



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900373180
Data Deposito	10/06/1994
Data Pubblicazione	10/12/1995

Priorità	9307050
Nazione Priorità	FR
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	S		

Titolo

SISTEMA RADAR DI SORVEGLIANZA AD IMPULSI AD ANTENNA FISSA
--

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"Sistema radar di sorveglianza ad impulsi ad antenna
fissa"

di: LE CENTRE THOMSON D'APPLICATIONS RADARS, nazio-
nalità francese, 6, Rue Nieuport, F-78140 VELIZY-
VILLACOUBLAY (Francia)

Inventori designati: Alain KUBALA, Bernard OLIVIER

Depositata il: 10 giugno 1994

TO 94A000477

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un si-
stema radar di sorveglianza ad impulsi a bassa
frequenza di emissione e ad antenna fissa.

Nell'ambito della sorveglianza dei campi di
battaglia e della rivelazione delle minacce, in
particolare aeree, è necessario prevedere sistemi
radar di sorveglianza disposti in prossimità della
linea di contatto con il nemico per rivelare tutte
le minacce a bassissima quota, quali aerei, elicot-
teri, missili, drone, ecc.. La rivelazione delle
minacce costituite da aerei che volano a bassissima
quota implica che si possa esercitare una sorve-
glianza su 360° polari. Altresi, occorre poter rive-
lare la minaccia costituita da elicotteri mascherati
dietro la vegetazione.

GIACOBACCI CASSETTA & PERAZZI
S.p.A.

Una soluzione nota per rivelare questo secondo tipo di minaccia consiste nell'utilizzare un radar con una frequenza di emissione relativamente bassa, ad esempio in V.H.F., che copre un settore limitato della spazio.

Uno dei problemi che allora si pongono è dato dalle dimensioni delle antenne da utilizzare. L'impiego di antenne a rete costituisce una soluzione possibile, ma è limitato ad una rete costituita da un piccolo numero di sorgenti radianti se si vuole rimanere entro limiti ragionevoli di costo e d'ingombro. Si scelgono dunque antenne a fascio largo che, tenuto conto della loro bassa direttività, non forniscono di per sé stesse una risoluzione angolare sufficiente.

Un primo oggetto dell'invenzione è dunque un sistema radar capace di rivelare tutte le minacce a bassissima quota, anche se mascherate dalla vegetazione, con una risoluzione soddisfacente ed un ingombro limitato che ne consenta la mobilità.

Un altro oggetto dell'invenzione è un sistema radar a bassa frequenza di emissione e ad antenna a rete fissa utilizzante una scansione elettronica all'emissione ed una formazione di fasci mediante il calcolo alla ricezione.

Secondo un primo aspetto dell'invenzione si propone dunque un sistema radar di sorveglianza ad impulsi a bassa frequenza di emissione e ad antenna fissa, caratterizzato dal fatto che l'antenna fissa comprende 2P reti piane che coprono rispettivamente settori adiacenti dello spazio da sorvegliare, dal fatto che detto sistema radar comprende mezzi emettitori per alimentare dette reti piane sequenzialmente, mezzi di gestione per comandare detti mezzi emettitori in modo da effettuare una scansione elettronica di ciascun settore da parte di detta rete piana associata, e mezzi ricevitori per effettuare la ricezione dei segnali radar provenienti dalle direzioni successive illuminate da dette reti piane e da detti mezzi emettitori, detti mezzi di gestione comandando detti mezzi ricevitori per realizzare una formazione di fasci mediante il calcolo.

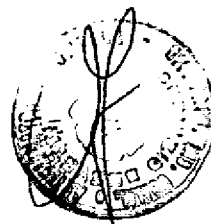
Altresì, tenuto conto delle grandi lunghezze d'onda di funzionamento e delle riflessioni sul suolo che, per bersagli a bassissima quota, creano un fenomeno di frange chiare e scure dovute all'interferenza tra le onde dirette e riflesse, le frange ottenute presentano scarti di distanza molto rilevanti, ciò che lascia sussistere vuoti non illuminati ove una rivelazione di un bersaglio è quasi

impossibile. Per rimediare a questo inconveniente l'invenzione propone di emettere e ricevere, in ciascuna direzione polare, successivamente a più frequenze di emissione differenti.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione e dunque previsto, in un sistema radar quale definito sopra, che detti mezzi emettitori comprendano mezzi generatori comandati da detti mezzi di gestione per emettere in ciascuna direzione di fascio più raffiche d'impulsi a frequenze di emissioni differenti.

