

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 février 2004 (19.02.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/015808 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **H01Q** (74) Mandataire : GLN GRESSET & LAESSER NEUCHÂTEL; Puits-Godet 8A, CH-2000 Neuchâtel (CH).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/CH2003/000539 (81) État désigné (*national*) : US.
- (22) Date de dépôt international : 8 août 2003 (08.08.2003)
- (25) Langue de dépôt : français (84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 1377/02 8 août 2002 (08.08.2002) CH Publiée :
— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport
- (71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : BURRUS, Xavier [CH/CH]; 35, rue du Centre, CH-1025 St-Sulpice/VD (CH).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : BERNEY, Jean-Claude [CH/CH]; Fossés 8, CH-1110 Morges (CH).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: ARRAY OF MODULAR TRANSMISSION ANTENNAS FOR AN RF IDENTIFICATION SYSTEM

(54) Titre : ASSEMBLAGE D'ANTENNES DE TRANSMISSION MODULAIRES POUR SYSTEME D'IDENTIFICATION RF

(57) Abstract: The invention relates to arrays of modular transmission antennas for an RF identification system, which can be configured in many different ways as required. The antennas of the array are all serially connected. Each antenna comprises a main winding that is coiled onto a ferrite core and is pretuned to the operating frequency by means of internal capacities. Simple cabling means make it possible to quickly and easily obtain the most sophisticated combinations.

(57) Abrégé : La présente invention concerne des assemblages d'antennes modulaires de transmission pour système d'identification RF pouvant être configurés de manière très diverse en fonction de l'utilisation. Les antennes de l'assemblage sont toutes branchées en série. Elles comportent chacune un enroulement principal bobiné sur un noyau de ferrite et sont préaccordées à la fréquence de travail au moyen de capacités internes. Des moyens de câblage simples permettent de réaliser en un tour de main les combinaisons les plus sophistiquées.



WO 2004/015808 A2

Demande de brevet

Assemblage d'antennes de transmission modulaires **pour système d'identification RF**

5

Les systèmes d'identification radio fréquence (RF) les plus courants travaillant par exemple à 125 kHz utilisent des antennes de transmission alimentées par un boîtier de commande électronique et collaborant avec des étiquettes ou cartes à puces comportant une bobine réceptrice. Ces antennes de transmission doivent d'une part générer un flux magnétique suffisant à la fréquence de base pour alimenter lesdites étiquettes ou cartes à puces par l'intermédiaire de leur bobine réceptrice, et d'autre part récupérer les signaux générés en retour par celles-ci. La puissance de ces antennes de transmission dépend fortement de la distance à laquelle on veut pouvoir alimenter et lire les étiquettes, et va de quelques dizaines de milliwatts à plusieurs dizaines de watts.

15

Dans la plupart des cas connus ces antennes de transmission comportent des bobines à air (sans noyau magnétique) avec des spires de surface relativement grande adaptées à la distance à laquelle on désire pouvoir alimenter et lire lesdites étiquettes ou cartes à puce. Selon les estimations courantes, la distance de détection est plus ou moins égale aux dimensions des spires de la bobine de l'antenne de transmission. Pour une bobine carrée de 40 cm de côté, on aura une distance de détection de l'ordre de 40 cm. Pour une antenne de 60 cm de côté, on aura une distance de détection de l'ordre de 60 cm, etc.

Cependant il s'agit là d'une interprétation assez simpliste dans la mesure où il est nécessaire d'augmenter l'énergie dans les antennes de transmission en fonction de la puissance 4 de la distance pour simplement alimenter

25

normalement lesdites étiquettes ou cartes à puce de manière qu'elles puissent répondre et envoyer un signal de retour d'énergie toujours constante. Cela signifie que le rapport entre ce signal de retour et l'énergie nécessaire au niveau des antennes de transmission est une fonction inverse à la puissance 4 de la distance de lecture. La bobine de ces antennes de transmission forme une self qui est le plus souvent associée à une capacité de manière à former un circuit résonnant série accordé à la fréquence de travail de manière à multiplier le NI par le facteur de qualité. Ces capacités d'accord sont généralement intégrées aux moyens électroniques de commande de ces antennes. Les antennes de transmission de ce type fonctionnent de manière préférentielle lorsque lesdites étiquettes ou cartes à puces se trouvent dans l'axe des spires. Il est possible, mais de manière très limitée, de faire des combinaisons de deux antennes, réparties par exemple de part et d'autre d'un passage, pour autant que ces deux antennes de transmission soient sensiblement dans le même axe.

15

Le brevet WO98/52141 mentionne, lui, des antennes de transmission comportant des bobines de relativement petit diamètre en comparaison des spires des antennes de transmission classiques mentionnées plus haut. Contrairement aux antennes classiques, les bobines de ces antennes de transmission sont montées sur des noyaux magnétiques de forme allongée et fonctionnent de manière préférentielle lorsque lesdites étiquettes ou cartes à puces se trouvent en parallèle avec les spires de la bobine et lesdits noyaux magnétiques.

25 La présente invention présente une forme d'exécution de ce type d'antenne en y apportant l'avantage de la modularité, d'une grande souplesse d'utilisation et d'une grande diversité de combinaisons. Elle concerne un assemblage

d'antennes de transmission modulaires pour système d'identification RF comportant chacune une self formée d'un enroulement principal bobiné sur un noyau magnétique caractérisé par le fait que ledit assemblage comporte plusieurs antennes de transmission modulaires branchées en série les unes
5 avec les autres et alimentées par des moyens électroniques de commande reliés au moins à l'une d'entre elles, lesdites antennes de transmission modulaires présentant des caractéristiques électriques similaires et étant pré accordées individuellement en résonance à la fréquence de travail au moyen de capacités propres branchées en série avec les selfs formées par les
10 enroulements principaux des antennes modulaires dudit assemblage.

La fig. 1 représente à titre d'exemple le schéma électrique d'une antenne de transmission modulaire selon l'invention.

15 La fig. 2 représente à titre d'exemple le schéma électrique d'un assemblage de 3 antennes de transmission modulaires selon l'invention..

La fig. 3 représente deux exemples de réalisation d'antennes de transmission modulaires selon la fig. 1.

20

La fig. 4 représente un premier exemple de d'assemblage d'antennes de transmission modulaires selon l'invention.

La fig. 5 représente un deuxième exemple d'assemblage d'antennes de
25 transmission modulaires selon l'invention.

La fig. 6 représente un troisième exemple d'assemblage d'antennes de transmission modulaires selon l'invention.

La fig. 7 représente à titre d'exemple une antenne de transmission modulaire
5 selon l'invention à laquelle on a ajouté une connectique de dérivation intéressante vers les moyens électroniques de commande et des bobines de mesure.

La fig. 8 représente schématiquement à titre d'exemple les moyens
10 électroniques du boîtier de commande associés aux antennes de transmission modulaires selon l'invention.

La fig. 9 représente à titre d'exemple une exécution particulière desdits moyens électroniques selon la figure 8.

15 La fig. 10 représente la forme des signaux en différents points desdits moyens électroniques des figures 8 et 9.

La fig. 1 représente à titre d'exemple le schéma électrique d'une antenne de
20 transmission modulaire selon l'invention. Elle comporte un noyau magnétique (1) sur lequel est bobiné un certain nombre de spires formant une self (2) de valeur $L = n^2/R$. Comme la bobine est de petit diamètre et de relativement grande longueur, la réductance R serait trop élevée avec une bobine à air pour obtenir une self suffisante. Le noyau magnétique (1) permet donc de réduire la
25 réductance de l'antenne et d'obtenir une self convenable dans le volume désiré. La self de l'antenne (2) est pré accordée à la fréquence de travail, par exemple 125 kHz, au moyen de capacités en série (3, 4) de manière que la fréquence

de résonance du tout (f_0) soit égale à la valeur voulue, selon la formule bien connue $f_0 = 1/2 \pi (LC)^{1/2}$.

Dans l'exemple de la figure 1, la capacité de résonance C est formée de deux capacités de valeur $2C$ en série placées à chaque extrémité de la self. On peut
5 obtenir le même résultat avec une seule capacité de valeur C , mais cela permet d'avoir une bonne symétrie dans la construction de l'antenne de transmission, comme nous le verrons de manière détaillée en figure 3. En appliquant une tension U (5) à la fréquence de résonance aux bornes de celle-ci, on va obtenir un courant inversement proportionnel à l'impédance de la self multiplié par le
10 facteur de qualité de l'ensemble résonant self/capacité. Ce courant détermine directement le flux généré par l'antenne, selon la formule bien connue $\phi = NI / R$. Ainsi plus le facteur de qualité de l'antenne est élevé, plus elle est capable d'alimenter des étiquettes ou cartes à puces à une grande distance, et donc de recevoir leurs informations en retour. Ce paramètre est donc particulièrement
15 important. Mais, pour que l'antenne puisse bénéficier de ce facteur de qualité élevé, il faut impérativement qu'elle travaille à sa fréquence de résonance propre, ce qui nécessite de préférence certaines dispositions particulières décrites aux figures 9 et 10.

