

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901862908A1

Publication Date

20120130

Applicant

SISVEL TECHNOLOGY S.R.L.

Title

METODO DI COMUNICAZIONE BIDIREZIONALE IN UNA RETE DI
TELECOMUNICAZIONI MOBILE CELLULARE E RELATIVA RETE DI
TELECOMUNICAZIONI

Descrizione dell'Invenzione Industriale dal titolo: -SVT017-
 "METODO DI COMUNICAZIONE BIDIREZIONALE IN UNA RETE DI
 TELECOMUNICAZIONI MOBILE CELLULARE E RELATIVA RETE DI
 TELECOMUNICAZIONI"

di Sisvel Technology, di nazionalità italiana, con sede in Via Castagnole 59, 10060 None (TO), ed elettivamente domiciliata presso i Mandatari Ing. Roberto Dini (No. Iscr. Albo 270 BM), Ing. Marco Camolese (No. Iscr. Albo 882 BM), Ing. Antonio Di Bernardo (No. Iscr. Albo 1163 BM), Dott. Giancarlo Reposio (No. Iscr. Albo 1168 BM) ed Ing. Andrea Grimaldo (No. Iscr. Albo 1060 BM) c/o Metroconsult S.r.l., Via Sestriere 100, 10060 None (TO).

Inventori designati:

- STRIULI Alessandro, Via Rubicone 21/b, 30173 Venezia
- PORZIO GIUSTO Pietro, Via Cassia 1110, 00189 Roma

Depositata il _____ No. _____

* * * * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazione mobile cellulare, in cui le reti di downlink e di uplink sono gestite in modo distinto.

Le reti per telecomunicazioni mobili a copertura cellulare sono in rapida evoluzione sin dalla loro comparsa sul mercato di massa negli anni '80.

Inizialmente, tali reti supportavano prevalentemente servizi di fonia, ma oggi è sempre più incalzante, e oramai prevalente, la domanda di servizi dati.

Il sempre maggiore utilizzo di applicazioni dati di varia natura richiede una sempre maggiore quantità di banda: tuttavia, questa esigenza si scontra con la limitatezza della risorsa radio disponibile.

L'evoluzione tecnologica è pertanto fortemente stimolata dalla costante richiesta di aumento di prestazioni in termini

di velocità di trasmissione e di capacità delle reti.

Le soluzioni tecniche per aumentare la capacità delle reti si possono classificare in due categorie principali:

- il maggior riuso delle frequenze attraverso l'aumento del numero di celle (che quindi sono dimensionalmente sempre più piccole);
- la definizione di metodi di modulazione sempre più efficienti che consentano di trasmettere una quantità sempre maggiore di dati sulla banda di frequenze di volta in volta disponibile.

Sia l'aumento del numero di celle che l'efficienza di modulazione sono comunque caratterizzate dall'avere dei limiti fisici (ed economici). I limiti delle coperture picocellulari sono dati principalmente dai costi conseguenti alla numerosità degli impianti (apparati, installazione, manutenzione, backhauling).

È comunque il caso di osservare che più si riduce la dimensione delle celle, e di conseguenza la distanza delle relative stazioni radio-base, ossia i relativi sistemi di ricetrasmissione radio ("Receive Transmit Fixed Radio" oppure anche RTFR), più la complessità di pianificazione della rete aumenta, tanto che si può assumere che vi sia un limite pratico alla diminuzione delle dimensioni di una cella. Tale limite dipende, caso per caso, dalle condizioni di propagazione.

I limiti dell'efficienza di modulazione a cui si può ambire sono invece dati dal fatto che più la modulazione è spinta, più aumenta il livello di rapporto segnale-rumore ("Signal to Noise Ratio" oppure anche SNR) necessario per la ricezione, sino a diventare insostenibile per il funzionamento del sistema di trasmissione.

Le codifiche per la correzione degli errori di trasmissione, al livello di sofisticazione a cui sono arrivate, consentono di raggiungere capacità trasmissive prossime al limite

teorico di Shannon, per cui possono essere utilizzate in pratica solo per barattare il livello di rapporto segnale-rumore con l'occupazione di banda dei segnali, ovvero per ottimizzare la velocità di trasmissione entro i limiti di banda e di potenza da rispettare, che sono critici soprattutto nella trasmissione da terminale a stazione radio-base (uplink).

Altri meccanismi che influenzano la capacità dei sistemi mobili cellulari, quali lo "scheduling", i sistemi di antenna con l'uso di varie tecniche di diversità e del MIMO (Multiple Input Multiple Output), sono oggetto di molti studi e sono già applicati nei limiti di complessità che la tecnologia corrente consente.

Con l'impetuosa crescita della domanda di trasmissione dati rimane comunque di fondamentale importanza l'efficienza di utilizzazione delle risorse frequenziali.

Non solo le frequenze sono una risorsa scarsa in relazione al numero di utilizzatori, ma lo sono anche in relazione al numero di operatori che, per realizzare un mercato competitivo, devono essere in numero ragionevole, con il risultato dello spezzettamento delle bande disponibili e la conseguente riduzione di efficienza di affasciamento.