L'invenzione sarà compresa meglio ed altre caratteristiche e vantaggi appariranno dalla lettura della descrizione che segue e dall'esame dei disegni annessi, nei quali:

- la figura 1 è un esempio di antenna a rete utilizzabile in un sistema secondo l'invenzione,
- la figura 2 è una forma di attuazione di un'antenna fissa per il sistema radar secondo l'invenzione;
- la figura 3 illustra uno schema di emettitore utilizzabile nel sistema radar secondo l'invenzione;
- la figura 4 illustra parzialmente un diagramma di radiazione di antenna fissa del sistema secondo l'invenzione;
- la figura 5 illustra le sequenza di funziona-



mento del sistema per la copertura a 360° dello spazio;

- la figura 6 è un diagramma esplicativo del funzionamento all'emissione; e

- la figura 7 è uno schema del sistema radar secondo l'invenzione.

Come si è già detto, si considererà il caso di un sistema radar di sorveglianza coprente 360° polari, benché l'invenzione sia pure applicabile alla copertura di un settore dello spazio più ridotto, se necessario.

Si considera altresì, a titolo d'esempio, un sistema radar funzionante in V.H.F. per permettere la rivelazione di un bersaglio mascherato dalla vegetazione.

La figura 1 illustra un esempio di antenna a rete V.H.F. che permette di coprire un settore limitato dello spazio. Questa rete è composta da un pannello piano 10 che è qui formato, a titolo d'esempio, da quattro sorgenti radianti identiche 11 a 14. Ciascuna sorgente è formata da due dipoli elementari 15, 16 costituiti da dipoli ripiegati a piastra, alimentati da una linea 18 a sua volta alimentata centralmente in 19 da un cavo coassiale. I dipoli della linea 18 sono realizzati su un circuito stam-

pato a doppia faccia disposto davanti ad un piano riflettente (non rappresentato). L'accoppiamento energetico con la linea 18 ha luogo al livello di fessure come 17 nella figura 1.

Un'antenna di questo genere, disposta verticalmente come nella figura, fornisce un fascio largo per via del piccolo numero di sorgenti, ma conserva dimensioni globali ragionevoli, dell'ordine di qualche lunghezza d'onda di funzionamento. Il fascio ha una larghezza dell'ordine di 30° polari e di 40° come angolo di sito.

La figura 2 rappresenta in prospettiva una forma d'attuazione possibile di un'antenna fissa per un sistema radar secondo l'invenzione, che permette di coprire 360° polari. In questo caso si è scelto di impiegare quattro pannelli 1, 2, 3, 4, ognuno identico al pannello della figura 1. Questi quattro pannelli sono disposti in quadrato e ciascun pannello deve coprire 90° .

Più generalmente, si potrebbe scegliere un numero qualsiasi di pannelli disposti secondo un poligono regolare. Preferibilmente, secondo l'invenzione si sceglie un numero $2P$ di pannelli o reti piane, come si vedrà più avanti. Ciascuna rete deve allora coprire un settore polare di $360^\circ/2P$. Ben

inteso, se necessario, ci si può accontentare di coprire un angolo polare minore di 360° con le due 2P reti.

Per illuminare un settore dello spazio di 90° polari per mezzo di un pannello come quello della figura 1 si utilizza una scansione elettronica con almeno tre puntamenti differenti, poiché il fascio d'antenna ha una larghezza di 30° .

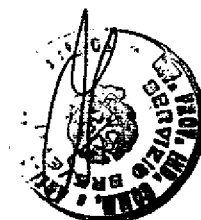
Ciò si ottiene alimentando le sorgenti di una rete per mezzo di un emettitore classico come quello della figura 3. Le sorgenti 11 a 14 sono collegate attraverso circolatori 201 a 204 da una parte all'emettitore della figura 3 e dall'altra parte ad un ricevitore (non rappresentato). L'emettitore comprende un generatore d'onda a basso livello 240 che determina la frequenza di emissione, seguito da uno stadio di bassa potenza 230 che divide in quattro la potenza fornita a quattro sfasatori 221 a 224 comandati da un'unità di gestione 5. L'energia a radiofrequenza sfasata viene poi amplificata in stadi di potenza 201 a 204 collegati ai circolatori. Questa disposizione permette agli sfasatori di lavorare a basso livello, ciò che semplifica la loro realizzazione per via delle minori prestazioni di potenza richieste.

La direzione del fascio emesso dal pannello d'antenna 10 è determinata dalla scelta degli sfasamenti comandati dall'unità di gestione 5.

