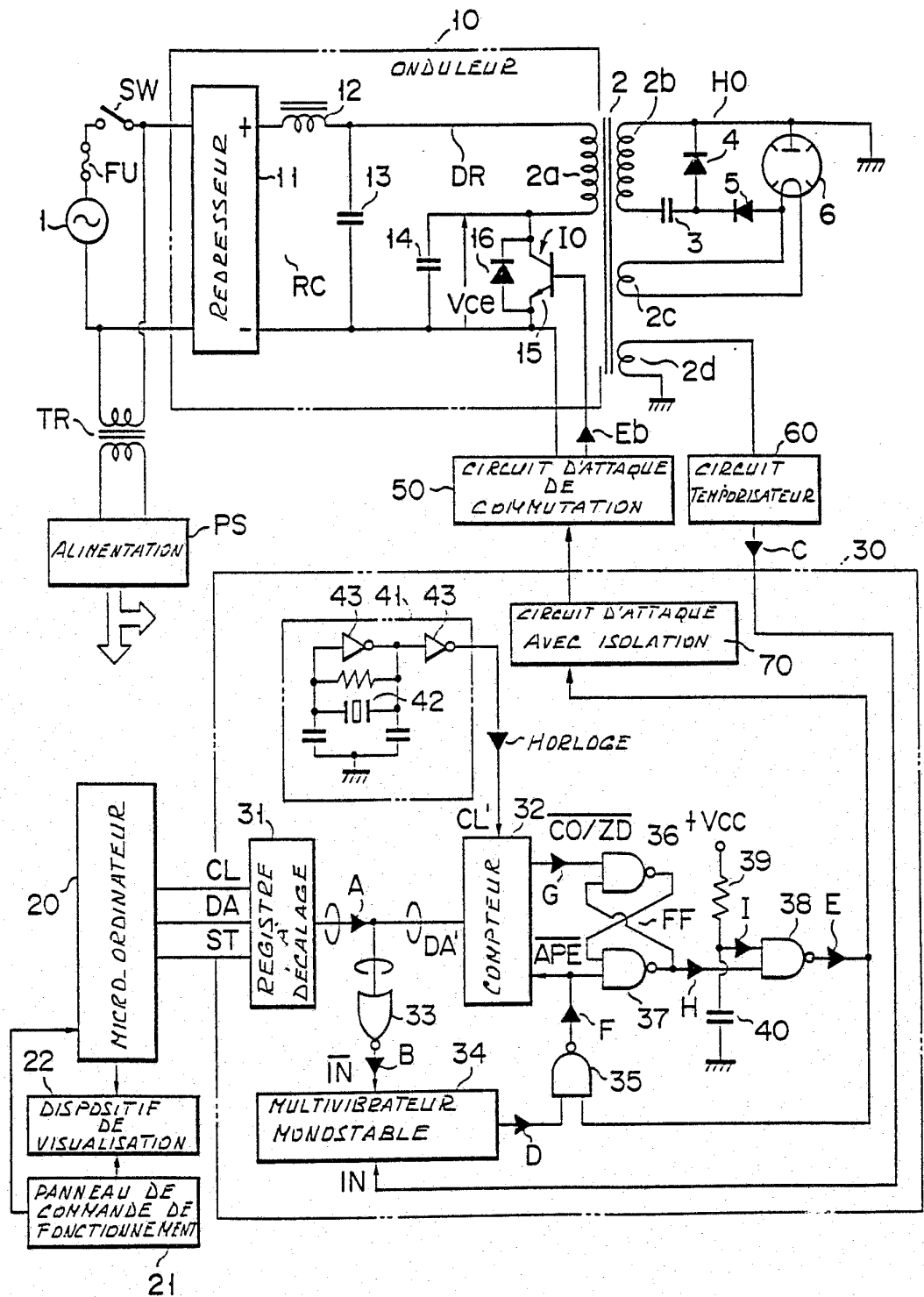


FIG. 1

