(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 593 761**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 01015**

(51) Int Cl⁴ : B 61 L 25/02 // B 61 K 9/06.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 24 janvier 1986.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 32 du 7 août 1987.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *SOCIETE DE FABRICATION D'INSTRUMENTS DE MESURE (S.F.I.M.).* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Daniel Guyot et Richard Léger.

(73) **Titulaire(s) :**

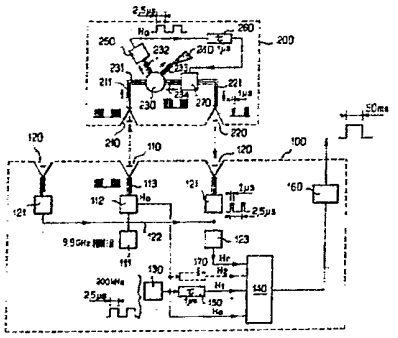
(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Regimbeau, Corre, Martin, Schrimpf, Warcoin et Ahner.

(54) Système de signalisation ferroviaire pour la reconnaissance d'un véhicule prédéterminé à son passage en un point donné.

(57) L'invention concerne un système de signalisation comportant une balise d'interrogation fixe 100 et un répondeur 200 embarqué par le véhicule à reconnaître.

La balise émet 110 une onde modulée 112 à une première fréquence H_o, et reçoit 120 l'onde renvoyée par le répondeur, dans laquelle on détecte 121, 123, 140 une modulation à une seconde fréquence, inférieure à la première fréquence de modulation.

Le répondeur est un répondeur passif dépourvu de source d'alimentation interne, et comprenant : un récepteur 210 hyperfréquence, un diviseur divisant l'énergie reçue en deux parties égales 232, 234, un détecteur 250 et une ligne à retard 260, un modulateur 270 et une antenne d'émission 220, de manière à découper l'onde modulée reçue en impulsions de largeur égale à la constante de temps de la ligne à retard.



FR 2 593 761 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne un système de signalisation ferroviaire, pour la reconnaissance d'un véhicule prédéterminé à son passage en un point donné.

Une application - bien entendu non limitative - d'un tel système est la reconnaissance de certains types de locomotivesavant leur passage devant les capteurs des détecteurs de boîtes chaudes (DBC). Les DBC sont des dispositifs de thermographie infrarouge placés au bord de la voie, à hauteur des boggies des véhicules ferroviaires ; le passage du véhicule devant le DBC excite le capteur infrarouge, qui délivre une information de température du boggie passant dans le champ de visée, pour déclencher une alarme lorsque la température excède une valeur prédéterminée.

Il se trouve cependant que certains types de locomotives possèdent en partie basse des boîtes de trains d'engrenages réducteurs qui sont portées - mais de façon normale - à une température élevée ; le passage de la locomotive devant le DBC risque donc, surtout en été, de provoquer une fausse alarme.

Il est donc souhaitable de disposer d'un système susceptible de reconnaître le type particulier de locomotive risquant de déclencher une telle fausse alarme et de permettre l'inhibition du DBC pendant la durée du passage de la locomotive.

De façon générale, il peut être nécessaire de reconnaître un véhicule prédéterminé à son passage en un point donné dans de très nombreux cas, par exemple pour identifier automatiquement le chargement d'un wagon, détecter le passage d'un convoi attendu en un point donné, ...

Ces systèmes comportent, classiquement :

. une balise d'interrogation, fixe par rapport à la voie et placée audit point donné, cette balise comportant :
  - des moyens émetteurs d'une onde hertzienne en direction des véhicules passant sur la voie,
  - des moyens récepteurs d'une onde hertzienne provenant des véhicules passant sur la voie,
. un répondeur mobile, embarqué par ledit véhicule prédéterminé, et propre, lors du passage de celui-ci au droit de la balise, à recevoir l'onde émise par la balise et à réémettre une onde vers celle-ci.

Un inconvénient constant rencontré avec les dispositifs connus vient du fait qu'il est toujours nécessaire de prévoir une alimentation pour le répondeur mobile, ce qui, même pour le cas de piles incorporées de très longue durée, nécessite un contrôle périodique de tous les répondeurs, contrôle astreignant et d'autant plus difficile qu'il s'agit de dispositifs embarqués, qui nécessitent donc le rappel du véhicule en atelier et son immobilisation pendant un certain temps.

Au contraire, l'alimentation de la balise peut être prise sur celle du DBC et, si l'on souhaite vérifier périodiquement les balises, il n'est pas nécessaire de les localiser puisque celles-ci sont fixes.

L'un des buts de l'invention est donc de proposer un système balise-répondeur du type précité dans lequel le répondeur est un répondeur passif, dépourvu de source d'alimentation interne.

