



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101999900785411
Data Deposito	10/09/1999
Data Pubblicazione	10/03/2001

Priorità	09/152,331
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	04	B		

Titolo

PERFEZIONATO SISTEMA PER COMUNICAZIONI SATELLITARI BASATO SULLA
CONDIVISIONE DI POTENZA RF PER UNA MOLTEPLICITA' DI ALIMENTAZIONI O FASCI
NEGLI ALLACCIAMENTI IN DISCESA.

DESCRIZIONE

a corredo di una domanda di brevetto per invenzione dal titolo: "PERFEZIONATO SISTEMA PER COMUNICAZIONI SATELLITARI BASATO SULLA CONDIVISIONE DI POTENZA RF PER UNA MOLTEPLICITÀ DI ALIMENTAZIONI O FASCI NEGLI ALLACCIAMENTI IN DISCESA"

a nome: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.

=====

CAMPO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale ai sistemi per comunicazioni basati su veicoli spaziali e, in particolare, ai sistemi per comunicazioni basati su veicoli spaziali che presentano almeno un veicolo spaziale che riceve i segnali di allacciamento in salita (uplink) da un numero di trasmettitori ubicati in stazioni di terra collocate entro un fascio particolare e che effettuano scorrimenti di frequenza e ritrasmettono i segnali di allacciamento in salita ricevuti ai ricevitori collocati nello stesso fascio particolare.

PRECEDENTI DELL'INVENZIONE

L'impiego di un satellite in orbita geosincrona per trasmettere segnali televisivi ai ricevitori terrestri è ben noto nella tecnica. Per esempio, si

può fare riferimento alle seguenti due pubblicazioni:
«Flight Hardware Test Results Obtained on High Power Equipment and on the Repeater Subsystem of 12 GHz DBS», W. Liebisch et al., 86-0646 AIAA, pagg. 266-274, 1986; e «The Thermal Control System of the German Direct Transmitting Communication Satellite TV-SAT», Kreeb et al., AIAA 8th Communications Satellite Systems Conference, 20-24 Aprile 1980.

Numerosi problemi sono presentati nella progettazione di un sistema per comunicazioni satellitari ad alte prestazioni il quale fornisca, per esempio, un servizio televisivo a ricevitori terrestri distribuiti su una estesa area geografica. In un tale sistema, un numero di diverse stazioni di terra, ciascuna associata ad un diverso mercato locale e demografico, possono trasmettere ciascuno un segnale di allacciamento in salita che è destinato ad essere ricevuto da un veicolo spaziale, per esempio un satellite in orbita geosincrona, e quindi trasmesso, attraverso uno o più dei canali risponditori, dal veicolo spaziale ai ricevitori televisivi contenuti nella stazione locale servita dalla stazione di terra. Per esempio, una stazione di terra può servire l'area della città di New York, un'altra può servire l'area St. Louis, mentre

un'altra serve l'area di Salt Lake City. Ciascuna stazione di terra può fornire uno o più canali televisivi ed è considerata come collocata entro il fascio di un particolare veicolo spaziale. Più di una stazione di terra possono essere servite da un particolare fascio.

Come può essere apprezzato, in un tale sistema, la dimensione e quindi le esigenze di potenza per l'allacciamento in discesa (downlink) di ciascuna area di servizio possono differire significativamente. In altre parole, per un predeterminato valore della potenza a radiofrequenza (RF) a terra, una maggiore potenza del trasmettitore del veicolo spaziale è richiesta per un grande fascio in confronto con quella richiesta per un piccolo fascio. Inoltre, ed allo scopo di massimizzare il numero totale delle stazioni di terra che possono essere servite, il veicolo spaziale richiederà un significativo numero di ricevitori di allacciamento in salita, come anche un significativo numero di amplificatori di potenza di allacciamento in discesa, tipicamente implementati come amplificatori a tubi ad onda progressiva (TWTA). In aggiunta, è importante fornire una certa capacità di controllo della potenza di trasmissione, in modo da compensare le alterazioni

dei segnali localizzati, tipicamente la attenuazione dovuta alla pioggia, che possono essere sperimentate in qualsiasi dato momento in una regione locale ma non in altre.

E' noto fornire un controllo di guadagno e di potenza RF dei canali dei risponditori su un fascio di allacciamento in discesa, con una stazione di terra, ma non il controllo di guadagno e di potenza RF di diversi canali risponditori con una molteplicità di stazioni di terra in un fascio di allacciamento in discesa.

In accordo con la tecnica precedente e con riferimento alla Figura 1A, un sistema per comunicazioni basato su veicoli spaziali può comprendere un veicolo spaziale 1 che utilizza separati amplificatori TWTA 2 che ricevono ciascuno un segnale separato proveniente da stazioni di terra (GS) collocate nello stesso fascio oppure in fasci diversi. Per esempio, un primo fasci (fascio #1) può comprendere quattro stazioni di terra (GS1-GS4), mentre un secondo fascio (fascio #2) può comprendere sei diverse stazioni di terra (GS1-GS6). Il segnale di ciascuna stazione di terra viene fatto passare attraverso il canale risponditore di un diverso veicolo spaziale, il quale comprende un circuito

amplificatore di canale, rappresentato generalmente come un amplificatore 4, ed un amplificatore TWTA 2. Ciascun circuito amplificatore di canale 4 può essere separatamente controllato in guadagno e/o potenza a radiofrequenza dalla associata stazione di terra. Le uscite degli amplificatori TWTA 2 per ciascun fascio sono combinate in un circuito multiplatore o multiplexer di uscita (OMUX) 3 prima della trasmissione attraverso l'allacciamento in discesa ai ricevitori terrestri che si trovano in ciascun fascio regionale o locale.

Si può constatare che questa soluzione convenzionale può essere dispendiosa di potenza e di amplificatori TWTA, dato che ciascun canale risponditore tipicamente avrà diverse esigenze di potenza a radiofrequenza. Se si desiderasse impiegare soltanto un tipo di amplificatore TWTA (per esempio un amplificatore TWTA da 60 W) oppure soltanto due tipi (per esempio da 60 W e da 120 W), allora un tipico canale risponditore che richiede soltanto una potenza a radiofrequenza di 10 W utilizzerà il suo amplificatore TWTA in maniera molto meno efficiente che non un altro canale risponditore che richieda una potenza a radiofrequenza di 50 W.

Inoltre, in accordo con la tecnica precedente, può essere fornito un fascio localizzato o zonale di una singola grandezza il quale sia contiguo attraverso gli Stati Uniti continentali (CONUS). Alternativamente e come esemplificato dal Brevetto Statunitense N. 4.819.227, concernente un «Sistema per Comunicazioni Satellitari Basato sulla Riutilizzo delle Frequenze» di H.A. Rosen, un sistema per comunicazioni satellitari a due vie può utilizzare dei fasci zonali o localizzati in zone contigue. In generale, la tecnica precedente richiede un maggior numero di satelliti oppure un maggiore distanziamento dei fasci zonali, utilizzando fasci localizzati di una singola grandezza per ottenere le prestazioni richieste. La tecnica precedente può anche utilizzare un maggior numero di antenne interallacciate attraverso l'area CONUS, con maggiori distanziamenti di alimentazione e perciò con una richiesta di maggiore area sul satellite.

E' anche noto dalla tecnica precedente fornire tanti ricevitori quanti sono il numero totale dei canali risponditori oppure quanti sono i fasci/alimentatori ed avere ciascun ricevitore che trasli il suo associato canale risponditore o alimentatore/fascio alle appropriate frequenze dei

canali di allacciamento in discesa. Con riferimento alla Figura 1C, la tecnica precedente espone un sistema che utilizza un singolo ricevitore 7 per un risponditore oppure un singolo ricevitore 7 per un alimentatore oppure per un fascio. Come si verificava anche nel caso della Figura 1A, il segnale di ciascuna stazione di terra può avere origine da una separata area geografica (per esempio da stazioni di terra collocate in diverse regioni urbane).

Come si può apprezzare e come si verificava anche nel caso della Figura 1A, le soluzioni della tecnica precedente non sono efficienti per quanto riguarda il consumo di potenza del veicolo spaziale, il peso e/o la utilizzazione del carico pagante.

SCOPI E VANTAGGI DELL'INVENZIONE

Un primo scopo e vantaggio della presente invenzione consiste nel fornire un perfezionato sistema per comunicazioni satellitari, in cui una pluralità di canali risponditori satellitari sono selezionati in modo da essere combinati ed amplificati da un singolo amplificatore di alta potenza con pilotaggio lineare, per esempio un amplificatore TWTA oppure una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo.

Un altro scopo e vantaggio della presente

invenzione è fornire una tecnica per sommare una pluralità di canali risponditori satellitari di allacciamento in salita in un singolo amplificatore TWTA oppure in una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo, linearmente pilotati, oppure qualche altro tipo di amplificatore a radiofrequenza ad alta potenza, e per separare quindi i canali risponditori amplificati in una pluralità di distinte alimentazioni di allacciamento in discesa e/o fasci regionali o localizzati.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Alcuni dei precedenti ed altri problemi vengono superati e gli scopi ed i vantaggi vengono realizzati con i procedimenti e gli apparecchi in accordo con le forme di realizzazione della presente invenzione.

In accordo con la presente invenzione, viene fornito un sistema di controllo di potenza a radiofrequenza RF per comunicazioni satellitari, per erogare dati digitali, per esempio dati di televisione digitale, da una molteplicità di stazioni di terra ad alimentazioni e/o fasci localizzati o regionali.

Gli insegnamenti della presente invenzione si riferiscono ad un sistema di condivisione di potenza a radiofrequenza per comunicazioni satellitari per

erogare dati digitali da una molteplicità di fasci localizzati o regionali attraverso una combinazione di combinatori di ingresso e scompositori di uscita e mediante amplificazione di una pluralità di canali di segnali/risponditori con un amplificatore di alta potenza (HPA), per esempio uno o più amplificatori TWTA oppure amplificatori di potenza a stato solido. Per i fasci localizzati o regionali con basso traffico di dati e bassa potenza di allacciamento in discesa a radiofrequenza richiesta, questo aspetto dell'invenzione può combinare una molteplicità di alimentazioni e/o fasci ad un amplificatore HPA oppure TWTA e può quindi utilizzare un multiplatore di uscita inverso (OMUX) per scomporre l'uscita dell'amplificatore HPA o TWTA nelle alimentazioni e/o nei fasci designati. Nel contesto della presente invenzione, una o più alimentazioni possono avere la forma di un fascio.