L'esasperazione del riuso delle frequenze, utilizzando celle sempre più piccole oppure antenne più direttive, determinano una sempre più marcata differenza tra le problematiche tecniche da affrontare nel verso di trasmissione di Down-Link (DL) rispetto a quello di Up-Link (UL).

Le coperture downlink possono usare sistemi di antenna più grandi per realizzare diversità di spazio, e fasci direttivi. Esse dispongono di potenze di trasmissione maggiori e possono perciò servire aree di copertura più vaste, offrire velocità di trasmissione maggiori ed utilizzare frequenze più alte. Possono impiegare ricevitori sofisticati a basso rumore ed i loro apparati possono essere alloggiati in ambienti

condizionati.

Le coperture uplink presentano ricetrasmittitori con vincoli di dimensioni, peso e livello di emissione che limitano la potenza di trasmissione e l'uso della diversità di spazio.

Risultano perciò penalizzati i servizi ad alto bit-rate anche nel verso uplink, soprattutto nei collegamenti con siti relativamente "lontani". Attualmente, infatti, le velocità di trasmissione offerte nel verso uplink sono in generale molto minori di quelle offerte in downlink.

Sono noti nell'arte sistemi di segnalazione che permettono a terminali di reti per servizi mobili a copertura cellulare di agganciarsi ad una rete e di farsi assegnare le risorse radio di cui necessitano (se disponibili) per poter supportare il servizio di comunicazione di volta in volta richiesto.

Tali sistemi di segnalazione si basano su una sequenza di messaggi che, in estrema sintesi, può essere rappresentata come segue:

- un terminale riceve un segnale di tipo "broadcast" da varie stazioni radio-base ricetrasmittenti;
- in base a criteri diversi (tra cui la qualità del segnale ricevuto), il terminale si aggancia ad una di queste stazioni radio-base ricetrasmittenti, che prende il nome di stazione radio-base ricetrasmittente servente (od anche RTFRs);
- il terminale dispone di tutte le informazioni necessarie (o perché derivabili dalla ricezione del segnale di controllo broadcast, o perché previste da uno standard) per trasmettere alla stazione radio-base ricetrasmittente servente eventuali richieste di connessione;
- viceversa, la stazione radio-base ricetrasmittente servente dispone di tutte le informazioni necessarie per segnalare al terminale l'arrivo di chiamate ad esso dirette e per instaurare eventuali collegamenti;
- quando il terminale richiede una connessione, oppure quando dalla rete si origina una chiamata verso il terminale, la

rete assegna le risorse per le successive fasi della comunicazione.

È da evidenziare come la stazione radio-base verso cui il terminale deve trasmettere e da cui deve ricevere inizialmente è scelta dal terminale stesso, mentre successivamente essa può essere "riselezionata" o dal terminale o dalla rete. In ogni caso il terminale conosce la stazione radio-base ricetrasmittente servente su cui è accampato.

È inoltre nota dal brevetto statunitense no. US 7,177,666 una rete di telecomunicazioni per utenti di telefonia mobile in cui la copertura in fase di uplink ed in fase di downlink è distinta. In particolare, almeno una parte della copertura uplink è garantita da stazioni radio base monodirezionali dedicate solo alla copertura uplink, mentre almeno una parte della copertura downlink è garantita da stazioni radio base monodirezionali dedicate solo alla copertura downlink.

Tuttavia, il brevetto statunitense no. US 7,177,666 non indica come avvenga la selezione della stazione radio-base ricevente che deve servire il terminale utente nella tratta uplink.

Scopo della presente invenzione è quello di indicare un metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazioni mobile cellulare che consenta di aumentare la capacità della rete stessa.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di indicare un metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazioni mobile cellulare che permetta l'applicazione di codifiche e/o modulazioni atte ad incrementare la trasmissione di dati all'interno della rete.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di indicare un metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazioni mobile cellulare che consenta di separare la trasmissione in uplink da quella in downlink in

modo da ottimizzare la quantità di celle in rete e di sfruttare appieno anche le funzionalità delle reti di downlink.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di indicare un metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazioni mobile cellulare in cui sono configurabili scenari di cooperazione tra operatori di rete che dispongono di grosse risorse infrastrutturali e piccoli operatori di rete che possono rendere capillare la copertura territoriale del segnale.

Questi ed altri scopi dell'invenzione vengono ottenuti con il metodo di comunicazione bidirezionale e la rete di telecomunicazioni come rivendicati nelle unite rivendicazioni che costituiscono parte integrante della presente descrizione.

In sintesi, la presente invenzione insegna a supportare servizi di telecomunicazione mobile attraverso un'infrastruttura, o attraverso un complesso di infrastrutture, in cui l'assegnazione delle risorse radio per la comunicazione downlink dall'infrastruttura al terminale e l'assegnazione delle risorse di accesso radio per la comunicazione uplink dal terminale all'infrastruttura possano essere realizzate con la massima flessibilità.