Le système doit également répondre à un certain nombre de conditions de fonctionnement rigoureuses, notamment :

. absence de perturbation par les parasites électriques

engendrés notamment par les locomotives électriques,

. faibles dimensions du répondeur, en raison de la place limitée disponible, tout particulièrement lorsque le répondeur est placé sous la locomotive,

. robustesse et fiabilité du répondeur et de la balise, pour résister aux contraintes de toute nature que subissent ordinairement les matériels embarqués (projections d'eau, de graisse, ...) et ceux installés en pleine voie,

. la puissance émise et la sensibilité devront être telles que la liaison balise-répondeur puisse être assurée en toute hypothèse , en particulier en dépit des conditions atmosphériques difficiles (neige ou pluie violente), et ce, malgré l'absence d'amplification procurée par le répondeur - puisque celui-ci est un répondeur passif,

. le temps de réponse des circuits doit permettre une identification correcte des machines circulant à des vitesses d'au moins 150 km/h, et jusqu'à 300 km/h.

A cet effet, le système de l'invention, qui est du type précité, est caractérisé en ce que :

. les moyens émetteurs de la balise émettent une porteuse hyperfréquence modulée en amplitude à une première fréquence de modulation,

. les moyens récepteurs de la balise sont propres à recevoir une onde de même fréquence que ladite porteuse, et comportent des moyens détecteurs et discriminateurs pour détecter une modulation à une seconde fréquence, inférieure à la première fréquence de modulation,

. le répondeur est un répondeur passif dépourvu de source d'alimentation interne, et comprenant :

- un organe récepteur hyperfréquence,

- un circuit diviseur hyperfréquence, alimenté par l'organe récepteur, divisant l'énergie reçue en deux parties égales,
- un circuit détecteur, recevant la première partie de l'énergie en provenance du circuit diviseur, et restituant le signal enveloppe de la porteuse modulée,
- une ligne à retard recevant le signal restitué par les moyens détecteurs, le retard étant supérieur à la périodicité correspondant à la première fréquence de modulation,
- un organe modulateur, alimenté d'une part par l'autre partie de l'énergie en provenance du circuit diviseur, formant onde porteuse, et d'autre part par le signal en sortie de la ligne à retard, formant signal de modulation à ladite seconde fréquence de modulation,
- un organe émetteur, pour émettre le signal délivré par le modulateur.

Cette conception particulière du répondeur permet d'assurer une excellente sélectivité, et donc une très bonne discrimination à l'égard des parasites industriels, tout en ne nécessitant aucune source interne d'alimentation électrique.

De préférence, les polarisations des moyens émetteurs et des moyens récepteurs de la balise sont des polarisations croisées, ainsi que les polarisations de l'organe récepteur et de l'organe émetteur du répondeur.

Cette caractéristique évite tout fonctionnement défectueux, en limitant au minimum le couplage parasite direct pouvant exister entre la voie d'émission et la voie de réception de la balise.

Avantageusement, les moyens récepteurs de la balise comportent deux récepteurs disposés symétriquement par rapport à un émetteur unique en position centrale.

Cette disposition confère à la balise une structure symétrique permettant d'éviter que le passage d'un véhicule dans un sens ne soit favorisé par rapport au passage dans l'autre sens sur la même voie, ce qui pourrait créer une direction préférentielle pour la détection du passage, le risque de non-détection dans l'autre direction étant plus élevé.

Avec cette structure symétrique, il est également possible de prévoir que la balise comporte des moyens indiquant celui des deux récepteurs ayant reçu le signal émis par la balise et délivrant un signal indicatif du sens de déplacement du véhicule. On peut ainsi opérer une discrimination supplémentaire en fonction du déplacement.

Le système de l'invention peut être également étendu à une application de transmission d'informations codées permettant l'identification de plusieurs véhicules différents, par exemple.

Dans ce cas, les moyens discriminateurs de la balise sont propres à distinguer, parmi plusieurs valeurs de retard possibles, celle correspondant au répondeur passant au droit de la balise et à délivrer un signal indicatif du type de véhicule.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-dessus, faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

. les figures 1 et 2 illustrent de façon générale, en élévation et de dessus, l'implantation des

différents organes du système,

. les figures 3 et 4 sont des vues perspectives montrant les différents éléments de la balise,

. la figure 5 est une vue perspective, de dessus, montrant les différents éléments du répondeur,

. la figure 6 est une vue de dessous de la plaque de circuit du répondeur, supportant les éléments rayonnants,

. la figure 7 est un schéma-bloc montrant la transmission et le traitement des informations entre la balise et le répondeur.