Una precedente soluzione nota utilizzerebbe molti amplificatori HPA o TWTA con diversi livelli di potenza per erogare la potenza di allacciamento in discesa per ciascun fascio localizzato o regionale. Questa soluzione convenzionale richiederebbe perciò una estesa serie di amplificatori HPA o TWTA ad alta potenza ed a bassa potenza sul satellite, mentre gli

insegnamenti della presente invenzione permettono una riduzione e/o una eliminazione degli amplificatori HPA oppure TWTA di bassa potenza, i quali tipicamente presentano una più bassa efficienza. In altre parole, combinando una pluralità di canali risponditori che convenzionalmente richiederebbero una pluralità di amplificatori TWTA di bassa potenza (oppure qualche altro tipo di amplificatore di potenza a radiofrequenza) in un amplificatore TWTA di potenza maggiore e quindi separando i canali risponditori amplificati, un certo numero degli amplificatori TWTA di bassa potenza possono essere completamente eliminati dal veicolo spaziale, preservando così il peso del carico pagante, il volume ed il consumo di energia.

Questo aspetto dell'invenzione utilizza una analisi di quanti canali risponditori possono essere combinati e amplificati in potenza in un singolo amplificatore HPA oppure TWTA oppure in una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo e determina quali alimentazioni e/o fasci abbiano un basso traffico di dati ed una bassa potenza richiesta per l'allacciamento in discesa, che li rende convenienti candidati per combinare le loro alimentazioni e/o fasci in un amplificatore HPA

oppure TWTA linearmente pilotati, oppure una molteplicità di amplificatori di potenza TWTA in parallelo. Il multiplatore di uscita inverso OMUX 46 viene usato per separare le alimentazioni combinate e/o i fasci ai separati singoli allacciamenti in discesa dopo la amplificazione di potenza dell'amplificatore HPA o TWTA o della molteplicità degli amplificatori TWTA in parallelo.

La presente invenzione, pertanto, fornisce un sistema per comunicazioni satellitari il quale comprende almeno un veicolo spaziale in orbita geosincrona che fornisce una pluralità di fasci sulla superficie della terra ed una pluralità di stazioni di terra che sono singolarmente collocate in uno dei fasci per trasmettere i segnali di allacciamento in salita o di uplink ad uno dei veicoli spaziali. Il veicolo spaziale presenta una pluralità di ricevitori per ricevere una pluralità dei segnali di allacciamento in salita dalle stazioni di terra, un traslatore o convertitore di frequenza per traslare i segnali di allacciamento in salita ricevuti alla frequenza di trasmissione di una pluralità di segnali di allacciamento in discesa, nonché una pluralità di trasmettitori per trasmettere la pluralità dei segnali di allacciamento in discesa all'interno degli

stessi fasci dei corrispondenti segnali di allacciamento in salita. Ciascun trasmettitore comprende un combinatore per combinare insieme una pluralità di segnali traslati in frequenza ed un amplificatore di potenza, per esempio un amplificatore TWTA, per amplificare la pluralità combinata dei segnali traslati in frequenza. Il veicolo spaziale inoltre comprende uno scompositore di uscita per suddividere la pluralità combinata ed amplificata dei segnali traslati in frequenza in una pluralità di segnali di allacciamento in discesa in una pluralità di alimentazioni e/o fasci.

I singoli della pluralità dei segnali traslati in frequenza sono selezionati in modo tale che la somma della potenza massima a radiofrequenza di allacciamento in discesa non superi la capacità di gestione di energia e la linearità del singolo amplificatore TWTA o della molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

I precedenti ed altri scopi e caratteristiche dell'invenzione sono resi più evidenti dalla seguente descrizione dettagliata dell'invenzione, quando letta con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la Figura 1A rappresenta uno schema a blocchi semplificato che mostra una porzione di un convenzionale carico pagante per comunicazioni basate su veicoli spaziali, specificamente l'impiego di singoli amplificatori TWTA per i singoli canali risponditori,

la Figura 1B rappresenta uno schema a blocchi semplificato di una porzione di un carico pagante per comunicazioni basato su veicoli spaziali in accordo con un aspetto della presente invenzione, in cui una pluralità di canali risponditori sono combinati ed alimentati ad un singolo amplificatore TWTA,

la Figura 1C rappresenta uno schema a blocchi semplificato che mostra un'altra porzione di un convenzionale carico pagante per comunicazioni basato su veicoli spaziali, specificamente l'impiego di singoli ricevitori per i singoli canali risponditori,

la Figura 1D rappresenta uno schema a blocchi semplificato di una porzione di un carico pagante per comunicazioni basato su veicoli spaziali in accordo con un ulteriore aspetto della presente invenzione, in cui una pluralità di canali risponditori sono invece combinati in un multiplatore di ingresso (IMUX) e sono alimentati ad un singolo ricevitore,

la Figura 1E illustra il moltiplicatore IMUX della Figura 1D in maggiore dettaglio per la esemplare configurazione 4:1,

la Figura 2A rappresenta una vista in verticale di un veicolo spaziale per comunicazioni che è idoneo alla realizzazione pratica della presente invenzione,

la Figura 2B rappresenta una porzione del veicolo spaziale della Figura 2A e mostra in maggiore dettaglio tre riflettori di antenna per generare fasci localizzati di diverse dimensioni,

la Figura 2C rappresenta un sistema per comunicazioni basato su due veicoli spaziali in accordo con un aspetto della presente invenzione,

la Figura 3A rappresenta uno schema che illustra un carico pagante di veicolo spaziale generalizzato per un esemplare caso di allacciamento in salita e di allacciamento in discesa a 37 fasci,

la Figura 3B rappresenta uno schema circuitale a blocchi del carico pagante per veicolo spaziale per il caso esemplare di allacciamento in salita e di allacciamento in discesa a 37 fasci rappresentato nella Figura 3A,

la Figura 3C rappresenta uno schema a blocchi circuitale semplificato di una porzione di una ulteriore forma di realizzazione del carico pagante

di un veicolo spaziale in accordo con la presente invenzione; e

le Figure 4A e 4B illustrano varie esemplari forme e dimensioni dei fasci localizzati per un primo veicolo spaziale per comunicazioni (Figura 4A) e per un secondo veicolo spaziale per comunicazioni (Figura 4B) che cooperano, come nella Figura 2C, per fornire una copertura televisiva diretta attraverso veicoli spaziali agli Stati Uniti continentali.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Viene fatto riferimento alle Figure 2A e 2B per illustrare un veicolo spaziale 10 o satellite in orbita geosincrona che è idoneo alla realizzazione pratica della presente invenzione. Nella successiva descrizione, si supporrà che due di tali veicoli spaziali siano impiegati insieme per fornire una copertura televisiva diretta digitale per mezzo di veicoli spaziali a regioni localizzate degli Stati Uniti continentali (vedere anche le Figure 4A e 4B), come anche alle isole Hawaii ed all'Alaska. Tuttavia, si dovrebbe constatare inizialmente che gli insegnamenti della presente invenzione non sono limitati a fornire soltanto segnali per televisione digitale, ma possono essere sfruttati per fornire un qualsiasi tipo di dati digitali, con inclusione ma

senza limitazione alla voce espressa in forma digitalizzata, ai dati di facsimile, ai segnali di interrogazione ed ai dati delle reti di calcolatori, inclusi i pacchetti di dati della rete Internet. Gli insegnamenti della presente invenzione non sono neanche limitati alla utilizzazione di due veicoli spaziali, dato che se ne possono usare un numero maggiore o minore del numero su indicato, neanche gli insegnamenti sono limitati, per esempio, soltanto alle frequenze specifiche e/o ai numeri, alle dimensioni e/o alle forme dei fasci che verranno descritti nel seguito.

Nelle Figure 2A e 2B, il veicolo spaziale 10 comprende un bus 12 ed i complessi 14 di celle solari. Sul bus 12 sono montati una pluralità di amplificatori TWTA ad irradiazione diretta 16, per esempio amplificatori TWTA in banda Ka oppure in banda Ku oppure in banda C. Per il caso della banda Ka, tre antenne sono usate per ogni veicolo spaziale per generare i fasci zonali o localizzati: una antenna trasmittente/ricevente 18 realizzata come antenna Gregorian da 3 metri per generare un fascio zonale di $0,35^\circ$, una antenna trasmittente/ricevente 20 con alimentazione sfalsata da 2,1 metri, per generare un fascio zonale di $0,5^\circ$ ed una antenna

trasmittente/ricevente 22 con alimentazione sfalsata da 1,5 metri per generare un fascio localizzato di $0,7^\circ$. Sono previsti meccanismi 24 di puntamento o orientamento delle antenne, come anche un subriflettore orientabile 18A che permette un autoagganciamento per l'antenna 18 da 3 metri. Altre antenne comprendono due antenne Gregorian sagomate 26A e 26B per televisione ad alta definizione (HDTV), come anche una antenna Gregorian sagomata 26C per fornire l'accesso condizionale ad un controllore di terra. Le antenne 26A-26C non sono relative agli insegnamenti della presente invenzione e non sono descritte ulteriormente con alcun grado di specificità. Ciascuna antenna preferibilmente è autoagganciata per fornire un errore di puntamento molto basso.

Anche se descritte nel contesto delle antenne Gregorian, le antenne potrebbero anche essere implementate come antenne Cassegrain. In generale, si preferisce l'impiego di antenne Gregorian o Cassegrain per fornire una grande capacità di scansione con un elevato isolamento dei lobi laterali. Il rapporto fra la distanza focale ed il diametro (F/D) è compreso preferibilmente nell'intervallo tra circa due e circa tre. Inoltre, e

sebbene illustrate come antenne circolari, si può apprezzare che una o più delle antenne 18, 20 o 22 potrebbero avere una forma non-circolare, per esempio una forma ellittica, per fornire sulla superficie della terra fasci di forma non-circolare.

L'antenna 18 di $0,35^\circ$ in banda Ka da 3 metri è collocata sulla faccia est del veicolo spaziale 10 ed il subriflettore 18A viene usato per questa grande antenna, poiché esso è molto più leggero e più facile da guidare che non il riflettore principale. Il subriflettore 18A fornisce ulteriori vantaggi. Per esempio, i fasci di trasmissione e di ricezione hanno lo stesso orientamento, mentre vi è un piccolo sfalsamento quando vengono usati semplici riflettori sfalsati. Ciò è particolarmente importante per questo piccolo fascio.

Undici fasci sono generati dall'antenna 18 di 3 metri per il veicolo spaziale LHCP, mentre l'antenna di 3 metri sul veicolo spaziale RHCP genera 12 fasci. L'antenna 18 è preferibilmente puntata nella porzione di sud-est della regione CONUS per minimizzare le perdite di scansione nelle zone a forte piovosità. Il distanziamento dei fasci permette l'impiego di alimentazioni 2λ o alimentazioni maggiori. Questo

diametro di alimentazione riduce la perdita di spillamento ed i livelli dei lobi laterali.