Nel caso più generale, i siti in cui sono installati i sistemi di ricezione e di trasmissione radio possono essere differenti tra uplink e downlink, potendo esserci, oltre alle stazioni radio-base ricetrasmittenti, anche stazioni radio-base idonee alla sola trasmissione radio od alla sola ricezione radio.

Inoltre anche le frequenze associate ai due versi possono non essere predeterminate in sede di pianificazione di sistema.

Generalizzando, anche le stesse tecnologie delle stazioni radio-base possono non essere omogenee nei due versi, uplink e downlink, o predeterminate e, in generale, i

gestori/operatori di rete possono essere diversi e dividersi l'onere di supportare ogni singola comunicazione.

In altre parole, la copertura utilizzata in uplink e quella in downlink possono far parte della stessa rete o essere parte di due reti diverse.

La presente invenzione insegna a gestire un processo di acquisizione delle risorse necessarie per la comunicazione nell'ambito di un'istanza di servizio di telecomunicazioni mobili, in uno scenario più generale e complesso. Ciò può avvenire con il ricorso ad alcune opportune informazioni nei messaggi di segnalazione e ad un nuovo messaggio di segnalazione.

Essenzialmente lo scenario prevede che vi siano stazioni radio-base solo trasmittenti di una rete downlink con caratteristiche sostanzialmente simili a quelle delle stazioni radio base delle reti cellulari di arte nota e che, in aggiunta ad essi, vi siano stazioni radio-base solo riceventi di una rete uplink dotate solo di ricevitori radio. Qualora in alcuni siti una stazione radio-base solo trasmittente ed una stazione radio-base solo ricevente fossero integrate, tale sistema può essere assimilato ad una stazione radio-base ricetrasmittente.

Una peculiarità caratterizzante della rete di telecomunicazione che adotta il metodo secondo l'invenzione è data dal fatto che è la rete a selezionare la stazione radio base ricevente servente deputata a supportare la comunicazione uplink di un terminale tra tutte le stazioni radio base che sono in grado di ricevere un messaggio di segnalazione trasmesso da un terminale.

In generale, la rete può effettuare la selezione in base a criteri propri, in quanto tale scelta è caratterizzata dalla massima flessibilità.

In ogni caso la rete effettuerà la scelta sulla base delle informazioni in suo possesso che possono essere diverse a

seconda di come la rete è strutturata, ed in particolare in base alle informazioni che possono essere inserite nel messaggio di segnalazione.

Ulteriori caratteristiche e scopi dell'invenzione sono oggetto delle allegate rivendicazioni che si intendono parte integrante della presente descrizione, i cui insegnamenti risulteranno maggiormente chiari dalla descrizione dettagliata di una forma preferita di realizzazione fatta a titolo esemplificativo, ma non limitativo, con riferimento agli annessi disegni.

Con particolare riferimento alle Figure allegate in cui:

- la Figura 1 rappresenta un sistema di telecomunicazioni mobile cellulare comprendente una rete di telecomunicazioni con vari tipi di stazioni radio-base in cui un terminale si aggancia ad una stazione di downlink;
- la Figura 2 rappresenta il sistema di Figura 1 in cui il terminale lancia un messaggio di segnalazione in rete;
- la Figura 3 rappresenta il sistema di Figura 1, in cui è evidenziato lo stabilirsi di una comunicazione tra il terminale, una stazione di downlink ed una stazione di uplink.

Con riferimento alla Figura 1, viene rappresentato un sistema di telecomunicazioni mobile cellulare 1 comprendente una rete di telecomunicazioni 2 e stazioni di radio-base 3,5,7 aventi tre tipologie distinte:

- stazioni radio-base 3 solo riceventi (ROFR);
- stazioni radio-base 5 solo trasmittenti (TOFR, "Transmitting Only Fixed Radio");
- stazioni radio-base 7 ricetrasmittenti (RTFR).

Si noti che la rete di telecomunicazioni 2 può comprendere una o più reti di telecomunicazioni, anche di tipologia diversa.

Un terminale 10, in particolare un terminale utente, si aggancia ad una stazione radio-base 5 solo trasmittente della

rete di downlink della rete di telecomunicazioni 2, in modo analogo a quanto avviene per le reti di comunicazione mobile cellulare. In alternativa, il terminale 10 si può agganciare alla parte trasmittente di una stazione radio-base 7 ricetrasmittente.

Con riferimento alla Figura 2, il terminale 10 trasmette in broadcast un messaggio del tipo utilizzato per l'accesso casuale alle reti cellulari che verrà definito nel seguito messaggio URRA (Uplink Request via Random Access). Tale messaggio URRA consente al terminale 10 di presentarsi alla rete di uplink comprendente le stazioni radio-base 3,7 riceventi. Verrà illustrato nel seguito come questa ricezione possa essere garantita.

Il messaggio URRA comprende un identificativo ID, che può essere di tipo casuale, oppure l'identità T_ID del terminale 10. In un'ulteriore forma di realizzazione, il messaggio URRA può inoltre comprendere, per ragioni commerciali, l'identificativo TOFRs_id della stazione radio-base 6 trasmittente servente.