20 Rappelons brièvement et de manière très schématique le mode de fonctionnement des étiquettes et cartes à puce pour système d'identification RF. Elles comportent une bobine réceptrice (6) qui alimente un circuit intégré (7). La première condition pour que l'étiquette fonctionne est que la tension générée aux bornes de la bobine (6) par le flux délivré par l'antenne de
25 transmission modulaire (1,2) soit suffisante pour faire fonctionner correctement le circuit intégré (7). Si c'est le cas, ce dernier va établir la communication avec l'antenne en modulant la charge aux bornes de la bobine

réceptrice (6) à une fréquence et selon une procédure connues en commutant par exemple une résistance (8) au moyen d'un interrupteur électronique (9). La bobine réceptrice (6) et l'antenne modulaire de transmission (1,2) sont couplées à la manière d'un transformateur, si bien que les variations de charge
5 au niveau de la bobine (6) induisent des variations de courant dans l'antenne (1,2). L'analyse de ces variations de courant permet de restituer et interpréter les signaux transmis par l'étiquette. Il est bien clair que plus celle-ci est éloignée de l'antenne, plus le couplage est faible et plus la restitution des signaux est délicate. La position de la bobine réceptrice (6) dans le flux a aussi
10 une grande importance et présente des angles morts où la transmission devient impossible. Certaines formes d'exécution de ces étiquettes ou cartes à puce comme celles décrites dans les brevets WO 98/52141 ou WO 00/69016 permettent de réduire ces angles morts sans toutefois les supprimer totalement.

15 La fig. 2 représente à titre d'exemple le schéma électrique d'un assemblage de 3 antennes de transmission modulaires selon l'invention. Sur cette figure, trois antennes de transmission de caractéristiques identiques sont branchées en série. On a alors trois selfs (10, 11, 12) avec chacune leurs deux capacités de valeur 2C en série (13, 14, 15, 16, 17, 18). Les 3 selfs et les 6 capacités sont
20 en série de telle manière que la fréquence de résonance de l'ensemble est de $f_0 = 1/2 \pi (3L \times 2C/6)^{1/2} = 1/2 \pi (LC)^{1/2}$. On voit donc que la fréquence de résonance reste la même. Par contre, si on multiplie le nombre d'antennes modulaires, c'est en principe pour augmenter le couverture opérationnelle du système, et il est souhaitable de ne pas réduire le nombre de NI par antenne.

25 Pour cela, il est nécessaire de maintenir la tension U aux bornes de chaque antenne à sa valeur de consigne, et par là de multiplier la tension de travail U_t

aux bornes de l'ensemble par le nombre d'antennes modulaires. Dans le cas représenté cette tension est donc égale à $U_t = 3U$.

La fig. 3 représente deux exemples de réalisation d'antennes de transmission modulaires selon la fig. 1. En fait il s'agit de deux antennes identiques (20, 20') placées à 180 degrés l'une par rapport à l'autre. Chaque antenne comporte un certain nombre de spires (21, 21') bobinées sur des noyaux magnétiques sous forme de bâtons de ferrite (22, 22') de manière à réaliser des selfs capables de générer le flux magnétique nécessaire pour alimenter les étiquettes et cartes à puces RF comme mentionné plus haut. Ces antennes sont montées dans des boîtiers ad hoc (23, 23') comportant à chacune de leurs extrémités des éléments de connexion, connecteurs, câbles ou autres, tous les moyens connus des gens de métier étant envisageables. Dans le cas représenté il s'agit de simples bornes pour fiches banane (24, 24', 25, 25', 26, 26' et 27, 27'). Dans cet exemple, bien que de nombreuses autres combinaisons soient possibles, ces bornes sont subdivisées en bornes d'entrée (I) et bornes de sortie (O) de manière à faciliter les interconnexions entre les antennes modulaires comme décrit aux figures 4, 5 et 6. Ces bornes d'entrée et de sortie peuvent être différenciées par exemple par la couleur, bornes d'entrée (I) rouges et bornes de sortie (O) bleues. Chaque extrémité de chaque boîtier d'antenne de transmission (23, 23') comporte une borne d'entrée (24, 24', et 25, 25') à gauche, et une borne de sortie à droite (26, 26', et 27, 27'). Les bornes d'entrée (24, 24') sont reliées électriquement par un condensateur (28, 28') à l'entrée du bobinage de l'antenne (21, 21'), alors que les bornes de sortie (27, 27') sont reliées électriquement par un condensateur (29, 29') à la sortie du bobinage de ladite antenne. Ces condensateurs (28, 28' et 29, 29') correspondent aux capacités (3, 4) de la figure 1 qui permettent de pré accorder l'antenne

modulaire à la fréquence de travail selon la relation donnée au paragraphe 4 de la page 4, $f_0 = 1/2 \pi (LC)^{1/2}$. Il est clair que, selon d'autres modes de réalisation, les capacités de préaccord pourraient être placées à l'extérieur des boîtiers des antennes de transmission, par exemple dans le boîtier de commande électronique de celles-ci ou même incorporées dans le câblage, sans que cela change leurs caractéristiques au niveau de la transmission..

Cependant la configuration décrite ici comporte certains avantages. En raison du facteur de qualité des circuits résonants série formés par les bobines (21, 21') avec les capacités (28, 28' et 29, 29'), la surtension aux bornes des bobines (21, 21') peut atteindre plusieurs centaines de volts. Cela pourrait s'avérer dangereux et nécessiterait des précautions particulières si cette tension apparaissaient directement sur les bornes de connexion. En incorporant les condensateurs de pré accordage de l'antenne de transmission dans le boîtier, on limite la tension sur les bornes de connexion à U, tension nécessaire pour exciter la résonance série de l'ensemble, tout en simplifiant les interconnexions entre modules d'antenne. On peut voir sur le dessin de la figure 3 que les bornes 25 et 26, respectivement 25' et 26' sont reliées directement électriquement l'une à l'autre par des liaisons 30 et 30' parallèles aux bobines d'antenne (21, 21'). Il s'agit simplement là de liaisons permettant de simplifier le câblage qui assure le passage du courant circulant dans les antennes de transmission vers le boîtier de commande électronique. Ces liaisons pourraient également se faire à l'extérieur des boîtiers des antennes, mais nous verrons aux figures suivantes que la configuration décrite ici comporte des avantages intéressants. Enfin, pourquoi avoir représenté deux antennes similaires (20, 20') à 180 degrés l'une de l'autre. Prenons l'exemple de l'antenne 20. Si le courant entre dans l'antenne par l'entrée 24, sort par la sortie 27 et revient par l'entrée 25 pour ressortir par la sortie 26, le courant passera dans les spires de

la bobine 21 dans le sens des aiguilles d'une montre, ce qui génère un flux que nous appellerons de phase A. Si au contraire le courant entre par l'entrée 25, sort par la sortie 26, revient par l'entrée 24 et ressort par la sortie 27, le courant passera également dans les spires de la bobine 21 dans le sens des
5 aiguilles d'une montre, ce qui génère toujours un flux de phase A. Le sens de ce flux est déterminé par un symbole graphique (31) à l'extrémité du boîtier (23). La phase du flux par rapport au courant reste donc la même pour autant que l'on entre dans l'antenne par une des bornes d'entrée (24, 25) et que l'on en sorte par une des bornes de sortie (27, 26). Pour l'antenne 20' qui est
10 disposée à 180 degrés de l'antenne 20, on a exactement le contraire. Que le courant entre par l'entrée 24' ou par l'entrée 25', le courant passera dans la bobine 21' dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, ce qui générera un flux de phase $A+180$ degrés, soit un flux inverse à celui généré par l'antenne 20. Le symbole graphique 31' indiquant la phase du flux dans
15 l'antenne 20' se trouve donc à 180 degrés par rapport au symbole graphique correspondant 30 de l'antenne 20. Ces symboles graphiques permettent à l'installateur de se rendre compte immédiatement si les flux délivrés par des antennes qui se trouvent à proximité les unes des autres sont en phase ou à contre phase. L'intérêt de ces différentes particularités ressortiront plus en
20 détail des descriptions des figures 4 à 6.

La fig. 4 représente un premier exemple d'assemblage d'antennes de transmission modulaires selon l'invention. Ces antennes de transmission sont au nombre de 4, placées en série par paires (40a, 40b, et 40c, 40d) de chaque
25 côté de l'espace dans lequel on veut pouvoir alimenter les étiquettes ou cartes à puce et communiquer avec elles, par exemple un passage de porte. On peut constater que les 4 antennes sont orientées dans le même sens comme

l'antenne 20 de la figure 3. Ainsi les symboles graphiques (41a, 41b, 41c et 41d) qui indiquent la phase du flux généré par chaque antenne sont-ils tous dirigés vers le haut. Pour que le sens du flux soit correct et corresponde au symbole graphique, il faut que les sorties (0) soient branchées à des entrées (I). Ainsi le courant délivré par le circuit électronique de commande entre par une première liaison électrique dans l'antenne 40a par l'entrée 42a, passe dans la bobine et sort par la sortie 43a. Il entre ensuite dans l'antenne 40b par l'entrée 42b passe par la bobine et ressort par la sortie 43b. Dans la configuration représentée, la deuxième paire d'antennes (40c et 40d) est alimentée par le haut. Aussi le courant entre-il dans l'antenne 40c par l'entrée 44c, reliée à la sortie 43b de l'antenne 40b. Pour que la direction du flux généré par l'antenne 40c soit correct, c'est au retour que le courant doit traverser la bobine. Le courant passe donc en droite ligne de l'entrée 44c à la sortie 45c reliées directement électriquement l'une à l'autre (voir liaisons 30 et 30' de la figure 3). De la sortie 45c, le courant arrive dans l'antenne 40d par l'entrée 44d et passe directement sur la sortie 45d, comme dans le cas de l'antenne 40c. Arrivé à ce point, les 4 antennes sont reliées électriquement, mais seules les bobines des antennes 40a et 40b sont branchées. Par ailleurs, si on veut que le courant circule, il faut compléter le câblage de manière à boucler le circuit et revenir sur le circuit électronique de commande, tout en passant par les bobines des antennes 40c et 40d. Ainsi la sortie 45d de l'antenne 40d est reliée à l'entrée 42d de celle-ci. Le courant traverse la bobine de cette antenne et ressort par la sortie 43d reliée à l'entrée 42c de l'antenne 40c. Le courant traverse alors la bobine de cette antenne et ressort par la sortie 43c. Celle-ci est reliée à l'entrée 44b de l'antenne 40b, elle-même reliée directement à la sortie 45b. Enfin cette sortie est reliée à l'entrée 44a de l'antenne 40a qui est reliée directement à la sortie 45a. Ainsi le courant va