Nella figura 4 è stato rappresentato un diagramma parziale della radiazione dell'antenna della figura 2 limitandosi per l'essenziale alla copertura del settore di 90° xOx' da parte della rete 1. È stato scelto il caso in cui la scansione elettronica permette di puntare il fascio in tre direzioni differenti. I tre fasci formati corrispondono rispettivamente alle curve D1-1, D2-1 e D3-1. Al di là di Ox' è stato rappresentato il primo fascio D1-2 fornito dalla rete 2.

Va notato innanzitutto che non è possibile estendere più di tanto al di là di 90° la copertura di una rete come quella della figura 1. Infatti, per angoli di emissione, rispetto alla normale alla rete, maggiori di 45° , si constata una caduta rapida del guadagno d'antenna, legata alla superficie effettiva decrescente dell'antenna stessa.

D'altra parte si può scegliere un numero N di fasci emessi maggiore di tre. Per esempio, l'impiego di quattro fasci per rete piana 1, 2, 3, 4 permette di ridurre molto leggermente le variazioni del guadagno d'antenna in funzione dell'angolo d'esplora-



zione. Questo ha però l'inconveniente di condurre ad una perdita del guadagno di elaborazione, poiché un dato bersaglio viene osservato meno a lungo e questa perdita è superiore al rinforzo del guadagno d'antenna nelle direzioni in cui è più basso.

Si può anche determinare il puntamento dei diversi fasci per equilibrare al meglio i guadagni d'antenna nelle direzioni sfavorite.

Alla ricezione il fascio d'antenna viene puntato nella direzione del fascio emesso grazie ad una tecnica di elaborazione del tipo formazione di fascio mediante calcolo.

Secondo una caratteristica dell'invenzione, si utilizza un solo emettitore radar per alimentare successivamente tutte le reti piane. A tal fine, l'emettitore radar sarà utilizzato per alimentare in ciascuna sequenza due reti piane opposte.

Così, la figura 5 rappresenta la successione delle sei sequenze T1 a T6 che permette di alimentare ognuno dei quattro pannelli 1 a 4 secondo le tre direzioni di fasci successivi.

Così, nella sequenza T1 l'emettitore fornisce segnali con sfasamenti tali che ognuno dei due pannelli 1 e 2 fornisce un fascio (F1.2, in linee continue, F3.4 in linee a tratti) nella prima direzio-

ne. Nella sequenza T2 si passa alla direzione successiva. A partire dalla sequenza T4 si passa all'alimentazione dei pannelli 2 e 4. Alla fine di T6 sono state dunque illuminate mediante scansione elettronica e commutazione tutte le direzioni su 360°.

E' chiaro che, dato che ad ogni sequenza l'emettitore alimenta due reti, esso deve essere collegato a queste due reti per il tramite di un divisore di potenza a due uscite (o piuttosto di quattro divisori, uno per ciascuna coppia di sorgenti opposte).

Tuttavia, una soluzione vantaggiosa consiste nell'interlacciare le emissioni di due reti opposte. Ciò permette di utilizzare l'emettitore per alimentare ad ogni istante una sola rete commutando l'emettitore sulla rete opposta tra due impulsi applicati ad una rete, secondo lo schema della figura 6. Su questo sistema gli impulsi tratteggiati corrispondono agli impulsi che alimentano la rete 1, essendo T_R il periodo di ripetizione del radar. Tra due emissioni successive verso la rete 1, l'emettitore viene commutato sulla rete 3 per emettere un impulso (punteggiato nella figura). Questa forma di attuazione presenta due vantaggi. Da una parte, ciò

permette di fare a meno dei divisori di potenza (si utilizzano per contro commutatori). Dall'altra parte, ciò permette di non raddoppiare la potenza di cresta dell'emettitore, poiché ad ogni istante esso alimenta una sola rete e non due. Per contro, si raddoppia la potenza media che l'emettitore deve fornire.

Per quanto riguarda la ricezione, si debbono per contro utilizzare due ricevitori, poiché i periodi di ricezione per due reti opposte si accavallano nel tempo.

Come è già stato detto nell'introduzione, la sorveglianza a bassissima quota conduce all'esistenza di frange chiare e scure, fortemente separate come distanza e che lasciano dunque sussistere vuoti non illuminati. La posizione delle frange dipende dalla lunghezza d'onda utilizzata.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, si colmano approssimativamente i vuoti non illuminati ad una prima frequenza, emettendo ad una pluralità di alte frequenze tali che le frange corrispondenti siano opportunamente interallacciate per non lasciare sussistere "zone d'ombra" rilevanti.

A tal fine si emettono più raffiche di impulsi a frequenze differenti, ad esempio F1, F2, F3.