Sur les figures 1 et 2, la référence 1 désigne un détecteur de boîte chaude dont le champ de visée est situé à hauteur des boggies 2 d'un véhicule ferroviaire 3. Dans le cas où ce véhicule est une locomotive d'un certain type, il convient d'inhiber le DBC lorsque celui-ci se trouvera face au carter 4 contenant des trains d'engrenage réducteurs portés à température élevée, évitant ainsi le déclenchement intempestif d'une alarme 5.

A cet effet, il est prévu une balise 100 située sur la voie légèrement en avant du DBC, comportant des moyens émetteurs hyperfréquences 110 et des moyens récepteurs 120. La locomotive 3, quant à elle, emporte un répondeur 200 en partie basse à l'avant du véhicule, ce répondeur comportant des moyens récepteurs 210 (recevant l'onde hyperfréquence émise par les moyens émetteurs 110 de la balise) et des moyens émetteurs 220 (réémettant cette même onde hyperfréquence vers les moyens récepteurs 120 de la balise).

La balise et le répondeur sont tous deux orientés longitudinalement par rapport à la voie, et dans l'axe de celle-ci.

Peu avant que la locomotive ne passe devant le DBC 1, son répondeur 200 va se trouver pendant un bref instant au droit de la balise 100, qui va par ce moyen reconnaître le type de locomotive dont il s'agit, et inhiber temporairement toute mesure par le DBC.

La disposition de la figure, dans laquelle le répondeur est disposé sous le véhicule et la balise à hauteur de la voie, n'est pas limitative, et d'autres dispositions peuvent être envisagées, par exemple une balise et un répondeur placés latéralement par rapport au véhicule ; il est cependant à noter que la conception particulière du répondeur permet de lui donner une forme très compacte qui autorise précisément la position décrite (sous la locomotive et à l'avant de celle-ci), qui est la plus avantageuse : on réalise en effet une détection indépendante du sens de déplacement avec un seul ensemble balise/répondeur, et il est même possible de reconnaître le sens de déplacement en détectant celui des deux récepteurs 120 de la balise qui reçoit le signal de plus forte intensité.

Les figures 3 et 4 montrent la disposition des éléments de la balise : la figure 3 montre, en perspective, le coffret dans la position où il se trouve sur la voie, après ouverture de son couvercle, et la figure 4 montre la plaque de circuit supportant l'ensemble des éléments électroniques, retournée après retrait hors du coffret.

Cette balise comporte un émetteur hyperfréquence émettant par exemple à la fréquence normalisée de 9,9 GHz comportant un cornet d'émission 110 excité par une diode à effet GUNN 111 via un modulateur 112 et un guide d'ondes 113. La partie réception comprend

deux cornets 120 alimentant une diode détectrice SCHOTTKY 121 et réunis par un guide 122.

L'ensemble des circuits hyperfréquences et de l'électronique de traitement est disposé sur une plaque de circuit reliée au boîtier 180 de la balise par l'intermédiaire d'amortisseurs 190, de manière à constituer un berceau suspendu résistant aux violentes contraintes mécaniques (vibrations, accélérations) subies au passage des convois.

Les figures 5 et 6 montrent la disposition des circuits du répondeur, qui seront explicités plus en détail en relation avec la figure 7.

Il est à noter que l'on peut choisir pour les antennes d'émission et de réception 210, 220, soit des antennes de type cornet (comme pour la balise), soit, de préférence, des antennes de type micro-bandes ("strip line"), comme illustré par la figure 6, qui permettent une plus grande compacité du répondeur (la place disponible sous la locomotive est en effet limitée par le gabarit de celle-ci).

L'ensemble des circuits du répondeur est monté dans un boîtier en matière plastique, transparent aux ondes hyperfréquences, et suffisamment robuste pour résister aux chocs plus ou moins violents se produisant sous un carter de locomotive circulant à grande vitesse, ainsi qu'aux projections d'huile et de graisse.

Du fait que le répondeur est totalement passif, l'ensemble peut être entièrement noyé dans une résine assurant l'étanchéité et la tenue correcte aux vibrations : aucune alimentation électrique n'étant incorporée, il n'est nécessaire d'accéder à aucun des éléments électriques du répondeur.

On va maintenant décrire la structure détaillée et le fonctionnement du système en référence à la figure 7.

La balise 100 comporte un émetteur hyperfréquence 111 constitué par une cavité résonnante excitée par une diode à effet GUNN engendrant la fréquence porteuse, par exemple une fréquence normalisée de 9,9 GHz avec une puissance moyenne voisine de 200 mW.