Il messaggio URRA può contenere altre informazioni, come ad esempio la potenza trasmessa dal terminale 10, parametri di qualità della ricezione del terminale 10 sia dalla stazione radio-base 6 trasmittente servente che eventualmente da altre stazioni radio-base 5 solo trasmittenti, la stima della posizione geografica del terminale 10 e così via.

Le stazioni radio-base 3 solo riceventi e quelle radio-base 7 ricetrasmittenti che ricevono il messaggio URRA si candidano per accreditarsi come stazione radio-base 8 ricevente servente (ROFRs), ossia come stazione radio-base ricevente idonea a svolgere il servizio di copertura uplink del terminale 10.

A tale scopo, direttamente o indirettamente tramite gli elementi di rete a cui rispettivamente fanno capo, le stazioni radio base riceventi 3,7 inoltrano alla rete di

appartenenza della stazione radio-base 6 trasmittente servente, ovvero alla rete di downlink, un messaggio di conferma contenente almeno un proprio identificativo ROFR_id ed un identificativo T_ID del terminale 10.

Il messaggio di conferma può inoltre contenere un identificativo TOFRs_id della stazione radio-base 6 trasmittente servente, il livello di potenza con cui le stazioni radio base riceventi 3,7 hanno ricevuto il messaggio URRA del terminale 10 e l'indicazione delle risorse di trasmissione di cui dispongono per eventualmente instaurare un collegamento con il terminale 10.

La rete downlink della stazione radio-base 6 trasmittente servente seleziona secondo criteri propri, fra le stazioni radio base riceventi 3,7 che hanno fatto pervenire il messaggio di conferma, quella (cioè il ROFRs) che deve fungere da stazione servente uplink per il terminale 10 e stabilisce, entro i limiti indicati dai messaggi di conferma ricevuti e da altri criteri imposti dal sistema di gestione e dai controllori delle reti, quali debbano essere le risorse di trasmissione da dedicare al collegamento uplink e quali quelle da dedicare al collegamento downlink.

A questo punto, la stazione radio-base 6 trasmittente servente trasmette un messaggio al terminale 10 comprendente le informazioni necessarie affinché quest'ultimo possa instaurare un collegamento in uplink, come illustrato in Figura 3.

Infine, la stazione radio-base 6 trasmittente servente, di concerto con la stazione radio base 8 ricevente servente ed il terminale 10, apre la connessione bidirezionale.

Nel caso di chiamata terminata sul terminale 10, la procedura è analoga a quella descritta sopra per la chiamata originata dal terminale 10, ma è preceduta dal "paging" del terminale 10, cioè dall'avviso di chiamata per il terminale 10, che la rete di telecomunicazioni 2 diffonde nella "Location Area"

(terminologia GSM/UMTS) o nella "Tracking Area" (terminologia LTE). Ricevuto l'avviso di chiamata, il terminale 10 invia un messaggio URR, dopodiché lo scambio di informazioni fra il terminale 10 e la rete 2 può procedere sostanzialmente nello stesso modo fino all'instaurazione della connessione bidirezionale.

La localizzazione del terminale 10 nelle Location (o Tracking) Area può avvenire utilizzando solamente le stazioni radio-base ricetrasmittenti 7 oppure l'insieme di una stazione radio-base solo trasmettente 5 e di una stazione radio-base solo ricevente 3. Le Location (o Tracking) Area possono contenere più stazioni radio-base solo trasmettenti 5 e più stazioni radio-base solo riceventi 3.

Inoltre i segnali trasmessi dal terminale 10 possono essere ricevuti ed elaborati contemporaneamente da più stazioni radio-base 3,7 riceventi che cooperano per migliorare la qualità della ricezione dei segnali emessi dal terminale 10. Analogamente i segnali trasmessi dalla rete downlink verso il terminale 10, dipendentemente dalla tecnica di trasmissione utilizzata, possono essere trasmessi contemporaneamente da più stazioni radio-base 5,7 di downlink in modo che si possano combinare nel sistema di ricezione del terminale 10 per migliorare la trasmissione di downlink.

Come detto in precedenza, la rete 2 seleziona la stazione radio-base 6 ricevente servente tra la pluralità di stazioni radio-base riceventi 3,7 sulla base di criteri propri.

Un primo esempio di criterio di selezione è basato su un insieme ridotto di informazioni e prevede che la rete conosca l'identità dell'utente, l'operatore di riferimento del terminale (ossia l'operatore a cui il possessore del terminale è abbonato) e la potenza con cui il messaggio URR è ricevuto da ciascuna stazione radio-base 3,7 ricevente: in questo caso la scelta può privilegiare il livello di potenza e, entro i vincoli commerciali, assegnare il supporto della

trasmissione uplink alla stazione radio-base 3,7 che ha ricevuto il messaggio URRA a potenza maggiore.