I segnali di bersaglio corrispondenti alle diverse direzioni dello spazio sono poi inviati ad un gruppo di utilizzazione e visualizzazione 9 di qualsiasi tipo noto.

Un'unità di gestione 30 gestisce i diversi blocchi del sistema radar.

L'unità di gestione 30 comanda innanzitutto il circuito pilotato 40 per determinare la frequenza di emissione degli impulsi e la sincronizzazione generale.

L'unità 30 comanda l'emettitore 20 ed in particolare gli sfasatori per determinare ad ogni istante la direzione del fascio da emettere.

L'unità di gestione comanda pure il commutatore 50 per selezionare in alternanza due reti piane opposte in funzione della sequenza in corso di esecuzione.

Altresì, l'unità di gestione comanda in sincronismo i commutatori alla ricezione 6.12 e 6.34, per collegare le reti in corso di emissione ai ricevitori 7.12 e 7.34. Infine, l'unità 30 comanda pure la scelta di coefficienti per il dispositivo 8 che corrispondono alla direzione esplorata ad ogni istante.

Grazie a queste caratteristiche di realizzazione dell'invenzione, in particolare all'impiego di un

solo emettitore e di due soli ricevitori con un'antenna fissa, si ottiene una copertura di 360° con un sistema radar abbastanza compatto e poco ingombrante per essere utilizzato come radar sul davanti, in particolare su un veicolo.

E' inteso che gli esempi di realizzazione descritti non sono assolutamente limitativi dell'invenzione.

COMPTON ITALIA S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema radar di sorveglianza ad impulsi a bassa frequenza di emissione e ad antenna fissa, caratterizzato dal fatto che l'antenna fissa comprende 2P reti piane (1, 2, 3, 4) che coprono rispettivamente settori adiacenti dello spazio da sorvegliare, dal fatto che detto sistema radar comprende mezzi emettitori (201, 212-214; 221 ... 224, 230, 240; 20, 40, 50) per alimentare dette reti piane sequenzialmente, mezzi di gestione (5; 30) per comandare detti mezzi emettitori in modo da effettuare una scansione elettronica di ciascun settore da parte di detta rete piana associata, e mezzi ricevitori (6.12, 6.34, 7.12, 7.34, 8, 9) per effettuare la ricezione dei segnali radar provenienti dalle direzioni successive illuminate da dette reti piane e da detti mezzi emettitori, detti mezzi di gestione (30) comandando detti mezzi ricevitori per realizzare una formazione di fasci mediante il calcolo.

2. Sistema radar secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di gestione (30) sono predisposti per comandare detti mezzi emettitori (20, 40, 50) in modo che ciascuna rete piana emetta N fasci successivi adiacenti che copro-

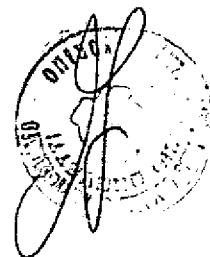
no il settore associato e per comandare detti mezzi ricevitori (6.12, 6.34, 7.12, 7.34, 8, 9) in modo da formare N fasci corrispondenti per ognuno di detti settori.

3. Sistema radar secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi emettitori comprendono mezzi generatori (40) comandati da detti mezzi di gestione (30) per emettere in ciascuna direzione di fascio più raffiche d'impulsi a frequenze di emissione (F1, F2, F3) differenti.

4. Sistema radar secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi emettitori comprendono un solo emettitore (20) e mezzi commutatori (50) in modo che, ad ogni sequenza (T_n) corrispondente all'emissione di un fascio, detto emettitore alimenti le reti p e P+p, con p che varia da 1 a P.

5. Sistema radar secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di gestione (30) sono predisposti per comandare detti mezzi commutatori (50) e detto emettitore (20) così da alimentare in modo interlacciato detta rete p e detta rete P+p durante le sequenze (T_n) associate.

6. Sistema radar secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi ricevitori

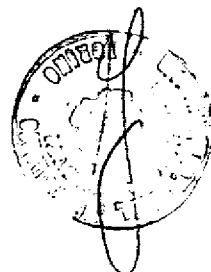


comprendono due ricevitori (7.12, 7.34), mezzi commutatori (6.12, 6.34) per collegare rispettivamente detti ricevitori alle reti p e P+p che sono in corso di emissione, e mezzi di calcolo (8) per realizzare per ciascuna rete in questione la formazione di un fascio nella direzione nella quale essa emette.