5 passe directement de l'entrée 44b de la bobine 40b à la sortie 45a de la bobine 40a. Cette sortie est reliée par une seconde liaison électrique au circuit électronique de commande. Ainsi la boucle est fermée et le courant passe à travers les bobines des 4 antennes. On peut constater les points suivants:

- 5 1/ Le courant traverse toujours les bobines en passant des bornes 42 aux bornes 43 de manière que le flux soit toujours dans la bonne phase.
- 10 2/ Le courant passe toujours par liaison directe des bornes 44 aux bornes 45. Ces liaisons directes pourraient passer par l'extérieur sans traverser les antennes, mais la solution proposée a l'avantage de la systématique et permet d'éviter des erreurs de branchement.

Chaque sortie est reliée à une entrée par le chemin le plus court et le câblage entre antennes est ainsi très simplifié.

Comme les flux 46 générés par les 4 antennes sont en phase, on a une orientation relativement unidirectionnelle de ceux-ci dans l'espace couvert par les antennes. Cela n'est pas forcément la meilleure solution dans la mesure ou les étiquettes et cartes à puces présentent des angles morts selon leur position par rapport au flux. Il peut donc être préférable de varier l'orientation de ces flux pour pallier à ce défaut. C'est ce qui fait l'objet des variantes des figures 5 et 6.

20 La fig. 5 représente un deuxième exemple d'assemblage d'antennes de transmission modulaires selon l'invention.. Dans cette combinaison, les antennes de transmission sont au nombre de 4 comme dans la figure précédente placées en série par paires (50a, 50b et 50c 50d) de chaque côté de l'espace à couvrir. La différence consiste dans le fait que les antennes modulaires 50b et 50c sont tournées de 180 degrés par rapport aux antennes 40b et 40c de la figure précédente. Ainsi les symboles graphiques 51a et 51d

sont-ils vers le haut, et les symboles graphiques 51b et 51c vers le bas. Cela signifie que les flux générés par les modules d'antenne 50b et 50c sont en opposition à 180 degrés par rapport aux flux générés par les modules d'antenne 50a et 50d. Nous verrons plus loin ce que cela signifie au niveau de la distribution du flux. Mais examinons d'abord de manière rapide le passage du courant dans les modules d'antenne, compte tenu du fait que la liaison entre les deux paires d'antenne modulaires se fait par le bas, et non plus par le haut comme à la figure 4. Le courant généré par les moyens électroniques de commande arrive à l'entrée 52a de l'antenne 50a, traverse la bobine et ressort par la sortie 53a. Il passe ensuite par l'entrée 54b de l'antenne 50b et ressort directement sur la borne 55b pour rentrer par la borne 52b, traverser la bobine et ressortir par la borne 53b, revenir sur la bobine 50a et la traverser directement par les bornes 54a et 55a. Dans ce cas le courant traverse toujours les antennes en passant des bornes 52 et 53 (42 et 43 dans la figure 4), mais dans un sens inverse compte tenu du fait que les modules d'antennes 50a et 50b sont disposés à 180 degrés l'un de l'autre. Les flux générés par ces deux antennes sont donc opposés à 180 degrés. Le courant passe ensuite par l'entrée 52d de l'antenne 50d, traverse la bobine et ressort par la sortie 53d. Il va après sur l'entrée 54c de l'antenne 50c et ressort directement sur la borne 55c pour rentrer par la borne 52c, traverser la bobine et ressortir par la borne 53c, revenir sur la bobine 50d et la traverser directement par les bornes 54d et 55d pour retourner vers le circuit électronique de commande. Dans ce cas le courant traverse également les antennes en passant des bornes 52 et 53 (42 et 43 dans la figure 4), mais dans un sens inverse compte tenu du fait que les modules d'antennes 50d et 50c sont disposés à 180 degrés l'un de l'autre. Les flux générés par ces deux antennes sont donc opposés à 180 degrés. Comme on peut le voir sur la figure, les flux générés par cette disposition d'antennes

modulaires ne sont plus unidirectionnels mais se font opposition et se séparent selon 4 orientations différentes (56) ce qui peut permettre de se rendre relativement indépendant de la position des étiquettes et cartes à puce passant dans l'espace couvert par cet assemblage d'antennes modulaires. Notons que, dans cet exemple, les deux paires d'antennes auraient pu être reliées par le haut plutôt que par le bas comme dans l'exemple de la figure précédente, et inversement. Cela démontre la diversité de combinaisons possibles au niveau du branchement des antennes modulaires entre elles. Par exemple il n'est pas indispensable que les antennes soient parallèles comme le montre l'exemple de la figure 6.

La fig. 6 représente un troisième exemple d'assemblage d'antennes de transmission modulaires selon l'invention. Cette combinaison est formée de 3 antennes modulaires 60a, 60b et 60c disposées à 120 degrés les unes des autres. Ces trois antennes sont tournées en direction du centre comme le montre la position des symboles graphiques 61a, 61b et 61c indiquant la phase du flux délivré par chaque antenne. Le courant délivré par les moyens électroniques de commande arrivent par la borne 62, traverse la bobine de l'antenne 60a en direction du centre, passe à l'intérieur de l'antenne 60b et revient en traversant la bobine de celle-ci en direction du centre. Il passe ensuite à l'intérieur de la bobine 60c et revient en traversant la bobine de celle-ci toujours en direction du centre, et enfin passe sur la borne 63 des moyens électroniques de commande en passant à l'intérieur de la bobine 60a. Ainsi le courant traverse-t-il les bobines des trois antennes modulaires dans la direction du centre. Les flux générés par celles-ci s'additionnent selon une répartition circulaire (64), non seulement dans le plan du dessin, mais également dans l'espace selon l'axe de chaque antenne. Si une étiquette ou carte à puce

- traverse cet espace, elle va rencontrer des flux d'orientation très diverses et le risque qu'elle ne soit pas détectée en raison d'une mauvaise position de sa bobine réceptrice est quasiment nul. Bien d'autres combinaisons sont bien sûr possible de manière à s'adapter à chaque cas particulier. Le nombre d'antennes
- 5 de transmission modulaires branchées en série selon l'invention est limité non pas en théorie, mais par les possibilités pratiques, surface à couvrir, puissance des moyens électroniques de commande, etc. 8 à 10 semblent être un maximum.
- 10 La fig. 7 représente à titre d'exemple une antenne de transmission modulaire selon l'invention, à laquelle on a ajouté une connectique de dérivation intéressante vers les moyens électroniques de commande et des bobines de mesure. Cette antenne de transmission (70) que nous appellerons antenne mère est très similaire à celle de la figure 3 et a un enroulement principal (71)
- 15 bobiné sur un noyau magnétique (72) comme les autres antennes modulaires. Cette antenne mère est montée dans un boîtier (73) qui n'est représenté ici que très partiellement. A chaque extrémité de ce boîtier on retrouve des bornes d'entrée I (74, 75) et des bornes de sortie O (76, 77). L'enroulement principal (71) est relié d'un côté au condensateur 78 et de l'autre au condensateur 79.
- 20 Jusque là tout est identique à l'antenne de la figure 3.

La première différence consiste dans le fait que la liaison entre l'entrée 74 et le condensateur 78 est interrompue pour intercaler un câble à deux conducteurs (80) qui est relié aux moyens électroniques de commande de manière que le

25 courant délivré par ceux-ci arrive par l'un des conducteurs et reparte par l'autre. Notons que le câble 80 peut être intercalé n'importe où dans le circuit d'alimentation de la bobine principale de l'antenne mère (71) sans que cela

change quoi que ce soit sur le plan fonctionnel. Si on court-circuite les bornes 74 avec 76 et 75 avec 77, le courant arrive par le premier conducteur du câble 80 sur le condensateur 78, traverse la bobine principale 71 et le condensateur 79, passe par la borne 77 vers la borne 75 et revient par les bornes 76 et 74 sur le deuxième conducteur du câble 80. La boucle est ainsi fermée et le courant circule correctement dans l'antenne 70. Le but est cependant de travailler avec plusieurs antennes modulaires en série. Pour cela il suffit de les brancher aux bornes 74, 76 ou 75, 77, par exemple selon des différentes combinaisons des figures 4, 5 et 6. Ainsi on a complètement séparé le câblage antenne/moyens électroniques de commande du câblage des antennes modulaires entre elles. L'antenne mère est la seule à être reliée aux moyens électroniques de commande, par exemple par un câble blindé si ceux-ci se trouvent à une certaine distance, alors que le câblage entre les antennes de transmission modulaires qui se trouvent à proximité les unes des autres est simplifié. Notons que l'antenne mère peut remplacer n'importe laquelle des antennes de transmission modulaires et ceci quels que soient leur nombre et leur combinaison.