In alternativa, supponendo che le stazioni radio-base 3,7 riceventi candidate siano gestite da diversi operatori, può essere data la priorità ad un particolare operatore, scegliendo la stazione radio-base 3,7 ricevente migliore tra quelle dell'operatore preferito.

Stazioni radio-base 3,7 riceventi di altri operatori potrebbero essere prese in considerazione con priorità diverse nel caso in cui l'operatore preferito non disponga di stazioni radio-base con una qualità sufficiente.

È chiaro che, anche nel caso di ricezione di poche informazioni basilari, i criteri di scelta della stazione radio-base 6 ricevente servente possono essere anche molto vari: a ciascuna stazione radio-base 3,7 ricevente candidata può, ad esempio, essere assegnato un punteggio in base all'operatore che lo gestisce ed in base alla qualità con cui sarebbe in grado di servire la chiamata in questione, e la scelta potrebbe cadere sulla stazione radio-base 3,7 ricevente con il migliore punteggio.

Un'altra informazione che potrebbe essere considerata nei criteri di scelta della stazione radio-base 6 ricevente potrebbe essere legata al traffico, e la strategia potrebbe essere quella di favorire l'utilizzo delle stazioni radio-base che statisticamente sono saturate meno frequentemente dal traffico, in modo da preservare capacità sulle stazioni radio-base sulle quali è più probabile il sopraggiungere di nuove richieste.

In scenari più complessi, si può prevedere la convivenza tra tecnologie diverse ed idonee a realizzare sistemi di accesso radio che possano essere integrate a cooperare secondo gli insegnamenti della presente invenzione. In questo caso l'assegnazione della stazione radio-base 3,7 ricevente potrebbe dover tener conto anche delle tecnologie supportate

dal terminale 10 oppure, nel caso di tecnologie con diverse prestazioni, l'assegnazione della stazione radio-base 6 ricevente servente potrà basarsi anche sulla conoscenza del servizio che dovrà essere supportato: ad esempio, per un servizio di telefonia possono essere utilizzate delle stazioni GSM, mentre queste ultime non sono adatte per servizi dati avanzati, per i quali possono quindi essere utilizzati altri tipi di stazioni.

Ulteriori criteri di scelta della stazione radio-base 3,7 ricevente potrebbero essere di ispirazione commerciale: ad esempio, determinate stazioni radio-base 3,7 riceventi potrebbero essere riservate a clienti o a servizi di più alto livello, ed associate a prezzi diversi.

Il criterio di selezione può quindi dipendere dal tipo di scenario di rete 2 a cui si fa riferimento, dalle informazioni contenute nel messaggio URR, dal tipo di servizio da instaurare e da altre questioni di tipo commerciale.

Le informazioni contenute nel messaggio URR possono limitarsi all'insieme di quelle strettamente necessarie dal punto di vista funzionale, ma possono essere ampliate ad un sovrainsieme contenente anche informazioni di tipo commerciale e relative al servizio richiesto oppure descrittive delle potenzialità del terminale 10. Queste ultime potrebbero anche essere ricavate per altra via a partire dall'identità del terminale 10, eventualmente consultando le basi dati in possesso dell'operatore a cui è abbonato il possessore del terminale 10.

Il protocollo per instaurare una comunicazione bidirezionale secondo l'invenzione è vantaggiosamente molto generale. Esso, a seconda delle informazioni inserite nel messaggio URR, può supportare comunicazioni che si instaurano nell'ambito di un'unica rete, oppure può permettere la realizzazione di scenari in cui ogni singolo terminale accede ad una rete

multi-operatore/multi-tecnologia quale la rete di telecomunicazioni 2. Nel caso in cui la rete 2 sia una rete multi-operatore, la selezione della stazione radio base 6 trasmittente servente viene effettuata da uno di tali operatori e preferibilmente proprio da quello che opera tale stazione radio base 6 trasmittente servente.

Secondo una prima forma di realizzazione dell'invenzione, il sistema di telecomunicazioni mobile cellulare 1 opera nella modalità FDD (Frequency Division Duplex), con coppie di canali radio appaiati, in cui i canali di ciascuna coppia (un canale per il downlink e uno per l'uplink) hanno uguale larghezza di banda e sono distanziati in frequenza di una prefissata frequenza di duplice, detta anche Duplex Spacing, ossia la distanza in frequenza fra il canale di downlink e quello di uplink.

Ciascuno di detti canali può però essere condiviso da più utenti utilizzando le note tecniche a divisione di tempo.

In una seconda forma di realizzazione il sistema può operare nella modalità FDD con coppie di canali radio in cui i canali di ciascuna coppia hanno uguale larghezza di banda, ma sono distanziati in frequenza di una frequenza di duplice variabile, che può essere assegnata nel momento in cui si stabiliscono le risorse radio da utilizzare per i due versi di trasmissione, o che può essere preordinata in funzione della frequenza del downlink. Con la frequenza di duplice di tipo variabile si ha il vantaggio di poter utilizzare con maggior flessibilità le bande di frequenza disponibili e di poter utilizzare nella tratta uplink un numero di canali radio diverso da quello della tratta downlink. Anche in questo caso si può poi utilizzare la divisione di tempo per condividere le risorse di trasmissione fra più utenti.