7. Sistema radar secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 6, caratterizzato dal fatto che comprende un'antenna fissa che copre 360° polari ed è formata da quattro reti piane (1, 2, 3, 4) comprendenti ognuna un pannello di quattro sorgenti radianti (11 a 14), detti pannelli essendo disposti secondo le facce verticali di un cubo per coprire ognuno 90° polari, e dal fatto che detti mezzi emettitori sono comandati in modo da fare scandire elettronicamente da ciascuna rete tre direzioni distinte anche se ripartite nel settore di 90° associato.

8. Sistema radar secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che ciascuna sorgente radiante (11 a 14) comprende due dipoli ripiegati a piastra (15, 16) che formano una sottorete verticale e sono alimentati in parallelo.

PER INCARICO
Ing. Luciano BOSOTTI
N. INZ. ALBO 280
In proprio e per gli altri



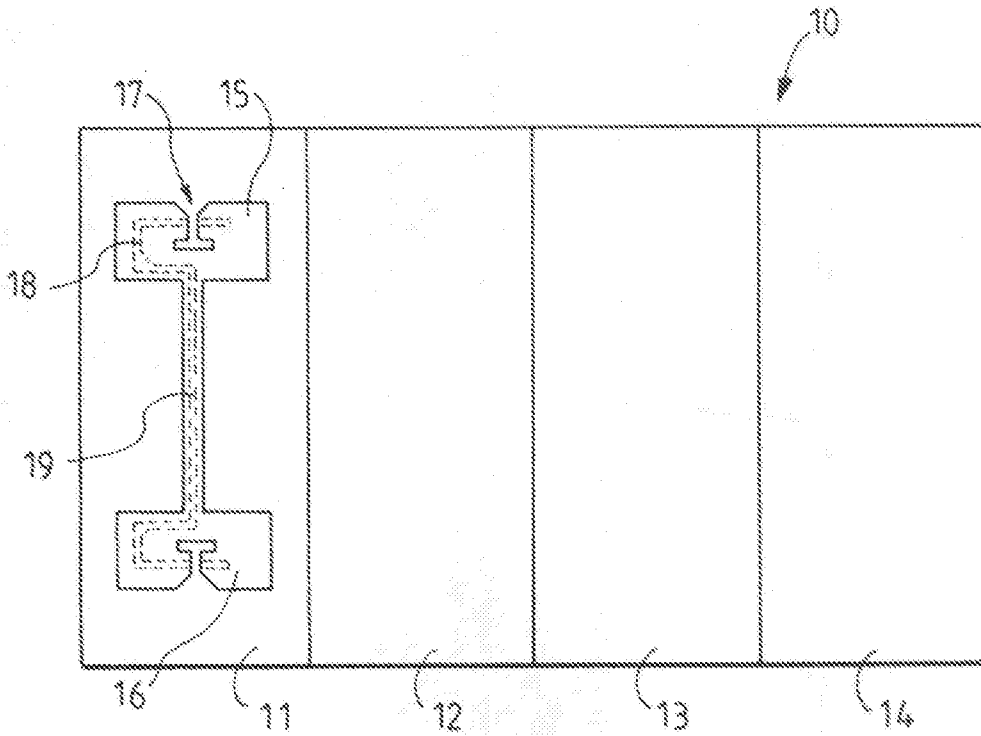
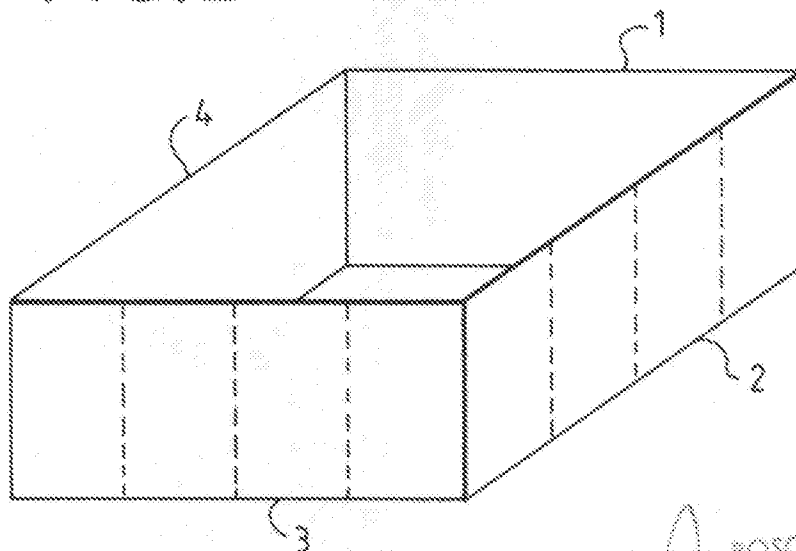