Le antenne 20 e 22 di $0,5^\circ$, da 2,1 metri in banda Ka e di $0,7^\circ$, da 1,5 metri, sono collocate una accanto all'altra sulla faccia ovest del veicolo spaziale 10. Queste antenne utilizzano meccanismi cardanici a due assi per il loro dispiegamento. I subriflettori 20A e 22A sono forniti come precedentemente descritto.

Il veicolo spaziale LHCP presenta dieci fasci di $0,5^\circ$; il veicolo spaziale RHCP presenta undici fasci. Le antenne di $0,7^\circ$ da 1,5 metri in banda Ka generano nove fasci CONUS ed il fascio delle Hawaii sul veicolo spaziale LHCP. L'antenna di $0,7^\circ$ del veicolo spaziale RHCP genera otto fasci di CONUS. Il fascio dell'Alaska può anche essere generato da questa antenna utilizzando due alimentazioni per creare una configurazione ellittica.

In una forma di realizzazione, il sistema utilizza una banda di frequenze di 700 MHz sulla banda Ka con un allacciamento in salita di 29,3-30 GHz ed un allacciamento in discesa di 19,5-20,2 GHz. Il piano delle frequenze fornisce 46 risponditori da 26 MHz, 23 su ciascuna polarizzazione. Il sistema televisivo ad alta definizione utilizza 12

risponditori, mentre il sistema SDTV ne utilizza 34. I fasci regionali o localizzati sono divisi fra i due veicoli spaziali mediante polarizzazione. Il veicolo spaziale 1 elabora 149 risponditori nei 31 fasci di polarizzazione circolare sinistrorsa (LHCP), mentre il veicolo spaziale 2 elabora 145 risponditori nei 32 fasci di polarizzazione circolare destrorsa (RHCP).

Con riferimento alle Figure 3A e 3B, il ripetitore è di progettazione a singola conversione. Gli allacciamenti in salita di 30 GHz (37 fasci di diverse dimensioni) vengono amplificati per mezzo di amplificatori a basso rumore (LNA) 30 e vengono applicati attraverso circuiti ibridi di ingresso 32 ai ricevitori 34. Gli allacciamenti in salita vengono amplificati e convertiti in discesa per mezzo di un oscillatore locale (LO) da 9,8 GHz per ottenere la banda di allacciamento in discesa di 20 GHz. I segnali provenienti da ciascun fascio vengono quindi separati nei circuiti multiplatori di ingresso 36 e vengono applicati agli amplificatori di canale 18 e quindi ai complessi ibridi di uscita 40. I risponditori di ciascun fascio sono amplificati come un gruppo nell'amplificatore TWTA linearizzato 42 ad alta potenza, operante con un backoff di uscita da 2,5 dB a 3 dB. In alcuni casi nei quali i fasci

presentano soltanto alcuni risponditori richiedono anche bassa potenza, i segnali derivanti dai due fasci vengono amplificati nello stesso amplificatore TWTA, quindi vengono separati nel circuito moltiplicatore di uscita 46. L'amplificatore TWTA 42 che è un singolo amplificatore da 120 W ed il doppio amplificatore TWTA 46 che è un doppio amplificatore (in parallelo) sono così forniti.

Questa soluzione progettuale minimizza la complessità e la massa del carico pagante. I circuiti moltiplicatori di ingresso permettono che gli allacciamenti in salita vengano ricevuti utilizzando soltanto 11 ricevitori attivi invece di 30 o 31, se singoli ricevitori fossero usati per ciascun fascio. Elaborando i segnali derivanti da ciascun fascio come un gruppo, si richiedono molto meno filtri ed amplificatori di canali. L'impiego di un amplificatore TWTA di una singola dimensione (per esempio 120 W) permette l'impiego di grandi anelli di ridondanza per migliorare la affidabilità. L'amplificatore TWTA è di progettazione con collettore di irradiazione diretta (DRC), che irradia più di una metà della dissipazione termica nello spazio invece che nel corpo del veicolo spaziale,

semplificando così notevolmente la progettazione termica del veicolo spaziale.

Ciascun amplificatore di canale 38 preferibilmente fornisce un guadagno nominale di 50 dB. Il livello di uscita può essere comandato in passi di 0,5 dB per esempio attraverso un intervallo di 6 dB, in modo tale che il pilotaggio per gli amplificatori TWTA 42, 44 possa essere regolato con precisione.

I linearizzatori di uscita 41 sono preferibilmente ottimizzati per backoff di uscita degli amplificatori TWTA da circa 2 dB a circa 3 dB. Gli amplificatori TWTA utilizzano un EPC per due tubi ad onda progressiva. Ciò fornisce un eccellente inseguimento di fase quando due o più amplificatori TWTA sono fatti funzionare nel modo ad alta potenza in combinazione (in parallelo). A questo riguardo, si può fare riferimento al Brevetto Statunitense di comune cessionaria 5.649.310, concernente un «Sistema di Conversione ed Amplificazione di Segnali Comprensente un Pannello di Irradiazione Termica Collegato ad Esso», di Randall D. Tyner et al., la cui descrizione è citata per riferimento nella sua interezza.

Con riferimento alla Figura 3C, è rappresentata

una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione. Questa forma di realizzazione si riferisce ad un sistema di condivisione di potenza a radiofrequenza per comunicazioni satellitari, per fornire segnali digitali per una molteplicità di fasci localizzati o regionali attraverso una combinazione di combinatori di ingresso 40 e di scompositori di uscita 46 e mediante amplificazione di una pluralità di canali di segnali/risponditori con un amplificatore di alta potenza (HPA), per esempio TWTA 42, 44 oppure amplificatori di potenza a stato solido. Per i fasci localizzati o regionali con basso traffico di dati e bassa potenza di allacciamento in discesa a radiofrequenza richiesta, questo aspetto dell'invenzione può combinare una molteplicità di alimentazioni e/o fasci ad un amplificatore HPA o TWTA e può quindi utilizzare un moltiplicatore di uscita inverso OMUX per scomporre l'uscita dell'amplificatore HPA o TWTA nelle desiderate alimentazioni e/o fasci designati. La pluralità dei segnali traslati in frequenza in corrispondenza dei segnali di allacciamento in salita ricevuti vengono così selezionati dalla combinazione in maniera tale che una somma della potenza a radiofrequenza massima per i segnali di allacciamento

in discesa costituenti non supererà la capacità di gestione di potenza e la linearità del singolo amplificatore TWTA oppure dei molteplici amplificatori TWTA in parallelo. Naturalmente, due segnali di allacciamento in salita o di uplink aventi la stessa frequenza non verrebbero selezionati per la combinazione, la amplificazione e la successiva scomposizione. Nella Figura 3C, l'esemplare stadio a radiofrequenza a quattro ingressi e quattro uscite elaborerebbe il fascio localizzato #2, il fascio #30, un fascio regionale (per esempio per le Hawaii) ed un fascio #10. Questa forma di realizzazione è attuata in contrasto con le forme di realizzazione precedentemente descritte, in cui i segnali provenienti da una molteplicità di stazioni di terra nell'ambito di un singolo fascio vengono combinate ed amplificate.

Una soluzione precedentemente nota per questo problema utilizzerebbe molti amplificatori HPA o TWTA con diversi livelli di potenza per fornire la potenza di allacciamento in discesa per ciascun fascio localizzato o regionale. Questa soluzione convenzionale richiederebbe così una estesa serie di amplificatori HPA o TWTA di bassa potenza e di alta potenza sul satellite, mentre gli insegnamenti della

presente invenzione permettono una riduzione e/o una eliminazione degli amplificatori HPA o TWTA di bassa potenza, i quali presentano tipicamente una più bassa efficienza. In altre parole, combinando una pluralità di canali risponditori che convenzionalmente richiederebbero una pluralità di amplificatori TWTA di bassa potenza (oppure qualche altro tipo di amplificatore RF), in un amplificatore TWTA di potenza superiore, e quindi mediante separazione dei canali risponditori amplificati, un certo numero degli amplificatori TWTA di bassa potenza possono essere completamente eliminati dal veicolo spaziale, conservando così il peso del carico pagante, il volume ed il consumo di energia.

Questo aspetto dell'invenzione si riferisce ad una analisi del come molti canali risponditori possano essere combinati ed amplificati in potenza in un singolo amplificatore HPA o TWTA oppure una molteplicità di amplificatori TWTA e determina quali alimentazioni e/o fasci abbiano basso traffico di dati e bassa potenza di allacciamento in discesa richiesta che li rende convenienti candidati per combinare le loro alimentazioni e/o i loro fasci in un amplificatore HPA o TWTA linearmente pilotato oppure una molteplicità di TWTA in parallelo come

amplificatori di potenza. Il multiplatore OMUX inverso 46 viene usato per separare le alimentazioni e/o i fasci combinati inviati ai separati singoli allacciamenti in discesa dopo la amplificazione di potenza effettuata dagli amplificatori HPA o TWTA o dalla molteplicità degli amplificatori TWTA in parallelo.

Nel sistema per comunicazioni satellitari di massimo interesse per gli insegnamenti della presente invenzione, ogni fascio regionale presenterà un diverso traffico di dati ed una diversa attenuazione provocata dalla pioggia, comportando il fatto che diversi livelli di potenza vengano richiesti per i fasci localizzati o regionali. La soluzione della tecnica precedente richiederebbe una moltitudine di amplificatori HPA o TWTA di diverse grandezze per adattarsi alle diverse esigenze per i fasci localizzati o regionali. La presente invenzione sfrutta vantaggiosamente una analisi dei molteplici canali risponditori amplificatori di potenza in un dato amplificatore HPA e/o TWTA linearmente pilotato ed utilizza filtri di ingresso (F1-F4) ed un combinatore ibrido 40 (vedere anche la Figura 1E) ed un multiplatore di uscita inverso OMUX 46, per combinare le alimentazioni e/o i fasci di bassa

potenza in un amplificatore HPA o TWTA 42 linearmente pilotato oppure una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo 44.

In altre parole, questo aspetto dell'invenzione prende una pluralità di alimentazioni e/o fasci di allacciamento in discesa di minore potenza e li somma, utilizzando combinatori ibridi con alcune caratteristiche filtranti, in un amplificatore HPA oppure un amplificatore TWTA 42 oppure una molteplicità di amplificatori TWTA paralleli 44 linearizzati. La analisi iniziale determina quanti canali risponditori possano esistere in un dato amplificatore HPA o TWTA oppure in una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo, vale a dire linearizzati con il blocco 41 per assicurare adeguate esigenze di isolamento dalle interferenze fra canale e canale per il sistema di comunicazioni satellitari. Dopo che la amplificazione di potenza è stata completata, il multiplatore di uscita inverso 46 viene usato per separare la serie dei canali risponditori amplificati in potenza alle separate alimentazioni e/o fasci che erano stati originariamente sommati insieme. L'uscita del multiplatore di uscita inverso OMUX 46 viene così inviata alle appropriate antenne associate alle

alimentazioni e/o ai fasci di allacciamento in discesa.