In una terza forma di realizzazione il sistema può operare nella modalità FDD con coppie di canali radio in cui i canali di ciascuna coppia hanno larghezze di banda diverse e sono

distanziati in frequenza di una frequenza di duplice variabile, in modo da poter utilizzare con flessibilità ancora maggiore le bande frequenza disponibili. La larghezza di banda dei canali, ed in particolare quella dell'uplink, e la frequenza di duplice possono essere assegnate nel momento in cui si stabiliscono le risorse radio da utilizzare per i due versi di trasmissione o preordinate in funzione della frequenza del downlink. Anche in questo caso può essere utilizzata la divisione di tempo per far condividere le risorse di trasmissione a più utenti.

Ovviamente l'invenzione può essere applicata anche a sistemi che operano in modalità TDD (Time Division Duplex), anche se, vista la flessibilità che si può sfruttare con la modalità FDD, quest'ultima appare oggi come la modalità preferita.

In ulteriori forme di realizzazioni, le stazioni radio-base 3 solo riceventi che ricevono il messaggio URRR possono essere parte di sistemi diversi e tecnologicamente eterogenei rispetto alle stazioni radio-base 5 solo trasmittenti a cui è agganciato il terminale 10. Ad esempio, le stazioni radio-base 3 solo riceventi potrebbero essere access point di una Wireless LAN Wi-Fi. Tali access point, se dotati di un ricevitore abilitato all'ascolto dei messaggi URRR potrebbero essere idonei a supportare il traffico uplink di un terminale dotato di interfaccia Wi-Fi. Ovviamente l'instaurazione di una tale connessione così eterogenea richiederebbe opportuni accordi a livello di gestori di rete ed opportune procedure a livello di networking: tuttavia, i messaggi di segnalazione URRR, eventualmente standardizzati per trasportare le necessarie informazioni, sono idonei a supportare tali tipologie di scenario.

Sono molti i modi con cui si può garantire che tutte le stazioni radio-base 3 solo riceventi e le stazioni radio-base 7 ricetrasmittenti dell'area in cui il terminale 10 può stabilire connessioni bidirezionali possano ricevere i

messaggi URRRA emessi dal terminale. Nel seguito, come esempi non limitativi, sono illustrati tre esempi di realizzazione. Il primo caso è quello in cui tutte le stazioni radio-base 3 solo riceventi ed i ricevitori delle stazioni radio-base 7 ricetrasmittenti operano nello stesso canale radio, come può avvenire con i sistemi di accesso basati sul CDMA (Code Division Multiple Access), quali il CDMA2000 e il W-CDMA. In questo caso ogni segnale emesso dal terminale 10 sul canale radio su cui sono sintonizzate le stazioni radio-base 3 solo riceventi ed i ricevitori delle stazioni radio-base 7 ricetrasmittenti può essere ricevuto da tutte le stazioni radio-base 3 solo riceventi e da tutti i ricevitori delle stazioni radio-base 7 ricetrasmittenti che si trovano entro la portata di trasmissione del terminale 10, similmente a ciò che avviene nei citati sistemi CDMA2000 e W-CDMA.

Il secondo caso è quello in cui le stazioni radio-base 3 solo riceventi ed i ricevitori delle stazioni radio-base 7 ricetrasmittenti operano su un insieme limitato di canali radio, noti al terminale 10 o perché sono prestabiliti o perché le loro caratteristiche (frequenza, larghezza di banda, modulazione, e così via) sono indicate nei segnali diffusi dai canali di broadcast della rete delle stazioni radio-base 5 solo trasmittenti, o perché sono state comunicate al terminale 10 dalla stazione radio-base 6 trasmittente servente in opportuni messaggi. In questo caso il terminale 10 trasmette i messaggi URRRA in tutti i suddetti canali radio.

Il terzo caso è quello in cui nel sistema è previsto un canale radio apposito per la trasmissione dei messaggi URRRA, sicché ogni terminale 10 trasmette i messaggi URRRA in tale canale con le specifiche tecniche per esso previste, mentre tutte le stazioni radio-base 3 solo riceventi e le stazioni radio-base 7 ricetrasmittenti hanno un ricevitore adatto per ricevere i messaggi URRRA sintonizzato su detto canale.

Dalla descrizione effettuata risultano pertanto chiare le caratteristiche della presente invenzione, così come chiari risultano i suoi vantaggi.

Un primo vantaggio della presente invenzione è dato dal fatto che, grazie al metodo oggetto della presente invenzione, è possibile utilizzare codifiche e/o modulazioni spinte, applicabili con maggiore efficacia in downlink.

Ad esempio, le codifiche di tipo MIMO possono essere sollecitate ad efficienze massime nel verso downlink. Ogni sforzo in questo senso, ossia nello sfruttamento di tecnologie avanzate di modulazione e codifica, tende pertanto ad alleviare la fame di banda in downlink rispetto all'uplink: di conseguenza le coperture uplink dovranno puntare principalmente sul riuso delle frequenze attraverso celle più piccole. D'altra parte le interferenze intercella dovute al riuso delle frequenze sono di solito più critiche nel verso downlink, per cui è realistico pensare a celle uplink più piccole e numerose.