Cette onde à émission continue est dirigée par l'intermédiaire d'un modulateur 112 à diode PIN vers un guide 113 et une antenne d'émission 110, par exemple de type cornet. Le modulateur 112 est un modulateur d'amplitude qui découpe l'onde porteuse au rythme d'une fréquence d'horloge H_o produite par un oscillateur à quartz 130 ; cette fréquence d'horloge est par exemple de 200 kHz, la largeur de chaque impulsion (qui est égale à une demi-période) ayant donc une valeur de 2,5 µs.

Le signal hyperfréquence découpé en "tout ou rien" est émis par l'antenne 110 et reçu par l'antenne 210 du répondeur 200 lorsque ce dernier passe au-dessus de la balise. Le signal capté est dirigé par un guide 211 vers un circulateur hyperfréquence 230 du type "ring" comprenant quatre branches 231, 232, 233 et 234. La fonction du circulateur 230 est de partager l'énergie en provenance de la branche 231 en deux parties égales, vers les branches 232 et 234 ; la branche 233 est reliée à une charge adaptée 240 qui absorbe toute énergie de retour provenant par réflexion des autres branches du circulateur.

La branche 232 est reliée à un montage détecteur 250 équipé par exemple d'une diode SCHOTTKY, qui restitue l'enveloppe de la porteuse modulée, c'est-à-dire le signal d'horloge H_o à 200 kHz. Les créneaux d'horloge, symétriques, issus de ce montage détecteur 250 sont appliqués sur une ligne à retard 260 qui va donc déphaser les signaux d'horloge d'une certaine valeur, par exemple 1 µs, valeur égale à la

constante de temps de la ligne à retard (cette constante de temps est choisie inférieure à la largeur - ici 2,5 µs - des impulsions d'horloge).

En ce qui concerne l'autre voie de sortie du circulateur, c'est-à-dire la branche 234, on prévoit sur celle-ci un modulateur 270 à diode PIN sur lequel sont appliquées les impulsions provenant de la ligne à retard. L'onde hyperfréquence se propageant dans cette voie - déjà modulée en amplitude par la fréquence d'horloge - est en plus découpée par les impulsions de la ligne à retard avant d'être réémise par la seconde antenne 220 du transpondeur, via un guide 221.

Ce signal réémis est reçu sur l'une des antennes de réception 120 de la balise avant d'être démodulé à son tour par un circuit 121 comportant une diode détectrice SCHOTTKY.

On notera que, pour éviter au maximum le couplage parasite direct entre la voie d'émission de la balise et les voies de réception de la balise, les antennes de réception ont des polarisations croisées par rapport à l'antenne d'émission : ainsi, pour l'antenne d'émission 110 de la balise (ainsi que pour l'antenne de réception 210 du répondeur), la polarisation est par exemple telle que le champ électrique soit perpendiculaire à la voie, tandis que pour les antennes de réception 120 (ainsi que pour l'antenne d'émission 220 du répondeur), la polarisation est telle que le champ électrique soit parallèle à la voie.

Les deux circuits de détection 121 sont reliés par une ligne commune 122 pour alimenter un circuit formeur 123. En effet, le signal en sortie des circuits détecteurs 121, qui est une reconstitution des impulsions de largeur 1 µs se répétant au rythme de la fréquence d'horloge, présente un niveau et, dans

une certaine mesure, une forme plus ou moins variables suivant la position du répondeur par rapport à la balise ; le circuit formeur 123 assure une forme relativement stable au signal de sortie H_r, avant que celui-ci ne soit traité par un circuit comparateur de phase 140.

Le circuit comparateur de phase 140 reçoit également le signal d'horloge H_0, ainsi que ce même signal d'horloge transformé (signal H_1) par une ligne à retard 150 de caractéristiques identiques à la ligne à retard 260 du répondeur.

Le circuit discriminateur de phase 140 permet de reconnaître dans le signal H_r les impulsions caractéristiques de 1 µs, avec périodicité de 2,5 µs, émises en phase avec le signal d'horloge H_0. Si de telles impulsions sont détectées, un circuit de pilotage 160 émet un ordre de commande, par exemple une impulsion de 50 ms avec une amplitude de 24 V, révélant ainsi le passage d'un répondeur au-dessus de la balise.

En complément, il est possible de prévoir, associés à des types de véhicules différents, des répondeurs comportant des lignes à retard ayant des constantes de temps différentes. Il est alors prévu une ou plusieurs lignes à retard supplémentaires 170 dans la balise, délivrant un signal H_2 au discriminateur de phase 140, qui va permettre, outre la détection d'un véhicule, l'identification du type de celui-ci par détermination de la largeur de l'impulsion du signal H_r, correspondant à la valeur de la constante de temps de la ligne à retard associée située dans la balise.