La deuxième différence consiste dans le fait que l'antenne mère 70 comporte un enroulement supplémentaire bifilaire (81) bobiné sur le noyau magnétique (72). Par cet enroulement, on obtient deux bobines de mesure identiques dont la tension aux bornes est proportionnelle au flux qui traverse ledit noyau magnétique, selon la relation bien connue $e = -n \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$. Les entrées et sorties de ces deux bobines de mesure sont branchées aux 4 conducteurs d'un câble (82) qui est relié comme le câble 80 aux moyens électroniques de commande. C'est pour la commodité la description que les deux câbles 80 et 82 ont été séparés. On pourrait sans problème n'utiliser qu'un seul câble à

6 conducteurs, de même qu'on pourrait n'avoir qu'une seule bobine de mesure, ou même avoir des bobines de mesure dans une deuxième antenne de transmission modulaire. Ces possibilités sont des variantes techniquement possibles mais sans intérêt réel. Il est préférable que toutes les fonctions
5 particulières soient regroupées au sein d'une seule antenne, soit celle que nous avons appelée antenne mère, et que seule celle-ci soit reliée aux moyens électroniques de commande.

La fig. 8 représente schématiquement à titre d'exemple les moyens
10 électroniques du boîtier de commande associés aux antennes de transmission modulaires selon l'invention. Dans une configuration bien connue, ces moyens de commande comportent un oscillateur (90), par exemple à 250 kHz qui attaque l'entrée horloge d'un flip-flop (91). Ce flip-flop présente sur ses sorties Q et Q/ des signaux carrés à la fréquence de 125 kHz, déphasés de 180 degrés
15 les uns par rapport aux autres, destinés à commander l'ampli de puissance qui alimente les antennes de transmission modulaires selon l'invention. Ainsi, la sortie Q du flip-flop (91) va sur un préampli (92) qui commande en tout ou rien une première paire de MOSFET N et P (93, 94) dont les sources sont branchées aux bornes V-, respectivement V+ de l'alimentation de puissance
20 (95) et les drains à une première sortie de l'ampli de puissance (96). A cet effet, le gate du MOSFET N (93) est relié à la sortie du préampli 92 par la capacité 97 et à V- par la résistance 98. De même le gate du MOSFET P (94) est relié à la sortie de l'ampli 92 par la capacité 99 et à V+ par la résistance 100. Symétriquement, la sortie Q/ du flip-flop (91) va sur un préampli (101)
25 qui commande en tout ou rien une seconde paire de MOSFET N et P (102, 103)) dont les sources sont branchées aux bornes V-, respectivement V+ de l'alimentation de puissance (95) et les drains à une deuxième sortie de l'ampli

de puissance (104) . Le gate du MOSFET N (102) est relié à la sortie de l'ampli 101 par la capacité 105 et à V- par la résistance 106. De même le gate du MOSFET P (103) est relié à la sortie de l'ampli 101 par la capacité 107 et à V+ par la résistance 108. Les deux paires de MOSFET N et P travaillent en tout ou rien et en contrephase de manière que, lorsque V+ apparaît sur la première sortie (96), V- apparaît sur la deuxième sortie (104), et inversement. Les gates des MOSFET N et P sont découplés par des capacités (97, 99, 105 et 107) de manière que les signaux de commande gate-source qu'ils reçoivent des amplis 92 et 101 restent indépendants de la valeur relative des tensions V+, V- par rapport à la tension d'alimentation de ces amplis. En effet, dans la configuration décrite, l'alimentation de puissance (95) se compose en fait de 3 modules en série (95a, 95b et 95c) dont les sorties sont reliées à un sélecteur à 3 positions A (109) permettant de choisir trois valeurs de V+ par rapport à V-, par exemple 12 volts (position $A=1=U$), 24 volts (position $A=2=2U$), ou 36 volts (position $A=3=3U$). Ainsi les tensions délivrées par l'alimentation de puissance (95) dépendent de la position A du sélecteur (109) selon la relation $A \cdot U$. Comme nous le verrons plus loin, cela permet de s'adapter rapidement au nombre d'antennes de transmission modulaires de l'assemblage selon l'invention. Dans notre cas, cet assemblage (110) comporte une combinaison de 3 antennes modulaires tout à fait identique à celle décrite à la figure 2. Un des côtés de cet assemblage est relié à la sortie (96) de la première paire de MOS FET de puissance par l'intermédiaire d'une capacité d'ajustement (111) formée par exemple d'un ou plusieurs condensateurs de valeurs fixes. Bien que les antennes modulaires soient préaccordées, il peut y avoir, selon leur disposition les unes par rapport aux autres, des interactions qui peuvent provoquer de légères variations de la fréquence de résonance. Il est donc préférable de prévoir ces moyens d'ajustement pour faire un réglage final

précis lorsque tout est définitivement en place. Ici les antennes modulaires sont préaccordées à une fréquence légèrement plus élevée que la fréquence de travail de manière à pouvoir être ramenée à la valeur exacte au moyen de la capacité d'ajustement 111. Le second côté de l'assemblage 110 est relié à un

5 sélecteur à deux positions B (112) permettant de se connecter soit à V- (position B=1), soit à la sortie (104) de la seconde paire de MOS FET de puissance (position B=2). Si le sélecteur 112 est sur la position B=1, l'assemblage d'antennes de transmission modulaires selon l'invention (110) est branché entre V+ et V-, soit à une tension $A \cdot U$, pendant une première demi-

10 période, et entre V- et V-, soit 0, pendant la seconde demi-période. La tension peak-peak aux bornes de l'assemblage 110 est donc de $A \cdot U$ = soit $B \cdot A \cdot U$. Par contre si le sélecteur 112 est sur la position B=2, l'assemblage d'antennes 110 est branché entre V+ et V-, soit à une tension $A \cdot U$, pendant la première demi-période, et entre V- et V+, soit à une tension $-A \cdot U$ pendant la seconde demi-

15 période. La tension peak-peak aux bornes de l'assemblage 110 est donc de $2A \cdot U$, soit toujours $B \cdot A \cdot U$. La tension peak-peak aux bornes de l'assemblage d'antennes de transmission 110 peut donc être sélectionnée au moyen des sélecteurs A et B selon 6 combinaisons allant de U (A=1, B=1) à 6 U (A=3, B=2). Or nous avons vu à la figure 2 que, pour maintenir le NI dans les

20 antennes de transmission modulaires, il était nécessaire de multiplier la tension aux bornes de l'assemblage par le nombre d'antennes. Ainsi, dans l'exemple représenté ici qui comporte 3 antennes modulaires en série, A est sur la position 3 et B sur la position 1. On a ainsi aux bornes de l'assemblage 110 une tension peak-peak de 3U correspondant au nombre d'antennes. Notons

25 que si on augmente la tension en fonction du nombre d'antennes, le courant, lui, reste constant, et on ne surcharge ni les MOS FET de puissance dans la mesure où ils sont adaptés aux tensions max. de travail, ni les modules

d'alimentation (95). En augmentant le nombre de ceux-ci à 4 et en adaptant le nombre de positions A du sélecteur 109, on pourrait alimenter jusqu'à 8 antennes, et ainsi de suite. Cette façon de faire permet de réaliser des moyens électroniques de commande pouvant être adaptés très facilement à toutes les combinaisons possibles d'assemblage d'antennes de transmission modulaires selon l'invention. Cependant, la réalisation de moyens de commande spécifiques à une application déterminée reste bien sûr toujours possible.