In conformità ad un ulteriore aspetto della presente invenzione e con riferimento alla Figura 1B, viene fornito un sistema di controllo di potenza a radiofrequenza per comunicazioni satellitari, per fornire dati digitali, per esempio dati di televisione digitale, da una molteplicità di stazioni di terra ad un singolo fascio localizzato o regionale. Ciascuna stazione di terra nel fascio localizzato o regionale presenta un separato ed individuale controllo della potenza a radiofrequenza per il relativo canale risponditore. Il controllo di potenza a radiofrequenza per ciascuna singola stazione di terra permette la regolazione della potenza di allacciamento in discesa dovuta alla attenuazione provocata dalla pioggia nel fascio localizzato o regionale. In altre parole, regolazioni di potenza vengono eseguite in un particolare canale risponditore prima della combinazione con altri canali risponditori ed amplificazione tramite un singolo comune amplificatore TWTA oppure una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo. I comandi di controllo di potenza possono essere inviati al veicolo spaziale a seguito di canale di

ING. BARZANO & ZAVARDO ROMA S.p.A.

controllo specifico, riservato per quello scopo, utilizzando, per esempio, l'antenna Gregorian sagomata 26C che era stata rappresentata nella Figura 2A.

Nella Figura 1B, la configurazione esemplare della tecnica precedente illustrata nella Figura 1A è stata modificata per inserire i combinatori ibridi 5 in modo da combinare le uscite dei circuiti amplificatori di canale 4 a guadagno controllato per il fascio #1 e dei circuiti amplificatori di canale 4 a guadagno controllato per il fascio #2. Le uscite combinate vengono quindi tamponate e linearizzate con il linearizzatore 6 prima di essere applicate agli amplificatori ad onda progressiva TWTA 2. Le stazioni di terra assegnate a ciascun complesso ibrido 5 ed all'amplificatore TWTA 2 sono selezionate in modo tale che la potenza massima del caso peggiore non supererà la potenza che può essere assorbita dal fascio localizzato canalizzato. Soltanto a titolo di esempio, per il fascio #1, le stazioni di terra GS 1-4 possono avere frequenze di 30,3, 30,2, 29,9 e 29,8 GHz e quindi i segnali ottenuti per conversione in discesa ed applicati all'amplificatore TWTA 2 possono essere di 20,3, 20,2, 19,9 e 19,8 GHz. La larghezza

di banda dell'amplificatore TWTA può essere di almeno 500 MHz.

Il linearizzatore 6 può essere di struttura convenzionale e preferibilmente è scelto in modo da massimizzare l'indice di rapporto fra rumore e potenza (NPR). Quando il rapporto fra rumore e potenza aumenta, la linearità dell'amplificatore TWTA aumenta e diminuiscono i prodotti indesiderabili di intermodulazione.

Ciascuna stazione di terra può monitorare il risultante fascio di allacciamento in discesa e così compensare le alterazioni dei segnali, per esempio le attenuazioni dovute alla pioggia. Dato che l'allacciamento in salita ha luogo ad una frequenza superiore a quella dell'allacciamento in discesa, l'effetto della pioggia sarà molto più grave nell'allacciamento in salita di quanto non sia nell'allacciamento in discesa. Tuttavia, ciascuna stazione di terra viene messa in condizioni di controllare separatamente il guadagno del suo proprio fascio, prima della combinazione e della amplificazione di potenza, in modo da pregiudicare la potenza negli altri fasci che viene anche amplificata dall'amplificatore TWTA 2.

ING. BARZANO & ZAVARDO ROMA SpA.

Si può notare anche che il circuito multiplatore di uscita OMUX 3 della Figura 1A può essere rimosso, eliminando così le perdite di energia in corrente continua in questi componenti che sono intrinsecamente inefficienti.

L'impiego di questo aspetto dell'invenzione così permette ad una molteplicità di stazioni di terra con canali risponditori assegnati di avere un controllo di potenza RF e di guadagno in un fascio regionale o localizzato assegnato, con effetti minimi sui segnali delle stazioni di terra adiacenti. Nel sistema per comunicazioni satellitari secondo l'invenzione, vi è una condivisione dell'ammontare del guadagno e del controllo di potenza fra la stazione di terra ed il veicolo spaziale. Per un dato fascio localizzato o regionale vi è un numero determinato di stazioni di terra che possono condividere un comune segnale TWTA, senza superare la capacità dell'amplificatore TWTA nelle condizioni del caso peggiore e quindi viene effettuata una assegnazione di separati amplificatori di canale per ciascuna stazione di terra. Una somma delle uscite degli amplificatori di canale viene applicata ad un linearizzatore comune che pilota un amplificatore TWTA comune oppure una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo. Questa tecnica

ING. BARZANO & ZANARDO ROMA SpA

permette che su un dato veicolo spaziale vengano usati amplificatori TWTA di un singolo tipo e di una singola dimensione, abbassando così il costo e la complessità, oltre che il consumo di energia.

In questa forma di realizzazione, una analisi di una molteplicità di canali risponditori in un sistema non lineare viene eseguita per determinare il numero dei risponditori che possono essere usati per ciascuna della molteplicità di stazioni di terra, ciascuna avente i suoi propri amplificatori di canale del veicolo spaziale, per pilotare un amplificatore TWTA linearizzato oppure una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo in un solo fascio. Questa tecnica così elimina ulteriormente le perdite dei circuiti multiplatori di uscita che possono avere un impatto diretto sulla potenza e sulla efficienza termica del veicolo spaziale.

Un esempio della presente invenzione è costituito da un procedimento per distribuire dati digitali, per esempio dati di televisione digitale, utilizzando una molteplicità di fasci zonali o localizzati con diverse forme e dimensioni in modo da coprire completamente e servire designate aree di mercato (DMA) utilizzando una molteplicità di veicoli spaziali in orbita geosincrona. Ciascun fascio

regionale può contenere una molteplicità di stazioni di terra. Ciascuna stazione di terra può avere la assegnazione di una molteplicità di canali risponditori ed ha la capacità di regolare il guadagno o la potenza dei canali risponditori. Assegnando un amplificatore di canale per ciascuna stazione di terra, una molteplicità di stazioni di terra possono condividere un amplificatore a tubo ad onda progressiva TWTA oppure una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo.

Sotto un ulteriore aspetto, la presente invenzione insegna una progettazione di carico pagante per comunicazioni basate su veicoli spaziali per ridurre il numero dei ricevitori ed il consumo di energia in corrente continua del sistema del carico pagante. Ciò viene effettuato utilizzando circuiti moltiplicatori di ingresso per sommare i segnali che arrivano dai molteplici fasci localizzati o regionali, pure essendo il sistema selettivo in questa somma per evitare l'uso degli stessi canali risponditori nello stesso circuito moltiplicatore di ingresso. L'uscita sommata viene quindi portata ad un singolo ricevitore.

Con riferimento alla Figura 1D, la forma di realizzazione della Figura 3B può essere modificata

in modo da fornire un singolo ricevitore 7 che serve per una molteplicità di allacciamenti in salita, un circuito moltiplicatore di ingresso (IMUX) 8 essendo usato per combinare in primo luogo i segnali di allacciamento in salita. La Figura 1E illustra il moltiplicatore di ingresso IMUX 8 della Figura 1D in maggiore dettaglio. Si può vedere che ciascun circuito moltiplicatore di ingresso IMUX 8 è costituito da una pluralità di n filtri risonanti, rappresentati come quattro filtri passa banda 8A-8D, i cui nodi di uscita sono collegati ad un combinatorio ibrido n:1. L'effetto è quello di sommare n alimentazioni di diversa frequenza con più stretta larghezza di banda in un singolo segnale di uscita con larghezza di banda più ampia. Le caratteristiche dei filtri passa banda 8A-8D sono selezionate in modo da realizzare una selezione di banda dei canali adiacenti ed il complesso ibrido 8E viene scelto in modo da avere una larghezza di banda sufficiente per adattarsi alla larghezza di banda delle alimentazioni di ingresso.

Soltanto a titolo di esempio, per il caso della banda Ka, uno spettro totale di 500 MHz è suddiviso in canali di 27 MHz, ciascun filtro passa banda del moltiplicatore di ingresso IMUX 8 è ottimizzato in modo da operare con uno dei canali di 27 MHz ed il

ricevitore/convertitore in discesa 7 presenta una larghezza di banda di 500 MHz.

Questo aspetto della presente invenzione permette così l'impiego dei circuiti multiplatori di ingresso 8 che sono considerevolmente più piccoli e meno costosi dei singoli ricevitori della Figura 1C. Uno singolo dei multiplatori di ingresso 8 somma la molteplicità dei fasci e/o delle alimentazioni nel singolo ricevitore 7, e così riduce significativamente il numero dei ricevitori richiesti per una data architettura del carico pagante. Il singolo ricevitore 7 è progettato preferibilmente per operare nella regione lineare in modo da ridurre al minimo le interferenze fra un canale e l'altro ed i prodotti di intermodulazione del terzo ordine. Si suppone per gli scopi della presente invenzione che il singolo ricevitore 7 includa un amplificatore di basso rumore (LNA) che alimenta un circuito miscelatore di conversione in discesa operante con un segnale generato nell'oscillatore locale. Si suppone inoltre che il ricevitore 7 abbia una larghezza di banda sufficiente per far fronte alle esigenze di larghezza di banda della molteplicità degli ingressi combinati.

Un esempio dell'uso della presente invenzione è costituito da uno speciale procedimento per distribuire dati digitali utilizzando una molteplicità di fasci localizzati con diverse forme e diverse dimensioni per coprire completamente e servire le aree di mercato designate secondo Nielsen (DMA) negli Stati Uniti utilizzando una molteplicità di veicoli spaziali in orbita geosincrona. Ciascun fascio localizzato presenta una serie assegnata di risponditori ed i risponditori assegnati di uno o più fasci localizzati sono quindi combinati in moltiplicazione e sommati nello stesso singolo ricevitore 7. Questa progettazione del sistema del carico pagante per comunicazioni riduce significativamente il numero dei ricevitori 7 che sono richiesti, in confronto con i sistemi di carico pagante progettati in accordo con la tecnica precedente.