REVENDICATIONS

1) Un système de signalisation ferroviaire, pour la reconnaissance d'un véhicule prédéterminé à son passage en un point donné, comportant :

. une balise d'interrogation (100), fixe par rapport à la voie et placée audit point donné, cette balise comportant :

- des moyens (120, 121) émetteurs d'une onde hertzienne en direction des véhicules passant sur la voie,
- des moyens (110, 111, 112) récepteurs d'une onde hertzienne provenant des véhicules passant sur la voie,

. un répondeur mobile (200), embarqué par ledit véhicule prédéterminé, et propre, lors du passage de celui-ci au droit de la balise, à recevoir l'onde émise par la balise et à réémettre une onde vers celle-ci,

caractérisé en ce que

- les moyens émetteurs de la balise émettent une porteuse hyperfréquence modulée en amplitude à une première fréquence de modulation,
- les moyens récepteurs de la balise sont propres à recevoir une onde de même fréquence que ladite porteuse, et comportent des moyens détecteurs (121, 123) et discriminateurs (140) pour détecter une modulation à une seconde fréquence, inférieure à la première fréquence de modulation,
- le répondeur est un répondeur passif dépourvu de source d'alimentation interne, et comprenant :
  . un organe récepteur (210) hyperfréquence,
  . un circuit diviseur (230) hyperfréquence, alimenté par l'organe récepteur, divisant l'énergie reçue en deux parties égales (232, 234),
  . un circuit détecteur (250), recevant la première

partie de l'énergie en provenance du circuit diviseur, et restituant le signal enveloppe de la porteuse modulée,

. une ligne à retard (260) recevant le signal restitué par les moyens détecteurs, le retard étant supérieur à la périodicité correspondant à la première fréquence de modulation,

. un organe modulateur (270), alimenté d'une part par l'autre partie de l'énergie en provenance du circuit diviseur, formant onde porteuse, et d'autre part par le signal en sortie de la ligne à retard, formant signal de modulation à ladite seconde fréquence de modulation,

. un organe émetteur (220), pour émettre le signal délivré par le modulateur.

2) Un système selon la revendication 1, dans lequel les polarisations des moyens émetteurs et des moyens récepteurs de la balise sont des polarisations croisées, ainsi que les polarisations de l'organe récepteur et de l'organe émetteur du répondeur.

3) Un système selon la revendication 1, dans lequel les moyens récepteurs de la balise comportent deux récepteurs disposés symétriquement par rapport à un émetteur unique en position centrale.

4) Un système selon la revendication 3, dans lequel la balise comporte des moyens indiquant celui des deux récepteurs ayant reçu le signal émis par la balise et délivrant un signal indicatif du sens de déplacement du véhicule.

5) Un système selon la revendication 1, dans lequel les moyens discriminateurs sont propres à distinguer, parmi plusieurs valeurs de retard possibles, celle correspondant au répondeur passant au droit de

la balise et à délivrer un signal indicatif du type de véhicule.

6) Une balise, pour un système selon l'une des revendications 1 à 5.

7) Un répondeur, pour un système selon l'une des revendications 1 à 5.