En fait, comme nous l'avons vu à la figure 7, seule l'une des antennes de transmission modulaires de l'assemblage 110, appelée antenne mère et positionnée n'importe où dans la combinaison, est reliée aux moyens électroniques de commande. Cette antenne mère comporte deux bobines de mesure identiques mais déphasées de 180 degrés (120, 121) présentant à leurs bornes une tension en relation directe avec le flux généré par le courant qui circule dans les antennes. La principale composante de ce flux est bien sûr en relation avec le courant fourni à la fréquence de travail par les moyens électroniques de commande pour assurer l'alimentation des étiquettes et cartes à puces. Lorsque celles-ci répondent, ce flux est modulé selon une procédure connue à une fréquence beaucoup plus basse, par exemple 2kHz pour 125 kHz (voir figure 1), ce qui génère des variations de courant correspondantes. Pour récupérer ce signal de retour, il faut filtrer et interpréter ces modulations de flux/courant. Les méthodes actuellement utilisées analysent généralement la tension ou le courant directement aux bornes de la bobine principale auxquels viennent se superposer des composantes qui ne sont pas directement en relation avec le flux dans la bobine, mais qui dépendent du nombre d'antennes modulaires, des pertes cuivres, des capacités parasites, etc. En introduisant au niveau de l'antenne mère une ou plusieurs

bobines de mesure complètement indépendantes de la bobine principale, on obtient une tension vraiment représentative du flux dans les bobines des antennes de transmission modulaires. Cette tension est indépendante du nombre d'antennes, et toute variation du flux produite par la présence d'une
5 étiquette ou carte à puce à proximité de l'une quelconque des antennes modulaires de l'assemblage se traduit par une variation correspondante de celle-ci. Pour détecter ces variations de flux et restituer les signaux en retour des étiquettes et cartes à puces, la tension aux bornes des bobines de mesure (120, 121) est redressée au moyen de deux diodes (122, 123) travaillant en
10 alternance. Il s'agit là d'un redresseur à deux alternances à la sortie duquel on a une fréquence double de la fréquence de travail (250 kHz), ce qui permet de mieux séparer les signaux en retour à 2 kHz de la fréquence de base. Cette séparation se fait de manière générale au moyen d'un filtre passe bas qui élimine la fréquence de base (124), ce filtre étant relié à un circuit de
15 démodulation (125) qui restitue par l'intermédiaire d'un ampli de type trigger de Schmidt (126) des signaux conformes aux signaux en retour des étiquettes ou cartes à puce qui se trouvent dans le champ d'opération de l'une ou l'autre des antennes de transmission modulaires selon l'invention. Les possibilités de configurations de ces différents circuits sont extrêmement nombreuses, et nous
20 n'irons pas plus en détail dans leur description dans la mesure où cela ne fait pas directement partie de l'objet de l'invention. Les figures 9 et 10 donnent toutefois quelques compléments d'information intéressants pour la compréhension de celle-ci.

25 La fig. 9 représente à titre d'exemple une exécution particulière desdits moyens électroniques selon la figure 8. L'une des bobines de mesure de la figure 8, par exemple la bobine 120, est reliée à l'entrée - d'un ampli opérationnel (130) par

un diviseur de tension formé des résistances 131 et 132. La sortie de cet ampli 130 est reliée à l'entrée + par un diviseur de tension formé de la diode 133 et des résistances 134 et 135 de manière à obtenir une légère hystérésis négative, mais bien sûr uniquement lorsque ladite sortie est au moins. L'ampli 130
5 fonctionne donc comme trigger de Schmidt dissymétrique, et délivre sur sa sortie un signal tout ou rien dès que la tension de la demi-période négative aux bornes de la bobine 120 atteint une valeur minimum fixée par ladite hystérésis. Comme l'ampli 130 a un gain élevé, l'introduction de celle-ci permet d'éviter un comportement irrationnel dû à la présence de bruits de
10 fonds de faible amplitude. La sortie de l'ampli 130 est reliée par une capacité (136) à une résistance (137) branchée au + de l'alimentation et à l'entrée d'un inverseur (138), de manière à générer sur la sortie de celui-ci une impulsion positive courte correspondant au flanc négatif de la tension à la sortie de l'ampli 130. Ce flanc négatif survient dès que ladite tension minimum ait été
15 atteinte au moment où la tension aux bornes de la bobine 120 passe par 0 pour devenir positive comme représenté à la figure 10.

Par ailleurs nous retrouvons un oscillateur (140), mais cette fois à la fréquence de 500 kHz. Cet oscillateur est relié à l'entrée clock d'un diviseur par 4 formé
20 de deux flip flops D (141, 142) de manière à obtenir sur les entrées des amplis 143 et 144 correspondant aux amplis 92 et 101 de la figure 8 des signaux carrés à 125 kHz, déphasés de 180 degrés les uns par rapport aux autres, destinés à commander l'ampli de puissance qui alimente les antennes de transmission modulaires. Les impulsions à la sortie de l'ampli 138 sont dirigées
25 vers les entrées de reset de l'oscillateur 140 et des flip-flops 141 et 142. Un commutateur électronique 145 permet toutefois de d'envoyer en option ces impulsions sur l'entrée set du flip-flop 142.

Au démarrage, ce circuit se comporte comme celui de la figure 8 et les antennes modulaires sont alimentées par l'ampli de puissance à la fréquence générée par l'oscillateur 140 et les flip-flops 141 et 142. Toutefois nous avons dit plus haut qu'en raison du facteur de qualité élevé des antennes, il était
5 souhaitable de travailler à la fréquence de résonance exacte de l'assemblage selon l'invention. Aussi, dès que la tension aux bornes de la bobine de mesure 120 atteint la tension minimum requise, les impulsions courtes générées à la sortie de l'ampli 138 remettent à 0 l'oscillateur 140 et les flip flops 141 et 142. Ainsi les signaux carrés générés par ces circuits aux sorties des amplis 143 et
10 144 sont-ils synchronisés sur la fréquence de résonance propre des antennes. Notons que cette adaptation de la fréquence ne concerne que quelques pour mille, 1 ou 2 pour cents au maximum, mais cela est suffisant pour améliorer les performances des antennes. Cependant, pour que cette synchronisation fonctionnent correctement, il faut que les phases entre les signaux carrés aux
15 sorties des amplis 143 et 144 soit parfaitement définie par rapport aux impulsions de remise à 0 générées à la sortie de l'ampli 138. Par ailleurs, en basculant de l'entrée reset du flip flop 142 sur l'entrée set au moyen du commutateur 145, on inverse les phases des sorties des amplis 143 et 144, ce qui permet de réaliser une fonction supplémentaire intéressante. C'est ce que
20 nous allons montrer à la figure 10 ci-après.

La fig. 10 représente la forme des signaux en différents points desdits moyens électroniques des figures 8 et 9. Premièrement on trouve la tension sinusoïdale aux bornes de la bobine de mesure 120. Cette tension (150) $e = -n \frac{d\Phi}{dt} =$
25 $-L \frac{di}{dt}$ est déphasée de 90 degrés, soit un quart de période par rapport au courant dans la bobine (151). Lorsque l'amplitude de la tension 150 atteint le minimum requis, des impulsions courtes (152) sont générées à la sortie de

l'ampli 138 lorsque la tension 150 s'inverse du moins au plus. Dans le premier cas de figure (commutateur 145 sur reset), les sorties Q des flipflops 141 (153) et 142 (154) sont remises à 0. Comme le flip flop 142 bascule sur le flanc positif de son entrée clock, sa sortie passe à 1 après 1/4 de période et les sorties des amplis 143 et 144 qui commandent l'ampli de puissance qui alimente les antennes de transmission modulaires se trouvent en phase correcte avec le courant dans ces antennes (151). Cela représente un oscillateur parfaitement synchronisé et le courant va augmenter très rapidement jusqu'à l'amplitude maximum possible avec ledit ampli de puissance. On a ainsi trois étapes au niveau du démarrage, alimentation à la fréquence propre du générateur, synchronisation dudit générateur à la fréquence de résonance de l'assemblage des antennes de transmission modulaire selon l'invention dès que l'amplitude est suffisante, et stabilisation à l'amplitude max. Cela est très important car, pour écrire dans les étiquettes et cartes à puces de type RF, il est nécessaire de moduler en tout ou rien le signal transmis par les antennes à relativement haute fréquence. Cela implique qu'il faut pouvoir enclencher et réduire ce signal le plus rapidement possible. Le fait d'utiliser un générateur qui se synchronise de manière à atteindre sans coup férir l'amplitude max permet de résoudre ce problème à l'enclenchement. Pour réduire rapidement ce signal, le problème est plus difficile dans la mesure où, en raison du facteur de qualité de l'antenne de transmission, cette réduction s'opère normalement de manière exponentielle selon une constante de temps non négligeable. Il est donc nécessaire d'amortir l'antenne pour réduire cette constante. C'est là qu'intervient le commutateur 145. Ce commutateur permet d'invertir les signaux aux sorties des amplis 143 et 144 (155) de manière que l'ampli de puissance travaille en contre-phase avec le courant dans les antennes. De cette manière, on réalise ainsi en quelque sorte un anti-oscillateur synchronisé qui

permet de réduire très rapidement ledit courant pour le ramener en-dessous de la valeur minimum. Dès qu'on ramène le commutateur 145 sur la position reset, les signaux aux sorties des amplis 143 et 144 seront rétablis dans leur phase correcte et ledit courant sera rétabli dans les meilleurs délais. Le
5 commutateur 145 permet donc de moduler simplement les signaux des antennes de transmission modulaires selon l'invention avec toute la rapidité souhaitée.

Il existe bien sûr de très nombreuses variantes d'assemblages d'antennes
10 modulaires selon l'invention, mais leur description n'apporterait pas d'éléments supplémentaires à sa compréhension.