Con riferimento ora alle Figure 4A e 4B, un ulteriore aspetto della presente invenzione consiste nella capacità di utilizzare il sistema delle comunicazioni basato su veicoli spaziali per erogare dati digitali da una stazione di terra entro un fascio localizzato verso lo stesso fascio localizzato, ad una via, attraverso varie

configurazioni di fasci localizzati di antenna. Le configurazioni utilizzano una variazione dei fasci localizzati o zonali di diverse dimensioni, ciascuno avente una forma non-circolare, per esempio una forma ellittica oppure una forma circolare oppure una combinazione di ambedue le forme, per coprire una intera area geografica che deve essere servita. Questo tipo di servizio può così adattarsi alle differenze dei mercati, delle strutture demografiche, delle lingue, ecc.

Una combinazione di fasci localizzati circolari e non-circolari, di diverse dimensioni, viene usata nella preferita forma di realizzazione della presente invenzione per formare una configurazione non contigua di zone non contigue, fornendo così un migliore isolamento fra un fascio e l'altro. Un esempio della utilità della presente invenzione è costituito dalla capacità di fornire una copertura di tutte le DMA Nielsen della zona CONUS con due veicoli spaziali in singola o multipla orbita geosincrona, come rappresentato nella Figura 2C. Questa tecnica migliora la riutilizzazione delle frequenze di una data larghezza di banda, con una minima serie di antenne e di veicoli spaziali, in confronto con una

ING. BARZANO & ZANARDO INVENTORI

convenzionale soluzione contigua per le collocazioni dei fasci localizzati.

Nella preferita ma non limitativa forma di realizzazione rappresentata nella Figura 2C, vi sono due veicoli spaziali in collocazione su una singola orbita geosincrona, per esempio entro circa $0,2^\circ$, i quali vengono usati per coprire tutte le DMA utilizzando delle collocazioni di fasci localizzati alternative fra i due veicoli spaziali. Ciascun veicolo spaziale realizza l'allacciamento in salita con una singola polarità, ma opposta rispetto all'altro veicolo spaziale.

Più specificamente, il veicolo spaziale #1 realizza l'allacciamento in salita RHCP oppure LHCP ed il veicolo spaziale #2 realizza l'allacciamento in salita per LHCP o RHCP (in polarità opposta) oppure il veicolo spaziale #1 realizza l'allacciamento in salita in polarizzazione lineare verticale ed il veicolo spaziale #2 realizza l'allacciamento in salita in polarizzazione lineare orizzontale o viceversa.

L'allacciamento in discesa per ciascun veicolo spaziale è opposto per quanto riguarda la polarità del suo allacciamento in salita. Per esempio, il veicolo spaziale #1 realizza l'allacciamento in

salita in RHCP e l'allacciamento in discesa in LHCP, mentre il veicolo spaziale #2 realizza l'allacciamento in salita in LHCP e l'allacciamento in discesa in RHCP oppure il veicolo spaziale #1 realizza l'allacciamento in salita in polarizzazione lineare verticale e l'allacciamento in discesa in polarizzazione lineare orizzontale, mentre il veicolo spaziale #2 realizza l'allacciamento in salita in polarizzazione lineare orizzontale e l'allacciamento in discesa in polarizzazione lineare verticale.

La progettazione del sistema con due veicoli spaziali può utilizzare tutti i fasci localizzati non-circolari di diverse dimensioni, tutti i fasci localizzati circolari di diverse dimensioni oppure una combinazione di fasci localizzati circolari e non-circolari di diverse dimensioni per coprire tutte le DMA. Le tecniche generali per formare fasci localizzati di diverse dimensioni con antenne riflettenti del tipo precedentemente descritto, come anche per formare fasci localizzati circolari o non-circolari, sono note a coloro che sono esperti nel ramo, ma non la combinazione di fasci localizzati di diverse dimensioni e di diverse forme per coprire varie regioni terrestri, permettendo una migliore riutilizzo delle frequenze ed una riduzione

RIVENDICAZIONI

1. Sistema per comunicazioni comprendente:

almeno un veicolo spaziale in orbita geosincrona, detto veicolo spaziale fornendo una pluralità di fasci sulla superficie della terra; e

una pluralità di stazioni di terra singolarmente collocate in uno di detti fasci per trasmettere i segnali di allacciamento in salita o di uplink a detto veicolo spaziale; in cui

detto veicolo spaziale è costituito da una pluralità di ricevitori per ricevere una pluralità dei segnali di allacciamento in salita provenienti dalle stazioni di terra, un traslatore di frequenza per traslare o convertire i segnali di allacciamento in salita ricevuti alla frequenza di trasmissione di una pluralità di segnali di allacciamento in discesa, una pluralità di amplificatori di canale ed una pluralità di trasmettitori per trasmettere la pluralità dei segnali di allacciamento in discesa o di downlink entro gli stessi fasci dei corrispondenti segnali di allacciamento in salita; ed in cui

ciascuno di detti trasmettitori comprende un combinatore per combinare insieme una scelta pluralità di segnali traslati in frequenza ed un amplificatore di potenza per amplificare la pluralità

ING. BARZANO & ZANARDO ROMA SPA

combinata dei segnali traslati in frequenza ed ulteriormente comprendente uno scompositore di uscita per separare la pluralità combinata ed amplificata dei segnali convertiti in frequenza in una pluralità di segnali di allacciamento in discesa in una pluralità di detti fasci.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto amplificatore di potenza è costituito da un singolo amplificatore TWTA oppure da una molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo, linearmente pilotati.

3. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui ciascuno di detta pluralità di amplificatori di canale è controllato in guadagno da una corrispondente di dette stazioni di terra.

4. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detti fasci presentano diverse grandezze e forme e non sono contigui su almeno una porzione della superficie della terra.

5. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i fasci di allacciamento in salita verso un primo di detti satelliti presentano una prima polarizzazione ed i fasci di allacciamento in discesa presentano una seconda polarizzazione opposta ed in cui i fasci di allacciamento in salita verso un secondo di detti

Roma, 4 0 SET. 1999

p.: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.

ING. BARZANÒ & ZANARDO ROMA S.P.A.

15080/TA

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Taliervo
(N° d'iscr. 171)
Taliervo

ING. BARZANO & ZANARDO ROMA SPA



satelliti hanno detta seconda polarizzazione ed i fasci di allacciamento in discesa presentano detta prima polarizzazione.

6. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i segnali di allacciamento in salita ed i segnali di allacciamento in discesa comprendono segnali di dati digitali.

7. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i segnali di allacciamento in salita e di allacciamento in discesa comprendono segnali di televisione digitale.

8. Sistema secondo la rivendicazione 7, in cui detti fasci sono fasci localizzati o regionali aventi forme e dimensioni disuniformi ed in cui detti singoli fasci localizzati si sovrappongono ad una predeterminata di aree di mercato di televisione designate.

9. Sistema secondo la rivendicazione 2, in cui i singoli di detta pluralità di segnali traslati in frequenza sono selezionati in modo tale che una somma di una potenza a radiofrequenza di allacciamento in discesa massima non supererà la capacità di gestione di potenza e la linearità di detto singolo amplificatore TWTA o di detta molteplicità di amplificatori TWTA in parallelo.

UN MANDATARIO
 per se e per gli altri
Antonio Talierno
 (N° d'iscr 171)

1/8

Talierno

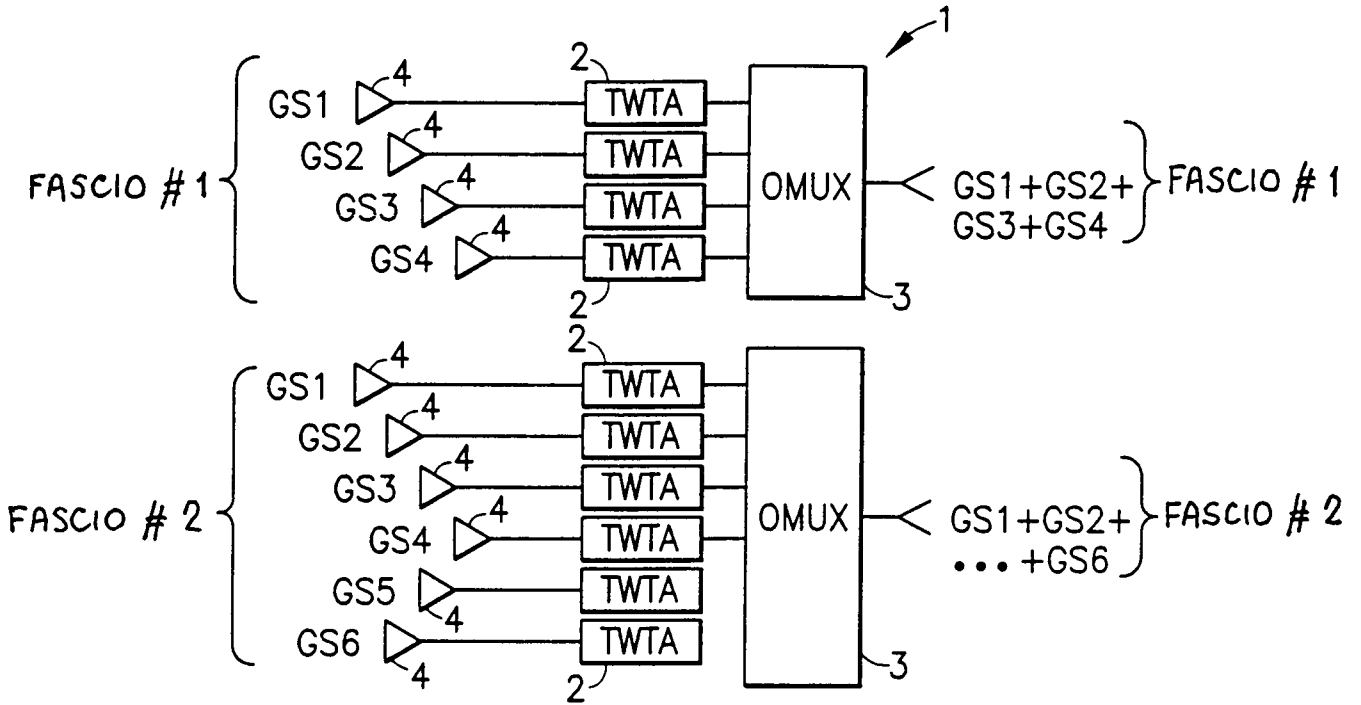
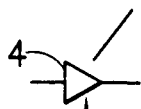
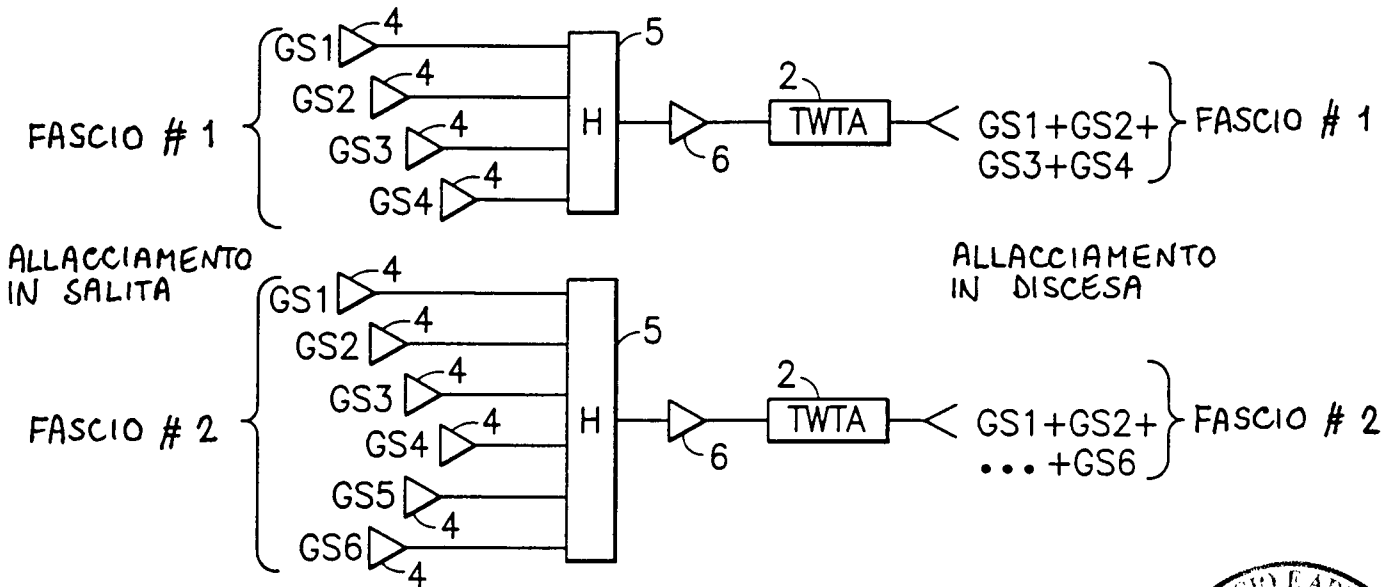
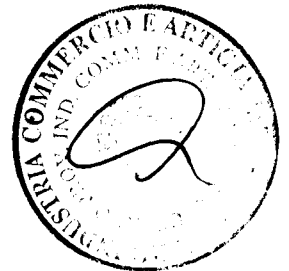