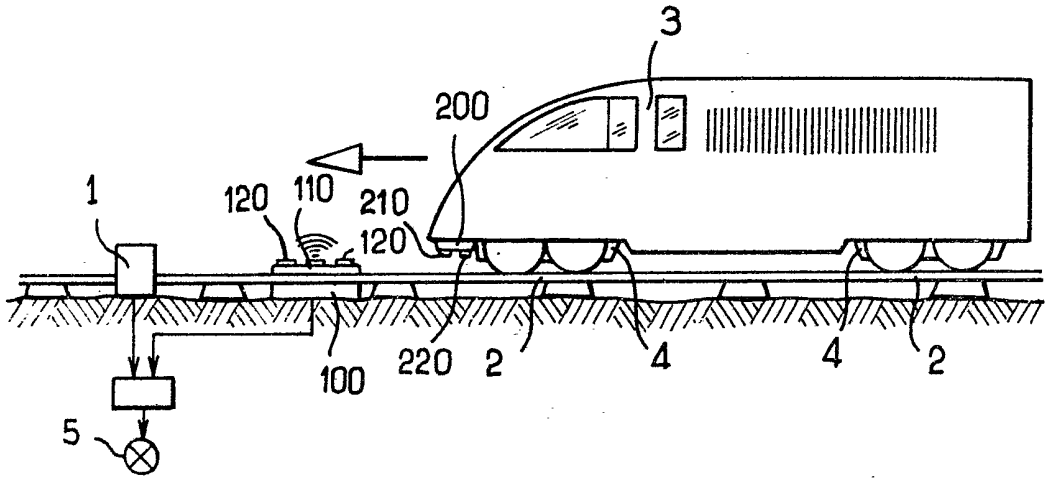

3
200
1
120
110
210
120
100
220
2
4
4
2
5

FIG_1

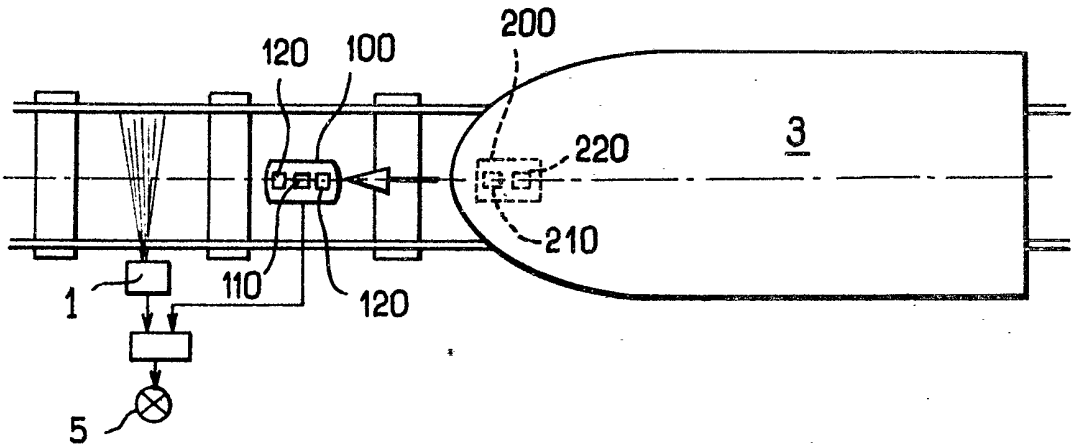

200
120
100
220
3
210
1
110
120
5

FIG_2

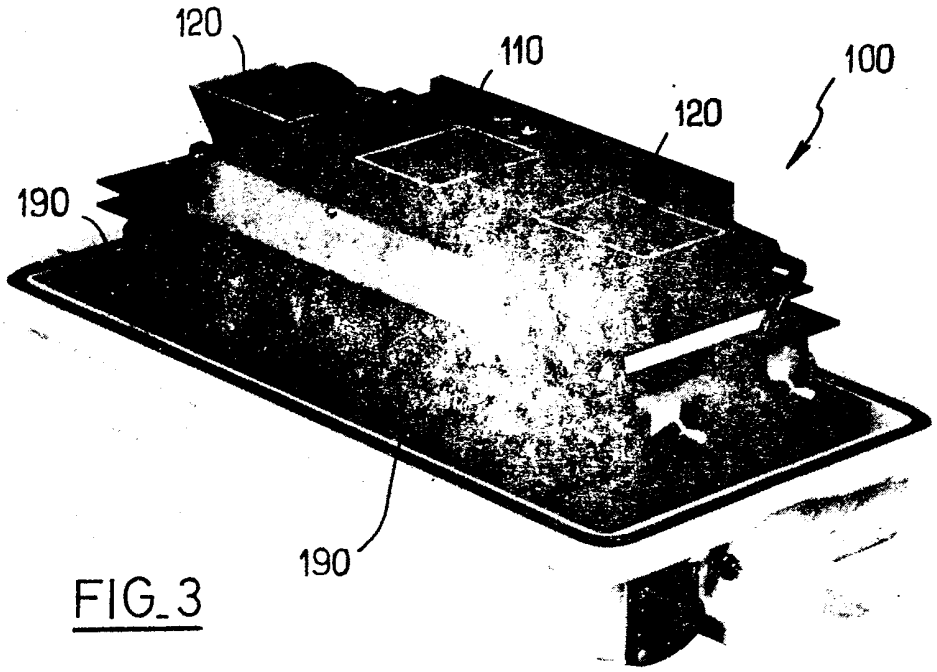