Revendications

- 1/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires pour système
5 d'identification RF comportant chacune une self formée d'un
enroulement principal (21, 71) bobiné sur un noyau magnétique (22,
72), caractérisé par le fait que ledit assemblage comporte plusieurs
antennes de transmission modulaires branchées en série les unes avec
les autres (10,11,12/ 40a,b,c,d /50a,b,c,d /60a,b,c) et alimentées par des
10 moyens électroniques de commande (90-109) reliés au moins à l'une
d'entre elles, lesdites antennes de transmission modulaires présentant
des caractéristiques électriques similaires et étant pré accordées
individuellement en résonance à la fréquence de travail au moyen de
capacités propres (13, 14, 15, 16, 17, 18) branchées en série avec les
15 selfs formées par les enroulements principaux des antennes modulaires
dudit assemblage.
- 2/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon la
revendication 1, caractérisé par le fait que les capacités propres à
20 chaque antenne (28, 29) sont branchées à l'intérieur même du boîtier de
celle-ci.
- 3/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon les
revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que chaque antenne
25 comporte au moins une borne d'entrée (24) et une borne de sortie (27),
lesdites capacités propres (28, 29) et l'enroulement principal de ladite
antenne (21) étant branchés en série entre ces deux bornes.

- 4/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que ledites bornes d'entrée (24) et de sortie (27) sont placées chacune à l'une des extrémités du boîtier de ladite antenne.
- 5
- 5/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon les revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que chaque antenne comporte une deuxième paire de bornes d'entrée (25) et de sortie (26) reliées directement entre elles électriquement et placées de manière qu'il y ait une borne d'entrée et une borne de sortie à chaque extrémité du boîtier de ladite antenne.
- 10
- 6/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon la revendication 1, caractérisé par le fait que des moyens de câblage comportant deux conducteurs (80) sont intercallés (74, 78) dans le circuit d'alimentation de l'enroulement principal (71) de l'une des antennes dénommée antenne mère (70), ces moyens de câblage étant agencés de manière à alimenter l'ensemble des antennes lorsqu'ils sont reliés à l'ampli de puissance (90-109) des moyens électroniques de commande.
- 15
- 20
- 7/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'une des antennes comporte un enroulement supplémentaire (81) bobiné sur son noyau magnétique (72), et des moyens de câblage (82) permettant de relier ledit enroulement aux circuits de filtrage et de démodulation (122-126) des
- 25

moyens électroniques de commande, cet enroulement formant au moins une bobine de mesure (120, 121) présentant à ses bornes une tension directement représentative du courant qui circule dans l'ensemble des antennes.

5

8/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon les revendications 1, 6 et 7, caractérisé par le fait l'enroulement supplémentaire (81) est incorporé dans l'antenne mère (70) de manière que seule celle-ci soit reliée directement aux moyens électroniques de commande (80, 82).

10

9/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon les revendications 1 et 7, caractérisé par le fait que ledit enroulement supplémentaire (81, 120) est également relié à un circuit d'ajustement (130-138) des signaux délivrés par les moyens électroniques de commande à l'ampli de puissance (140-144), ce circuit étant agencé de manière à synchroniser ces signaux à la fréquence de résonance propre de l'ensemble des antennes.

15

10/ Assemblage d'antennes de transmission modulaires selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens électroniques de commande comportent une alimentation (95) présentant plusieurs tensions de sortie et un commutateur (109) permettant de sélectionner la tension d'alimentation de l'ampli de puissance en fonction du nombre d'antennes de transmission modulaires de l'assemblage.