FIG. 1A
 (TECNICA ANTERIORE)



CONTROLLO DI GUADAGNO
 DALLA STAZIONE DI TERRA

FIG. 1B



2/8

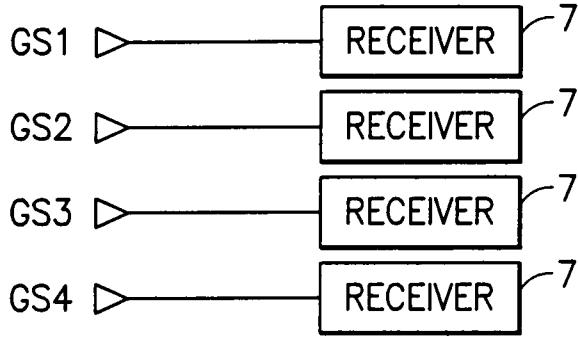


FIG. 1C (TECNICA ANTERIORE)

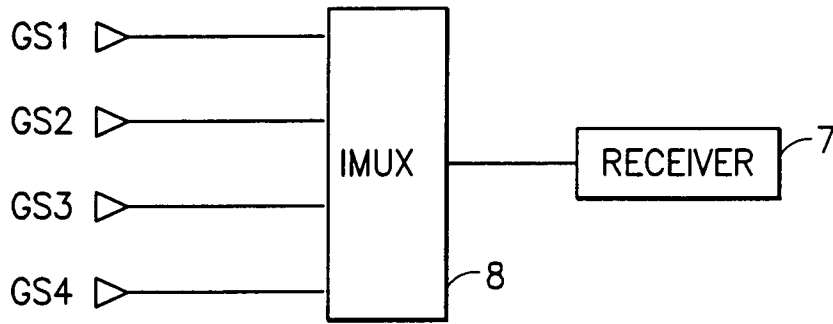


FIG. 1D

UN MANDATARIO
 per se e per gli altri
Antonio Talierno
 (N° d'ISCR. 171)

Talierno

P.P.: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.
 ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

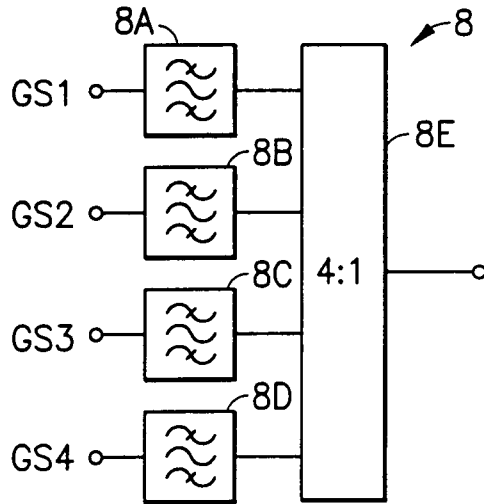


FIG. 1E



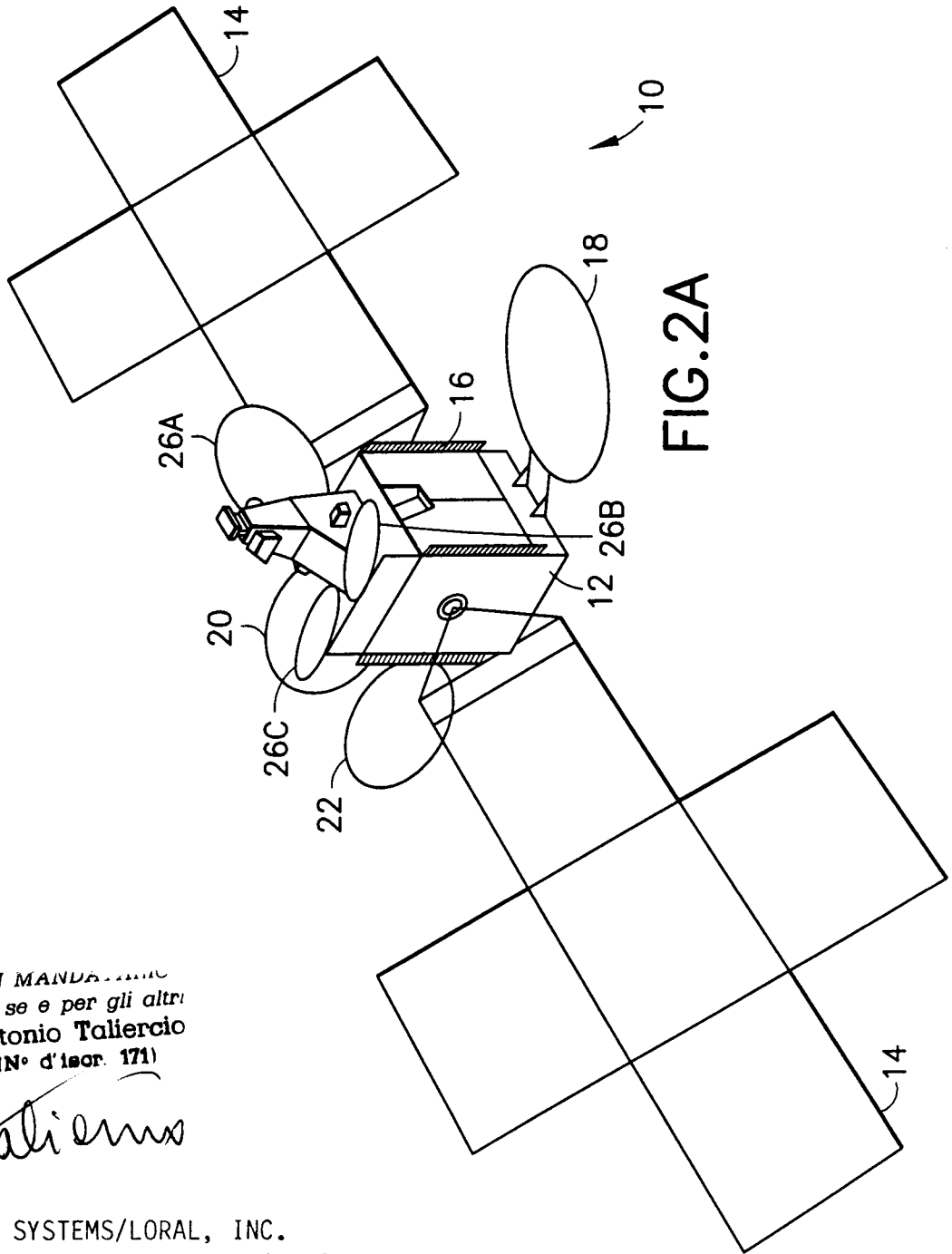


FIG.2A

UN MANDATO
per se e per gli altri
Antonio Taliervo
(N° d'iscr. 171)

Taliervo

D.p.: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.