FIG_3

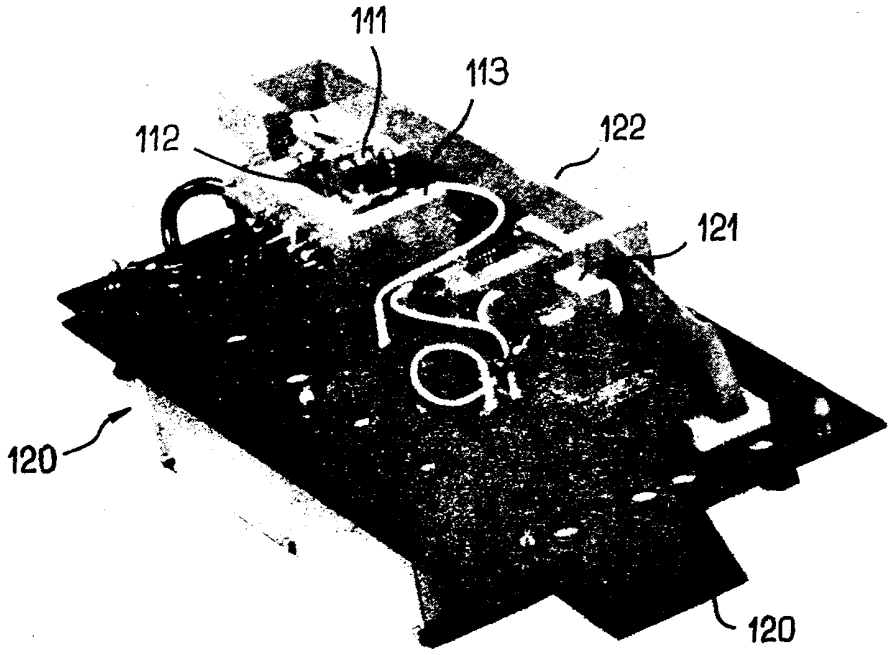


FIG_4

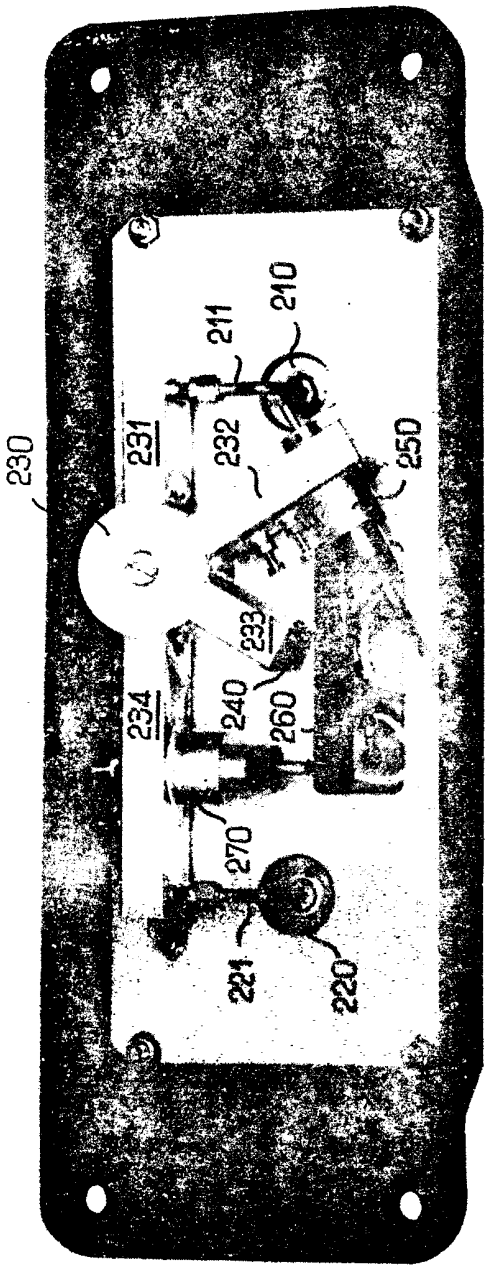


FIG_5

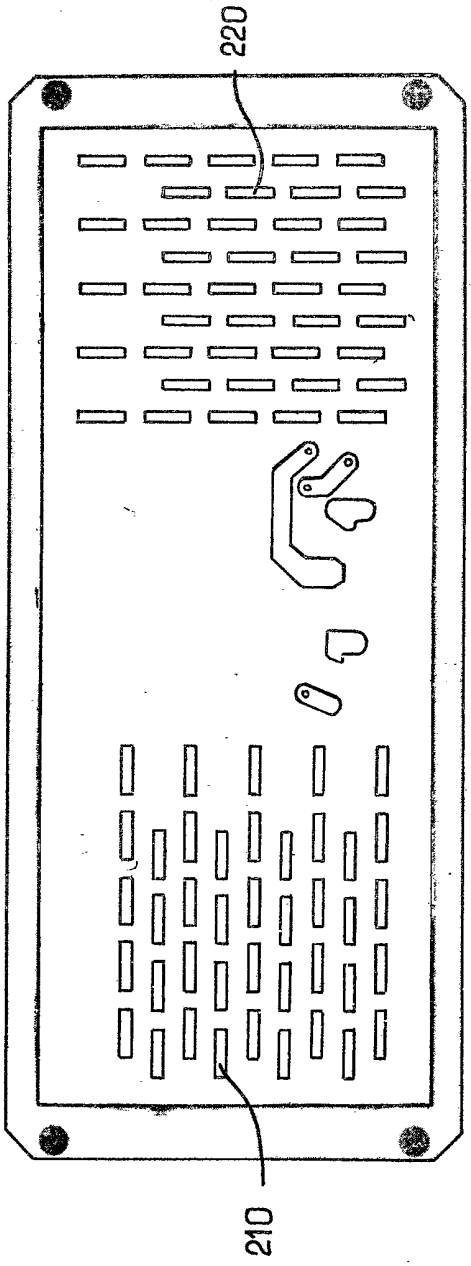
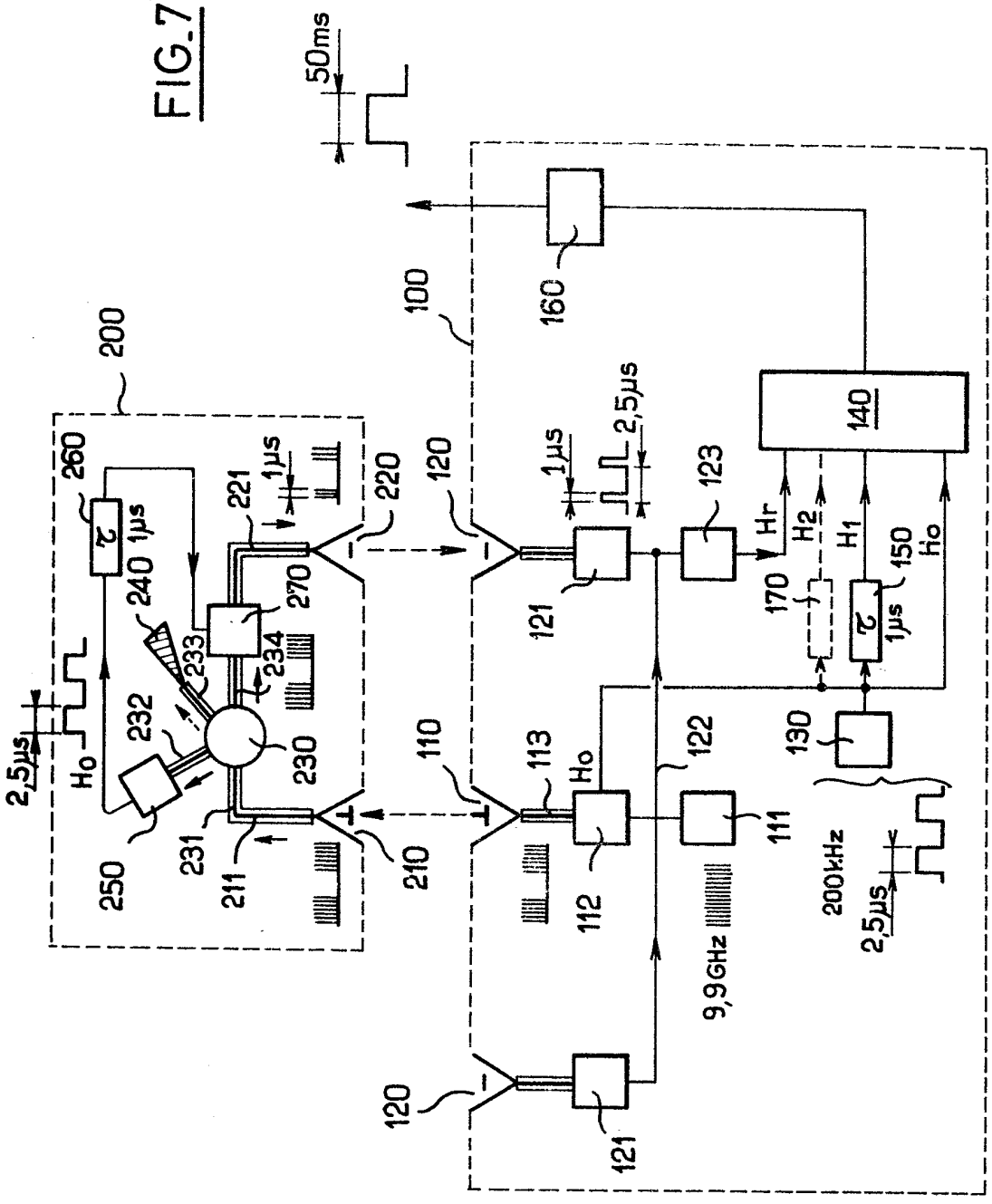


FIG_6

FIG.7


50ms
100
160
140
200
260
τ 1μs
240
233
232
230
231
211
250
2,5μs
Ho
221
1μs
270
234
220
210
120
1μs
2,5μs
121
123
Hr
H2
H1
150
Ho
170
τ 1μs
110
113
Ho
112
122
111
9,9GHz
130
200kHz
2,5μs
120
121