FIG. 1

FIG. 2



Ing. Luciano BOSOTTI
N. 10001 ALSO 240
Via

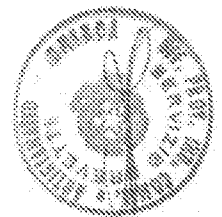


FIG. 3

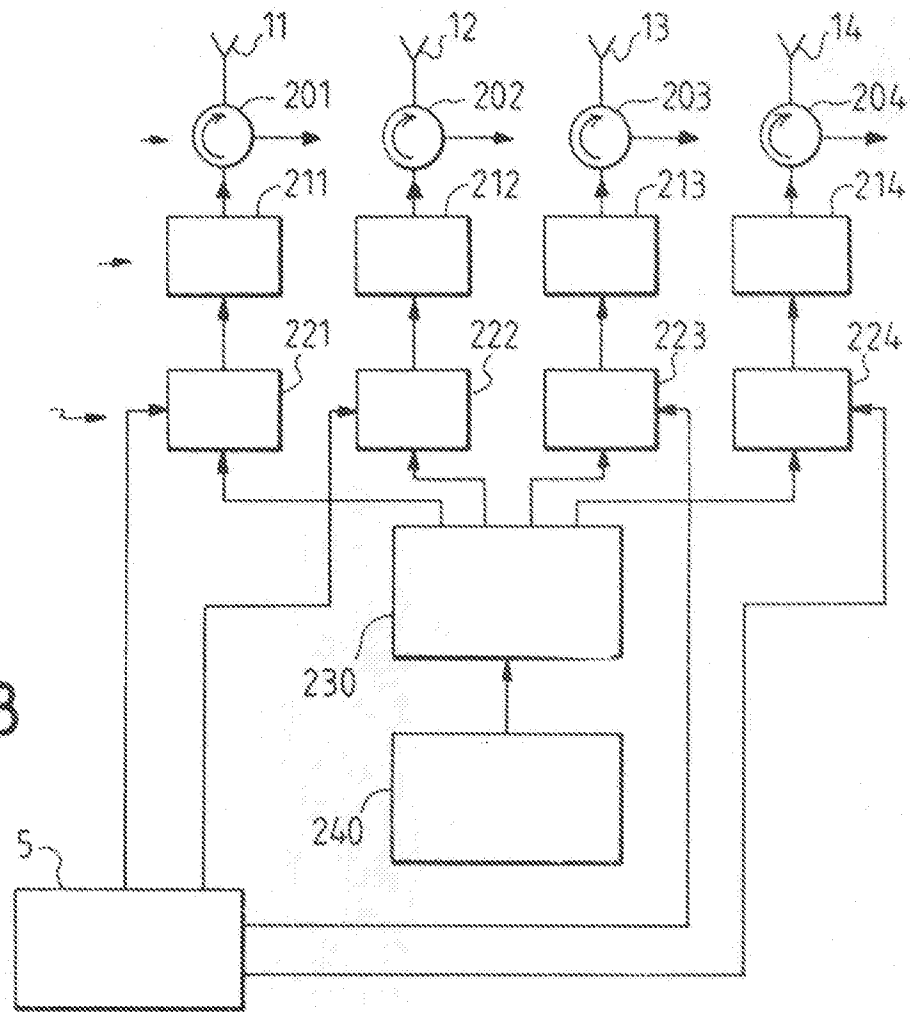
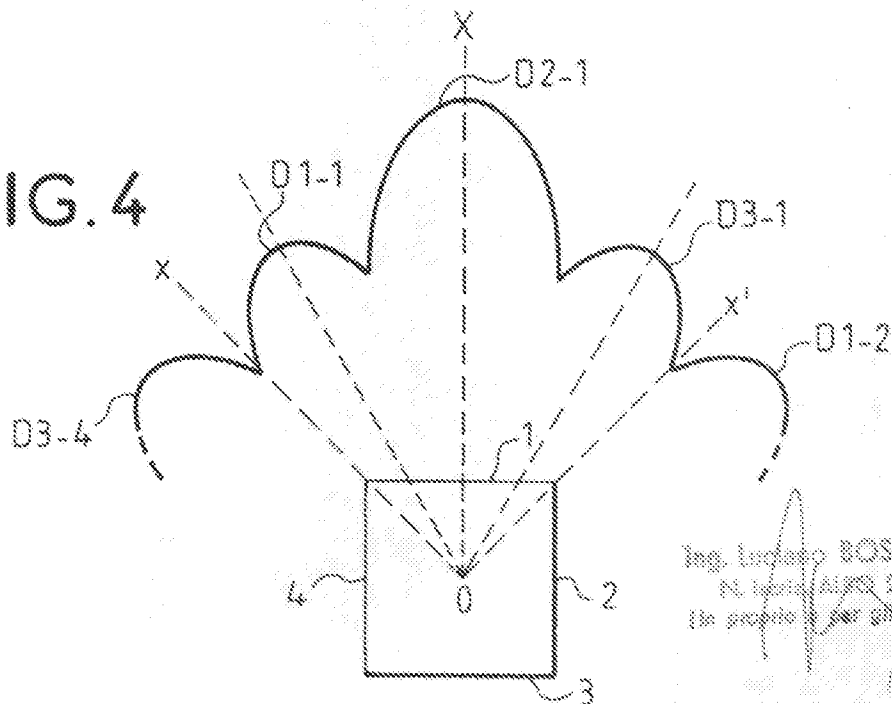