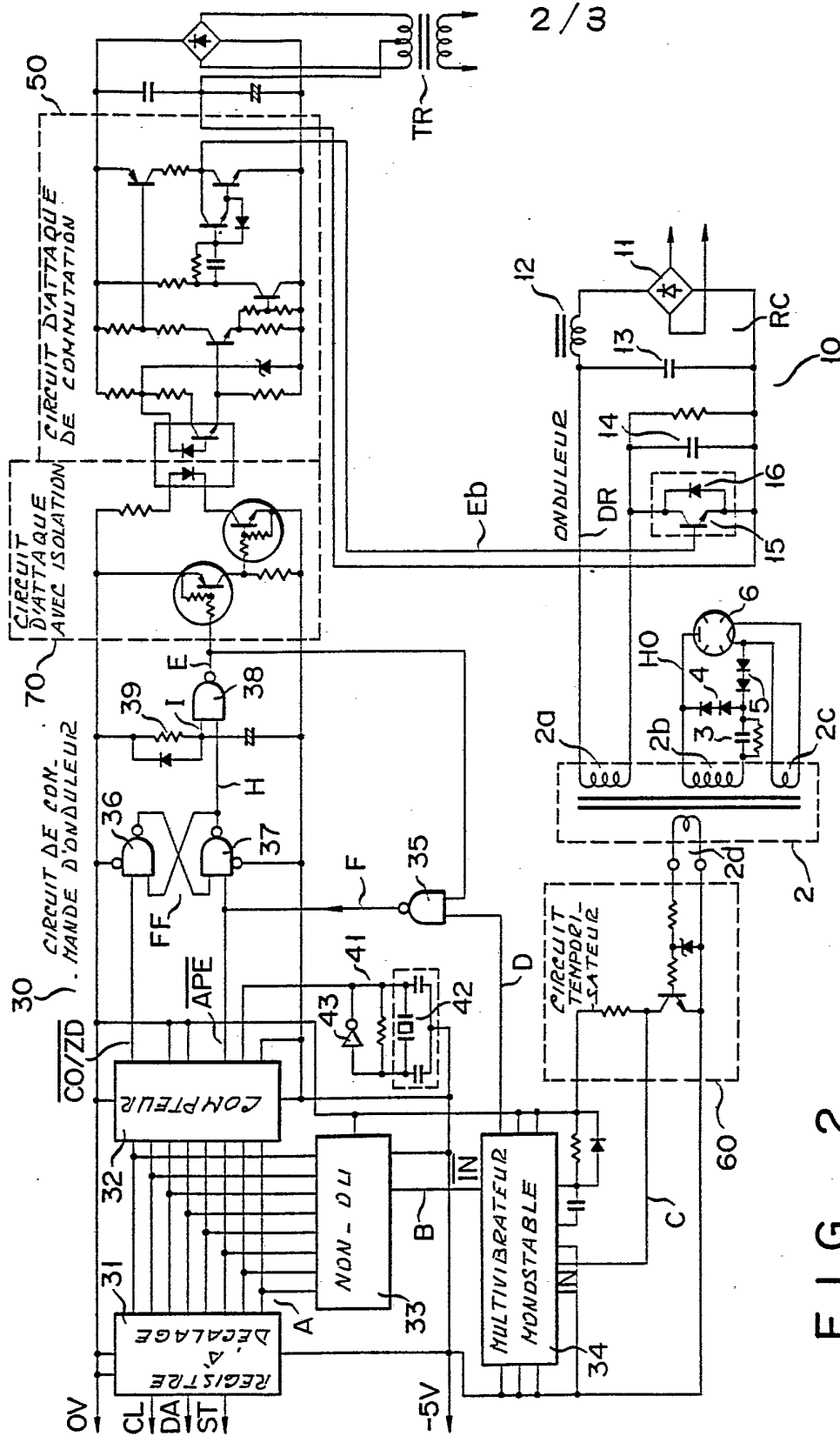


FIG. 2