20
25

1/8

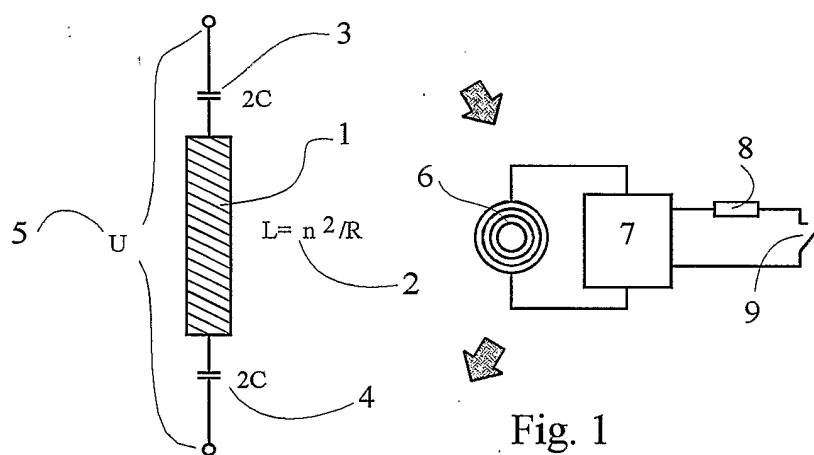


Fig. 1

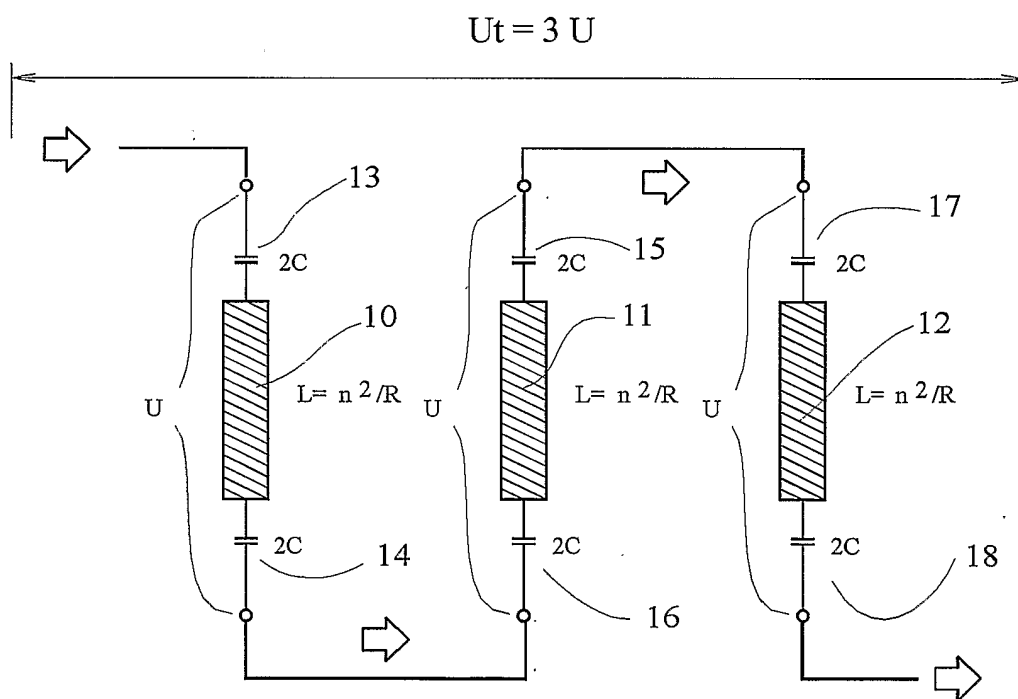


Fig. 2

2/8

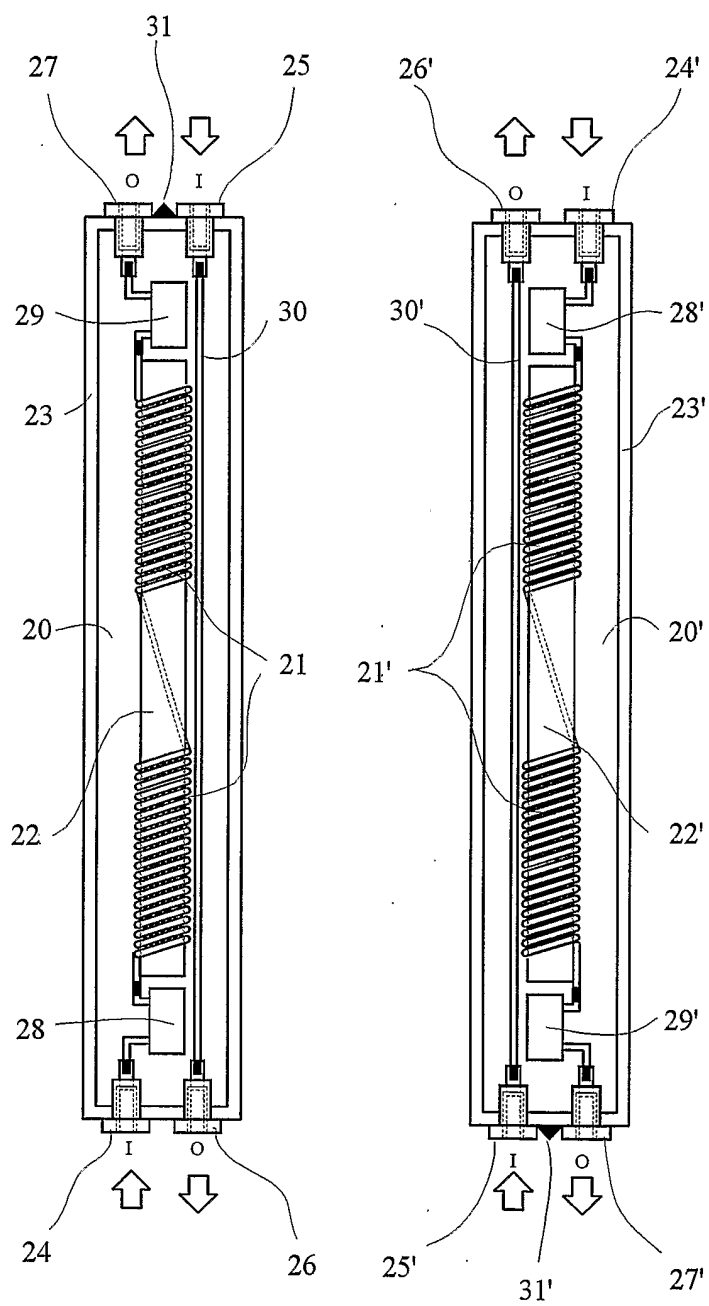


Fig. 3

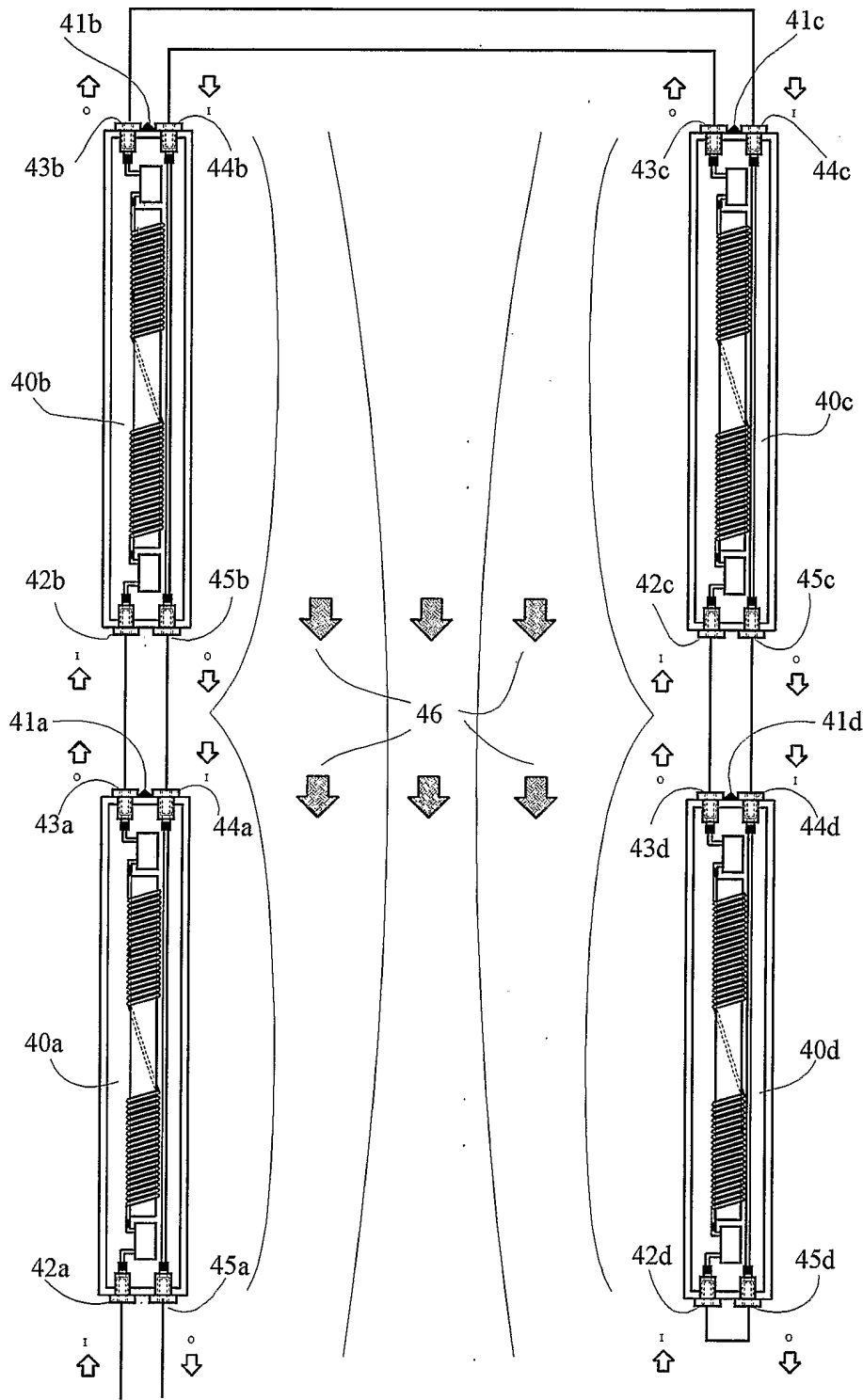


Fig. 4

5/8

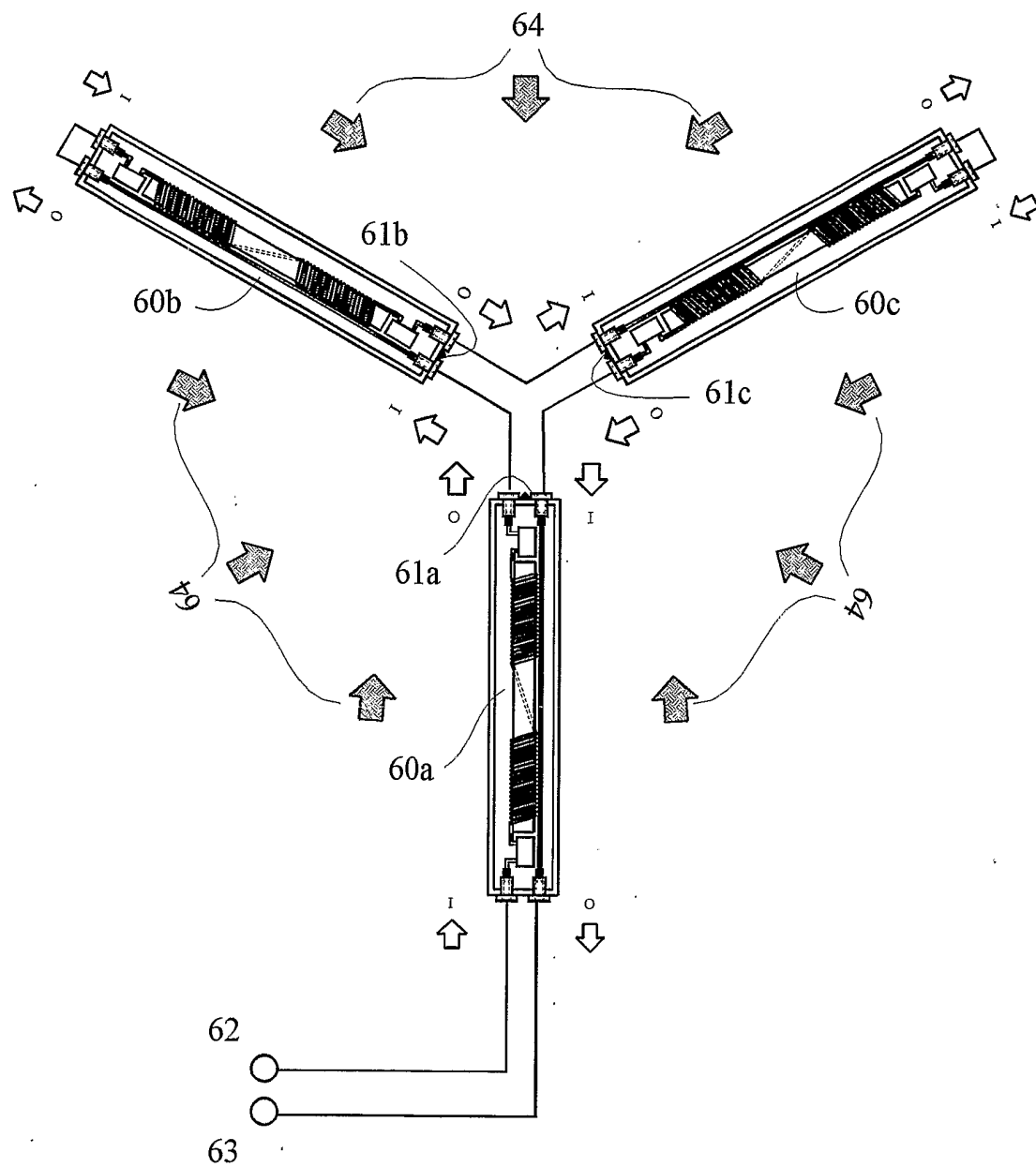
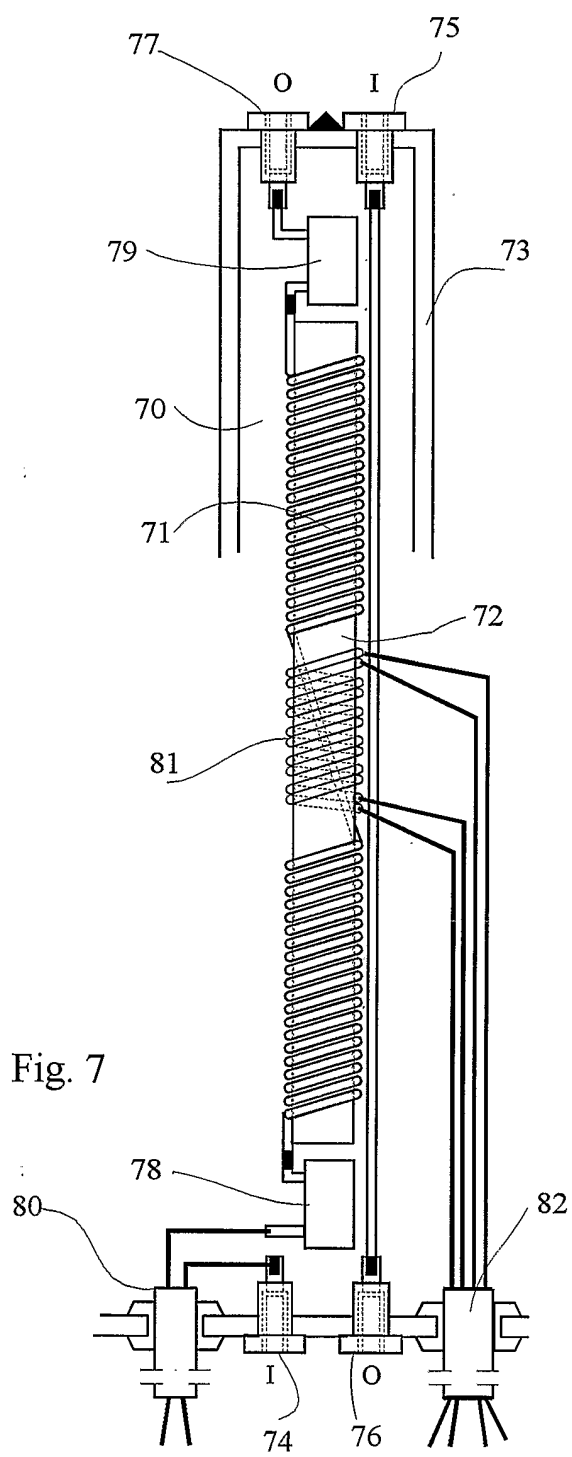