FIG. 4



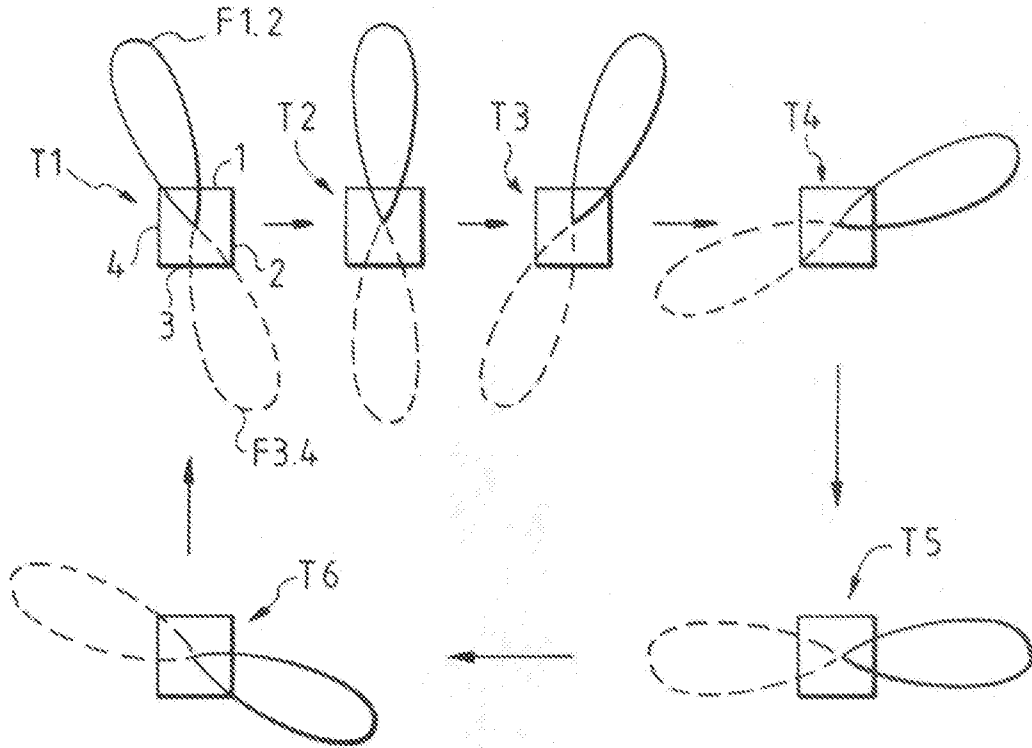


FIG. 5

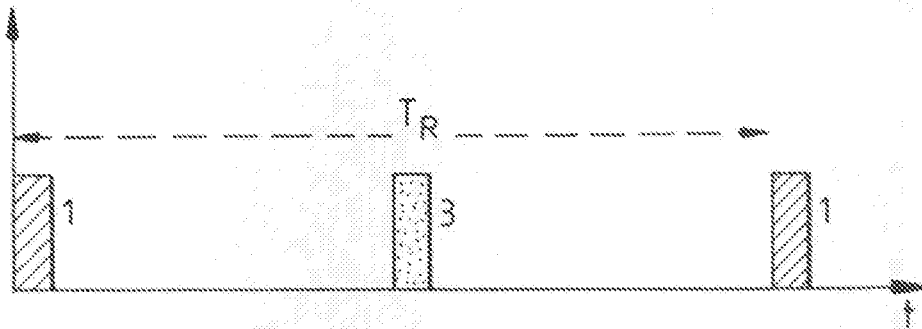
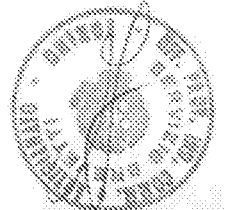