FACCIA OVEST

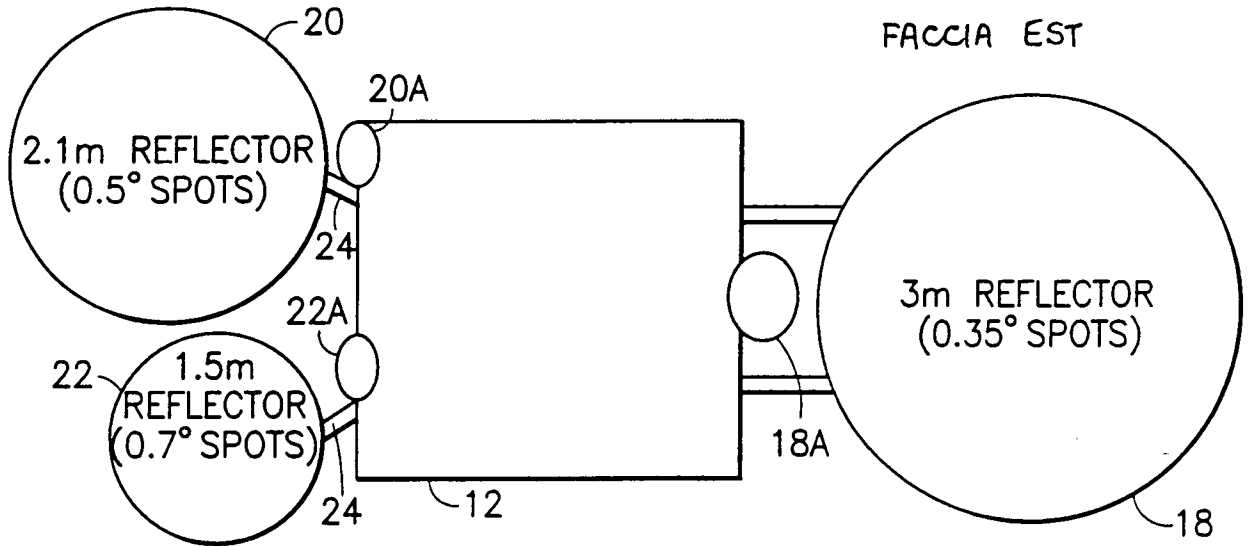
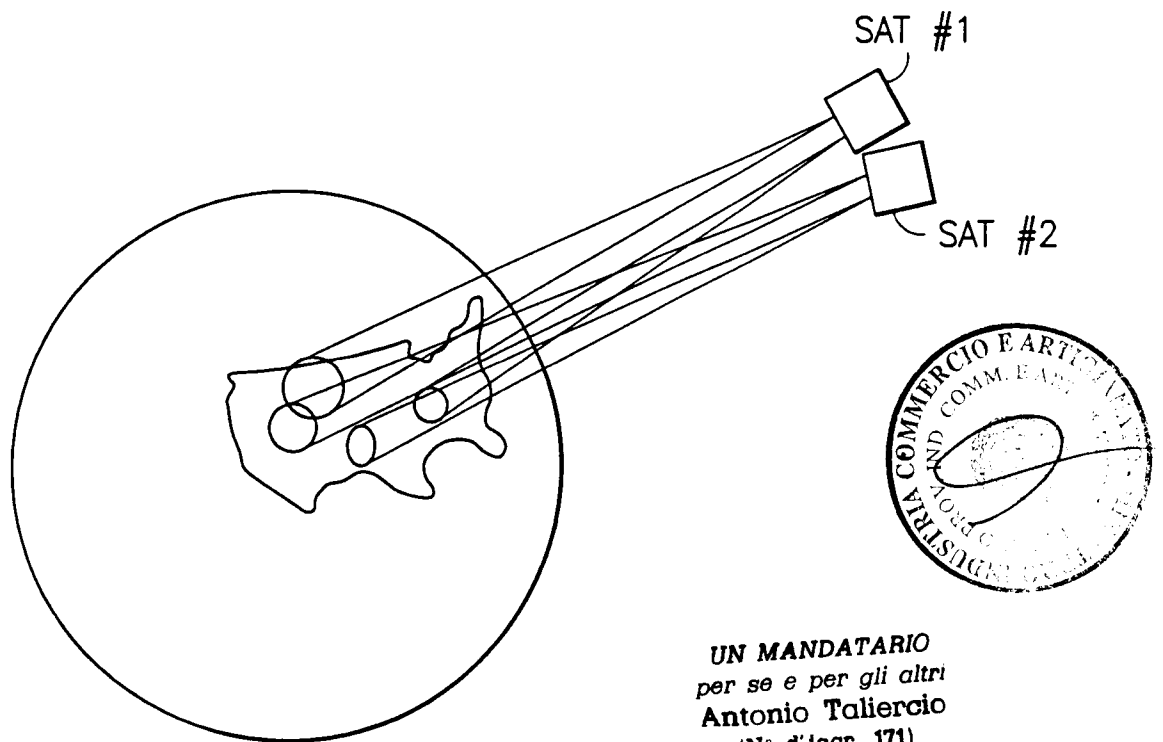


FIG.2B



UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Talierno
(No d'iscr 171)

italiano

FIG.2C

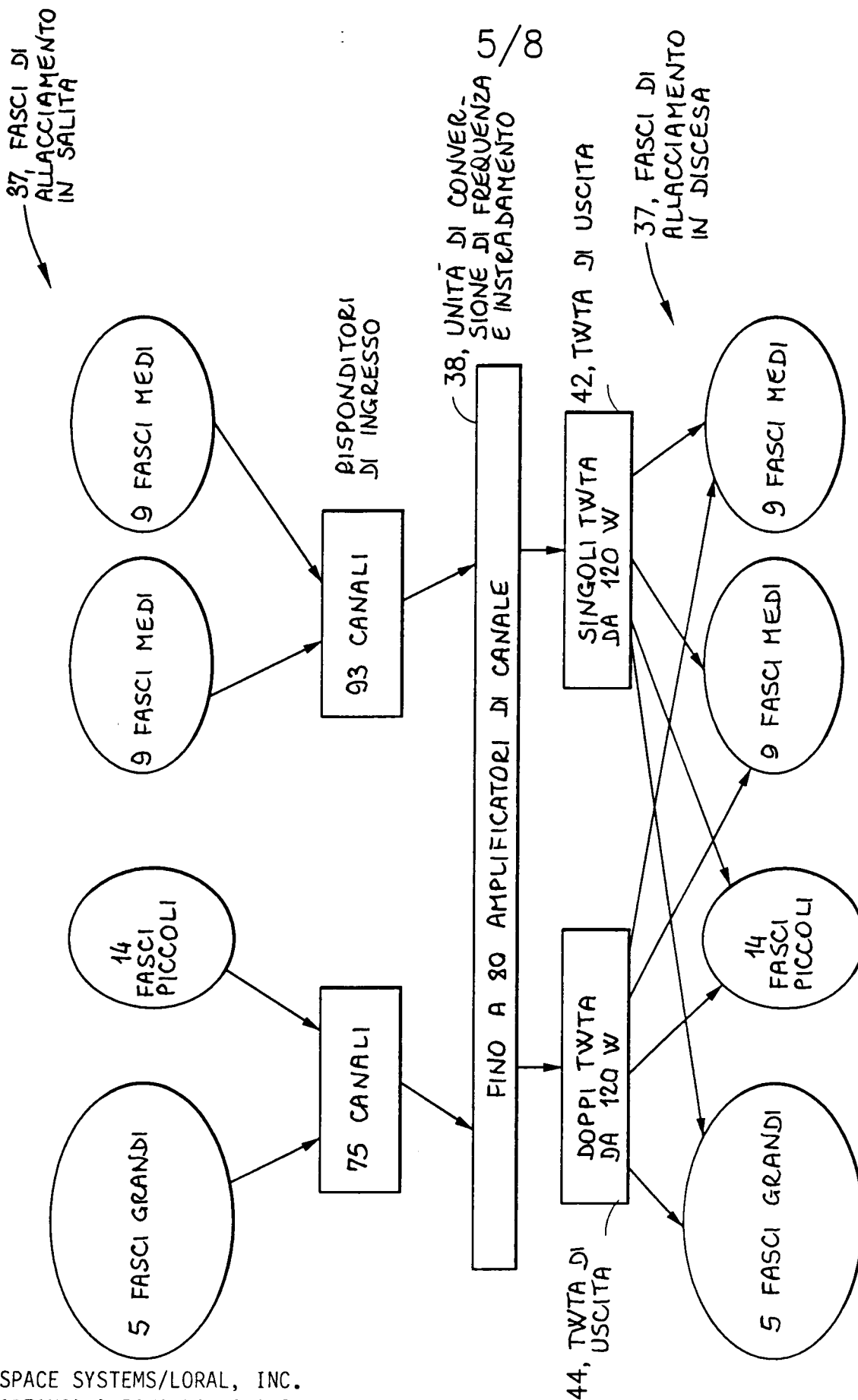
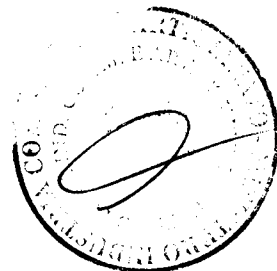


FIG.3A

p.d.: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Taliencio
(No. d'iscr. 171)