Fig. 6

6/8



7/8

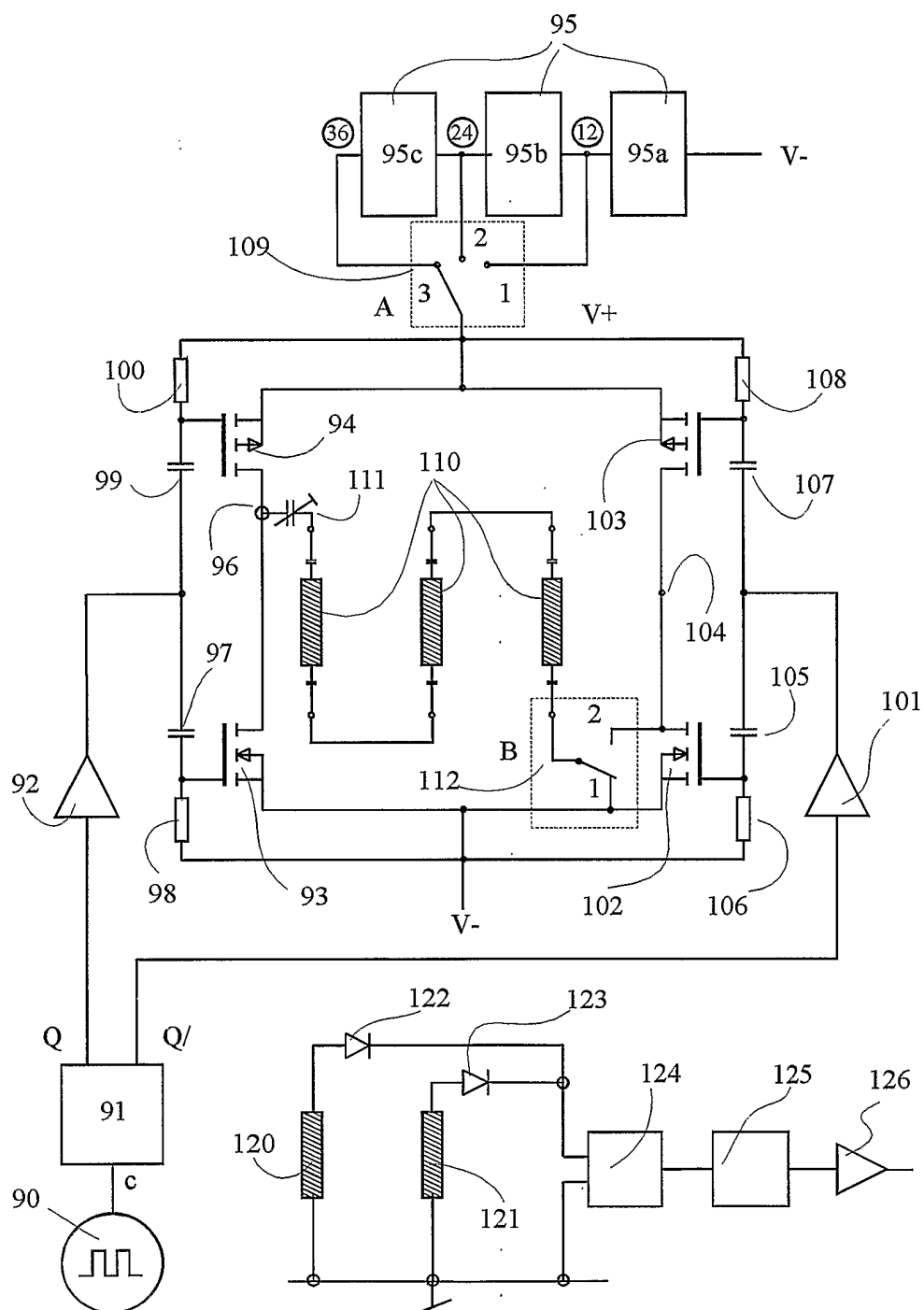


Fig. 8

8/8

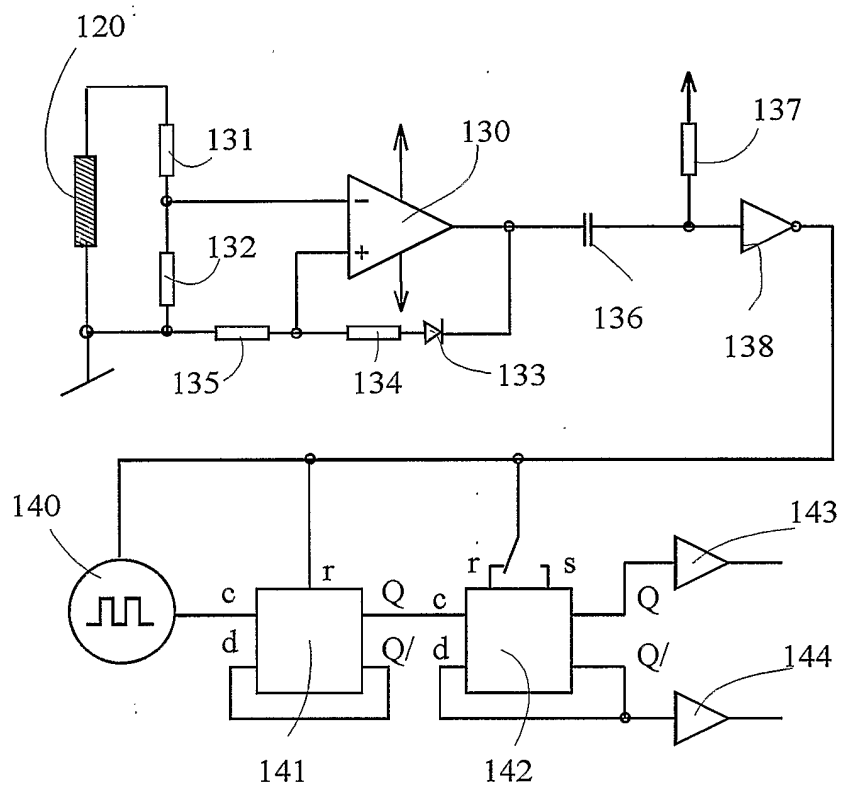


Fig. 9

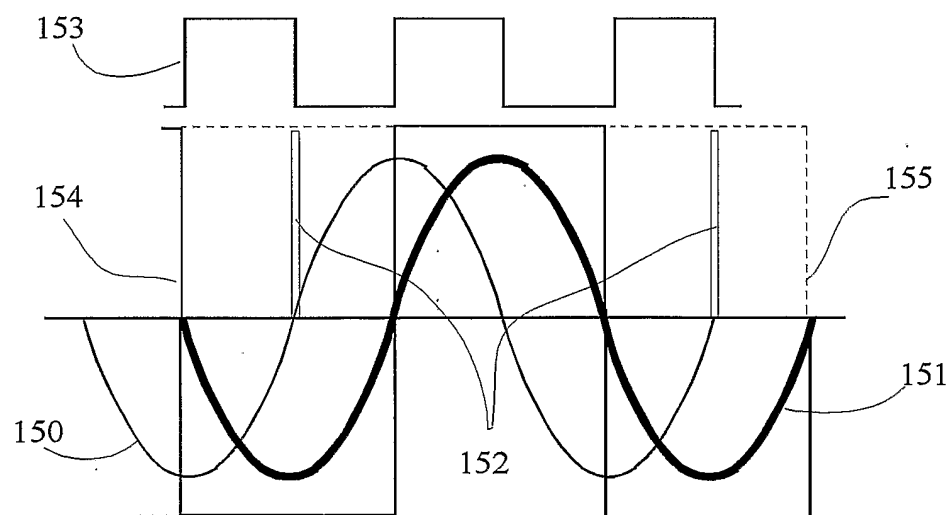


Fig. 10