FIG. 6



Ing. Luciano BOSOTTI
 N. licenz. 1975/30
 Ho progettato e per gli elaborati

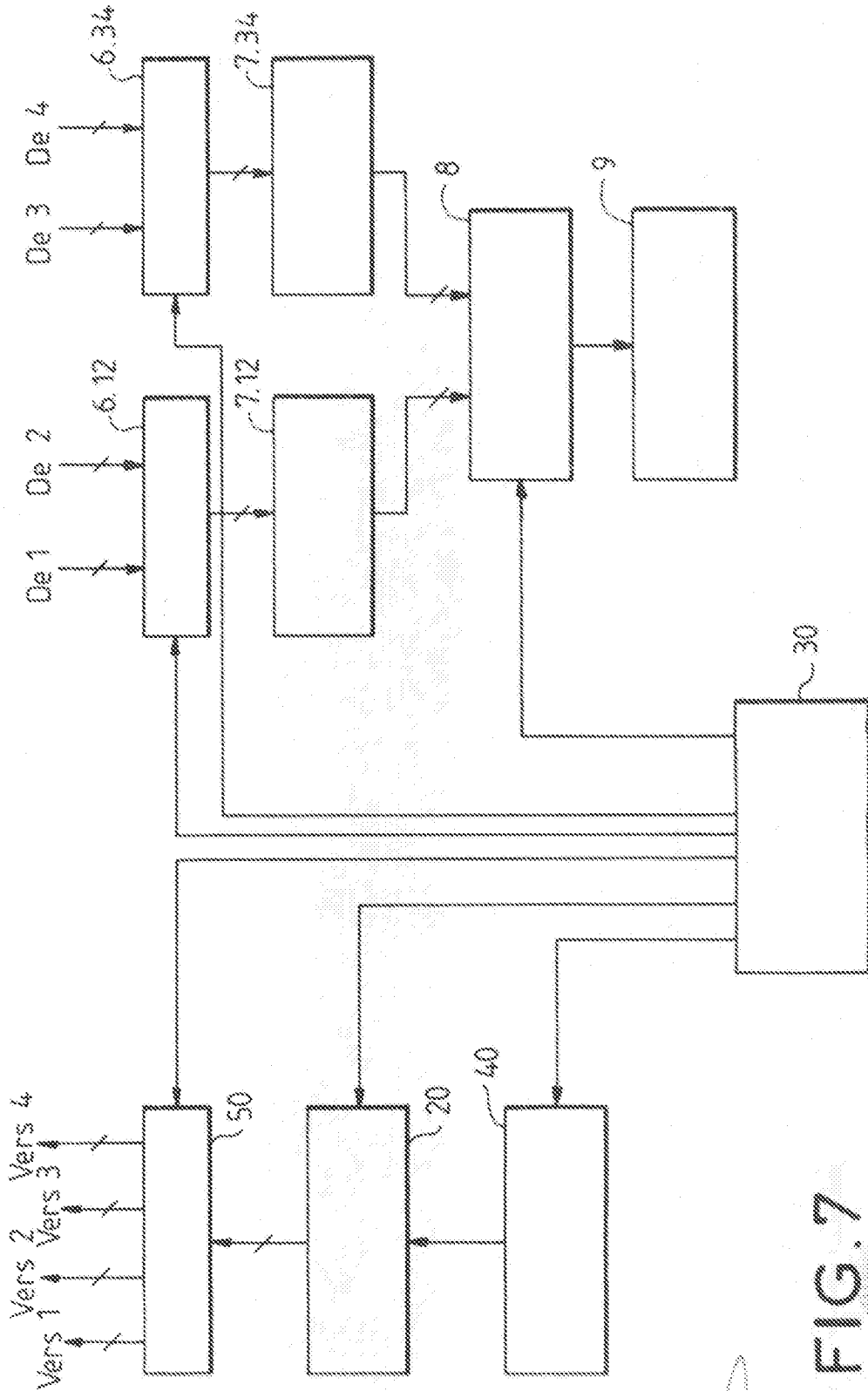
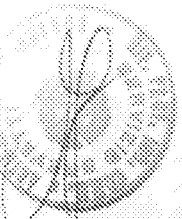


FIG. 7



Ing. Luciano BOSOTTI
 N. 1212/ALSO 28
 (in proprio) via ...