3/3

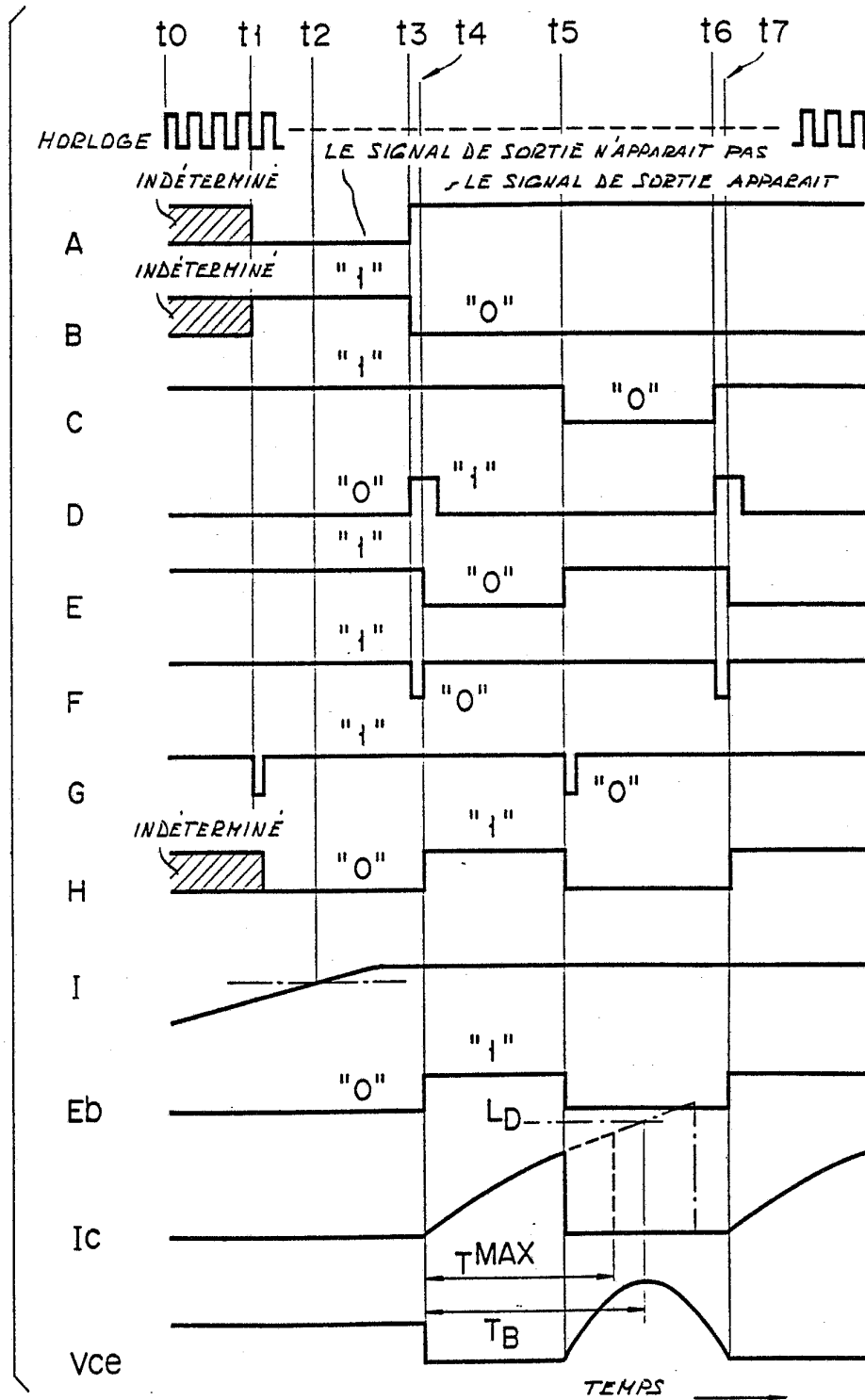


FIG. 3