Taliencio



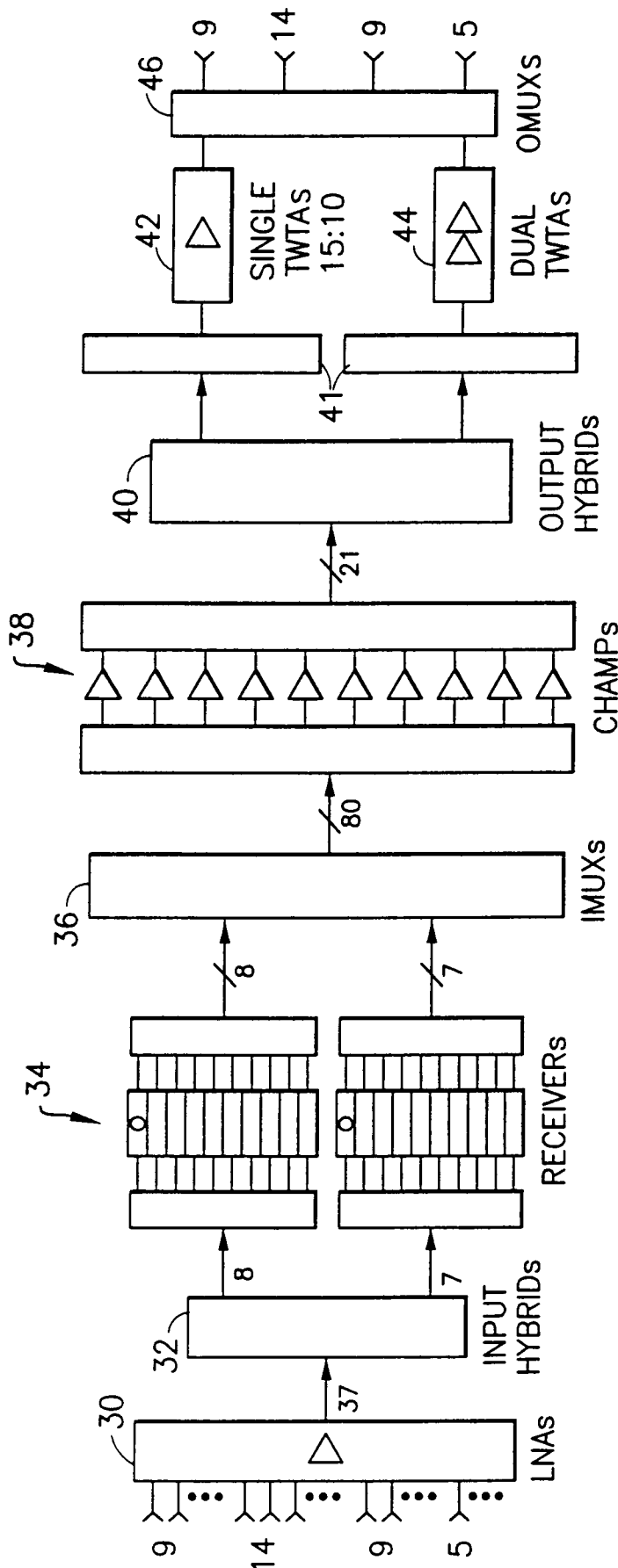


FIG. 3B

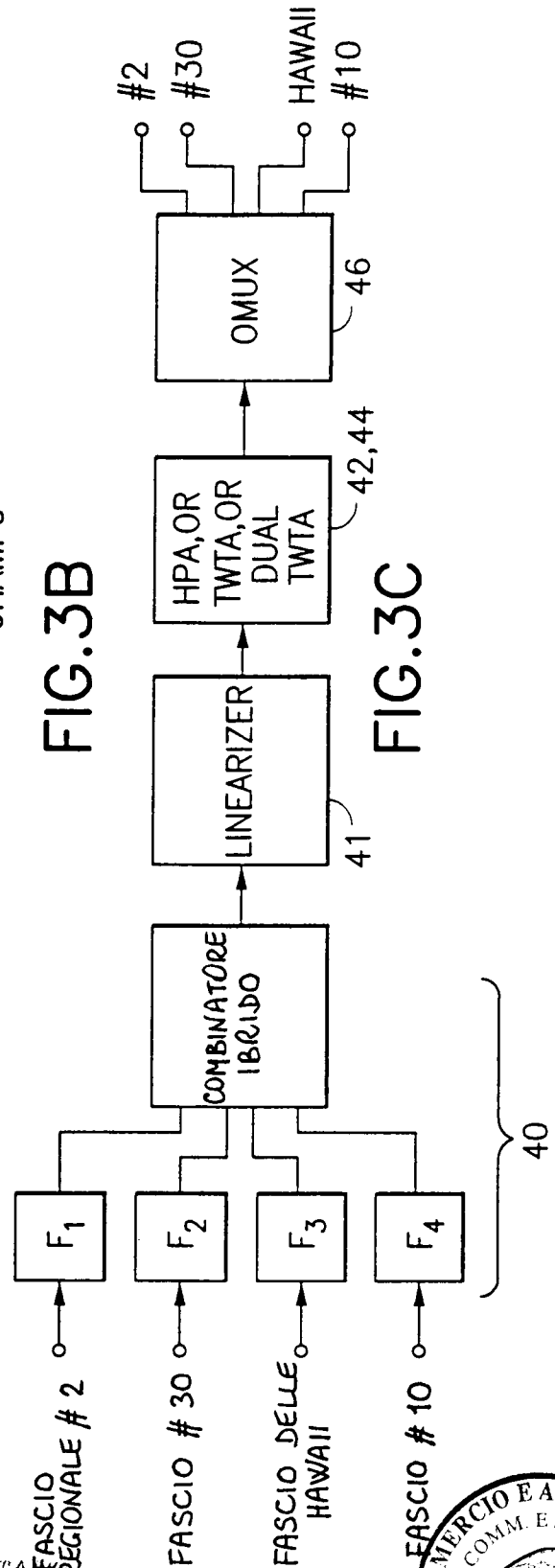


FIG. 3C

p.p.: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATO
per se e per gli altri
Antonio Talierno
(N° d'iscr 171)

Italians



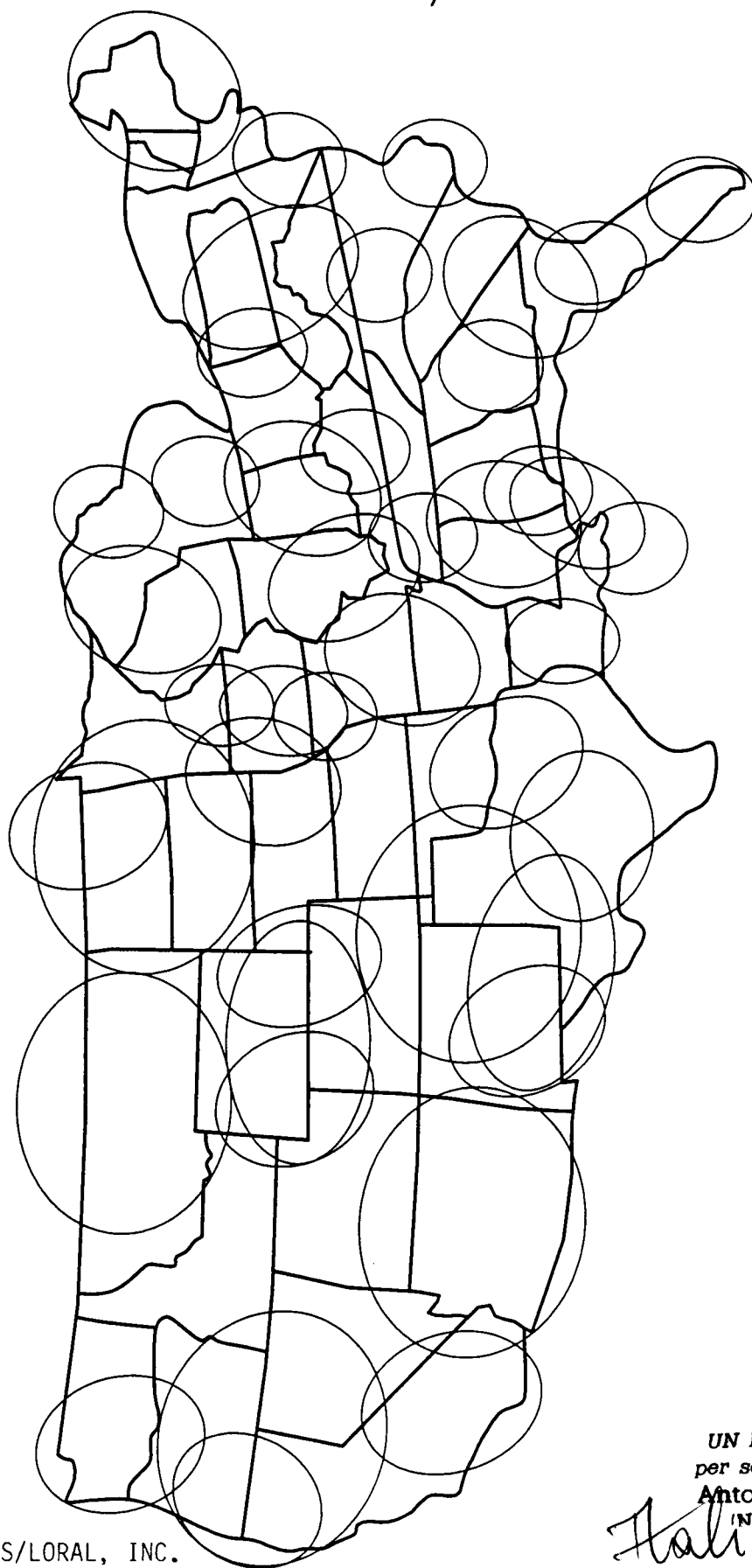


FIG. 4A
SAT #1



D.p.: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Talierno
(No. d'iscri 171)
Talierno

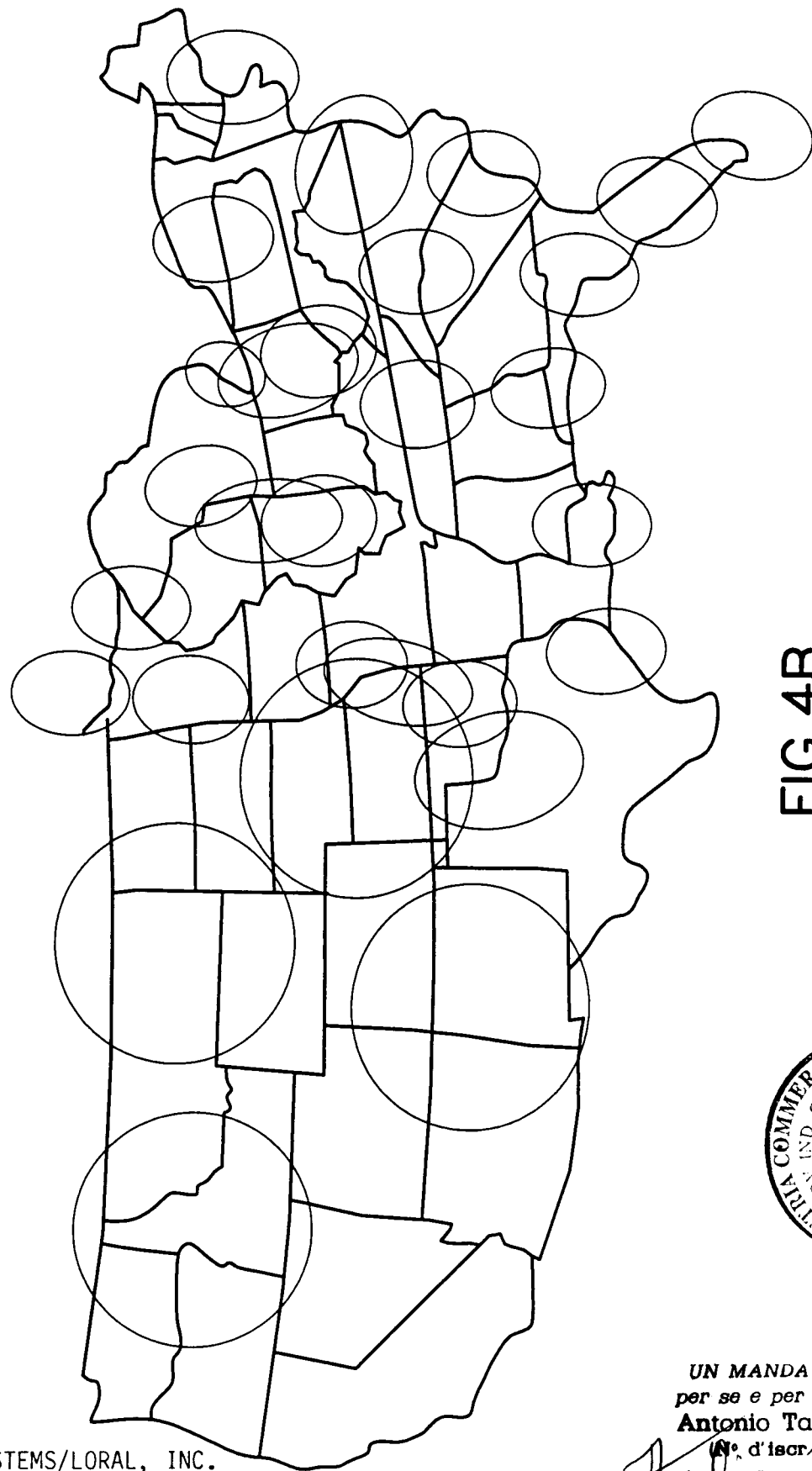


FIG. 4B
SAT #2



p.p.: SPACE SYSTEMS/LORAL, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATO
per se e per gli altri
Antonio Taliervo
(N° d'iscr/171)
Taliervo