Un secondo vantaggio della presente invenzione è dato dal fatto che il metodo secondo l'invenzione rende possibile ottimizzare il numero di stazioni radio base, utilizzando poche stazioni radio base in downlink e condividendo le stazioni radio base in uplink. Infatti, in molti Paesi la condivisione dei siti è limitata dalla necessità di rispettare limiti severi sulle emissioni elettromagnetiche, mentre non vi sono limiti di tale tipo sulla condivisione di siti uplink che non trasmettono. Inoltre sarebbe meno problematico affidare ad un solo operatore, eventualmente privo di copertura downlink, la copertura uplink operando dalle proprie stazioni base su tutte le frequenze degli operatori presenti nell'area di servizio: in questo modo sarebbe possibile contenere significativamente il numero dei siti uplink. Ad esempio, un operatore di rete fissa potrebbe candidarsi ad offrire questo servizio a tutti gli operatori

mobili, almeno nelle aree densamente abitate.

Un ulteriore vantaggio secondo la presente invenzione è dato dal fatto che la separazione tra downlink ed uplink consente di sfruttare al massimo le funzioni di direttività delle stazioni base in downlink.

Un ulteriore vantaggio secondo la presente invenzione è dato dal fatto che non vi è un'esigenza di pianificazione delle frequenze da utilizzare per il downlink e per l'uplink, dal momento che i gestori e gli operatori di rete potrebbero essere diversi e dividersi l'onere di supportare ogni singola comunicazione, utilizzando le frequenze che ritengono più idonee.

Un ulteriore vantaggio secondo la presente invenzione è dato dal fatto che, grazie al metodo oggetto della presente invenzione, si aprono scenari di network innovativi e con ulteriori margini di ottimizzazione. La presente invenzione abilita infatti ad una razionalizzazione delle risorse infrastrutturali, contribuendo alla riduzione degli investimenti necessari ad aumentare la capacità del sistema. Opportuni accordi tra operatori possono condurre ad una significativa ottimizzazione delle risorse.

Tutti questi vantaggi, ed altri ancora che traggono beneficio dall'indipendenza delle coperture uplink e downlink, sono implementabili con semplicità attraverso il ricorso al protocollo di segnalazione secondo l'invenzione, ed in particolare per mezzo dell'introduzione di appropriati messaggi di segnalazione.

Numerose sono le varianti possibili al metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazioni mobile cellulare e relativa rete di telecomunicazioni descritti come esempio, senza per questo uscire dai principi di novità insiti nell'idea inventiva, così come è chiaro che nella sua attuazione pratica le forme dei dettagli illustrati potranno essere diverse, e gli stessi potranno essere

sostituiti con degli elementi tecnicamente equivalenti.
Dunque è facilmente comprensibile che la presente invenzione non è limitata ad un metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazioni mobile cellulare ed alla relativa rete di telecomunicazioni precedentemente descritti, ma è passibile di varie modificazioni, perfezionamenti, sostituzioni di parti ed elementi equivalenti senza però allontanarsi dall'idea dell'invenzione, così come è precisato meglio nelle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di comunicazione bidirezionale in una rete di telecomunicazione mobile cellulare (2), in cui un terminale (10) riceve segnali trasmessi da almeno una stazione radio-base (5,7) di una rete di downlink di detta rete di telecomunicazioni mobile cellulare (2) e seleziona una stazione radio-base trasmittente servente (6) tra una o più stazioni radio-base trasmittenti (5) o ricetrasmittenti (7) di detta rete di downlink, caratterizzato dal fatto che l'operatore della rete di downlink seleziona una stazione radio-base ricevente servente (8) tra una o più stazioni radio-base riceventi (3,7) di una rete di uplink che hanno ricevuto un messaggio di segnalazione (URRA) trasmesso da detto terminale (10).
2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto messaggio di segnalazione (URRA) comprende almeno un identificativo (ID;T_ID) di detto terminale (10).
3. Metodo secondo la rivendicazione 2, in cui detto messaggio di segnalazione (URRA) comprende ulteriormente una o più delle seguenti informazioni: un identificativo di detta stazione radio-base (6) trasmittente, la potenza trasmessa da detto terminale (10), parametri di ricezione della qualità del segnale sia da detta stazione radio-base (6) trasmittente servente che eventualmente da altre stazioni radio-base trasmittenti (5), la stima della posizione geografica di detto terminale (10).
4. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui dette stazioni radio-base riceventi (3,7) direttamente o indirettamente inoltrano alla rete (2) un messaggio di conferma di ricezione di detto messaggio di segnalazione (URRA), detto messaggio di conferma comprendendo almeno un proprio identificativo (ROFR_id) ed un identificativo del terminale (ID;T_ID).
5. Metodo secondo la rivendicazione 4, in cui l'operatore della rete (2) seleziona detta stazione radio-base ricevente

servente (8) in base alle informazioni contenute in detti messaggi di conferma ed a uno o più criteri di selezione propri.

6. Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui nel caso la rete (2) sia una rete multi operatore, detta selezione viene effettuata da uno di tali operatori, preferibilmente quello che opera detta stazione radio base trasmittente servente (6).

7. Metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detti criteri di selezione propri comprendono la scelta di assegnare la comunicazione in uplink alla stazione radio-base (3,7) che ha ricevuto detto messaggio di segnalazione (URRA) a potenza maggiore.

8. Metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detti criteri di selezione propri comprendono la scelta di assegnare la comunicazione in uplink ad una stazione radio base ricevente di un operatore preferito.

9. Metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detti criteri di selezione propri comprendono la scelta di assegnare la comunicazione in uplink in base all'operatore che la gestisce ed alla qualità con cui sarebbe in grado di servire la comunicazione.

10. Metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detti criteri di selezione propri comprendono la scelta di assegnare la comunicazione in uplink alle stazioni radio-base accordando una preferenza a quelle che statisticamente sono meno frequentemente saturate dal traffico.

11. Metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detti criteri di selezione propri comprendono la scelta di assegnare la comunicazione in uplink in base alle tecnologie supportate da detto terminale (10).

12. Metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detti criteri di selezione propri comprendono la scelta di assegnare la comunicazione in uplink a seconda del servizio

che detta comunicazione supporta.

13. Metodo secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detti criteri di selezione propri comprendono una combinazione di almeno due dei criteri indicati nelle rivendicazioni da 7 a 11.

14. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il canale assegnato alla comunicazione in downlink e quello assegnato alla comunicazione in uplink presentano uguale larghezza di banda e sono distanziati in frequenza in modo prefissato.

15. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il canale assegnato alla comunicazione in downlink e quello assegnato alla comunicazione in uplink presentano uguale larghezza di banda e sono distanziati in frequenza in modo variabile.

16. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il canale assegnato alla comunicazione in downlink e quello assegnato alla comunicazione in uplink presentano diversa larghezza di banda e sono distanziati in frequenza in modo variabile.

17. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui dette stazioni radio-base riceventi (3,7) operano nello stesso canale radio.

18. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui dette stazioni radio-base riceventi (3,7) operano su un insieme limitato di canali radio.

19. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto messaggio di segnalazione (URRA) è trasmesso su un apposito canale radio.

20. Metodo secondo uno o più delle rivendicazioni precedenti, in cui qualora detto terminale (10) sia chiamato, è prevista preliminarmente una procedura di paging di detto terminale (10).

21. Rete di comunicazione mobile cellulare (2), in cui in cui un terminale (10) riceve segnali trasmessi da almeno una stazione radio-base (5,7) di una rete di downlink di detta rete di telecomunicazioni mobile cellulare (2) e seleziona una stazione radio-base trasmittente servente (6) tra una o

più stazioni radio-base trasmittenti (5) o ricetrasmittenti (7) di detta rete di downlink, caratterizzato dal fatto che l'operatore della rete di downlink seleziona una stazione radio-base ricevente servente (8) tra una o più stazioni radio-base riceventi (3,7) di una rete di uplink che hanno ricevuto un messaggio di segnalazione (URRA) trasmesso da detto terminale (10).

22. Rete di comunicazione mobile cellulare secondo la rivendicazione 21, in cui dette stazioni radio-base (3,7) che ricevono detto messaggio di segnalazione (URRA) sono parte di sistemi diversi e tecnologicamente eterogenei rispetto a dette stazioni radio-base (5) trasmittenti, ad una delle quali (6) detto terminale (10) è agganciato.

CLAIMS

1. A method of bidirectional communication in a cellular mobile telecommunications network (2), wherein a terminal (10) receives signals transmitted by at least one radio base station (5,7) of a downlink network of said cellular mobile telecommunications network (2) and selects one serving transmitting radio base station (6) among one or more transmitting (5) or transceiving (7) radio base stations of said downlink network, characterised in that the downlink network operator selects one serving receiving radio base station (8) among one or more receiving radio base stations (3,7) of an uplink network which have received a signalling message (URRA) transmitted by said terminal (10).
2. A method according to claim 1, wherein said signalling message (URRA) comprises at least one identifier (ID;T_ID) of said terminal (10).
3. A method according to claim 2, wherein said signalling message (URRA) further comprises one or more of the following pieces of information: an identifier of said transmitting radio base station (6), the power transmitted by said terminal (10), parameters of signal quality reception from said serving transmitting radio base station (6) and possibly from other transmitting radio base stations (5), the estimated geographical position of said terminal (10).
4. A method according to claim 1, wherein said receiving radio base stations (3,7) forward to the network (2), either directly or indirectly, a message confirming the reception of said signalling message (URRA), said confirmation message comprising at least its own identifier (ROFR_id) and a terminal identifier (ID;T_ID).
5. A method according to claim 4, wherein the operator of the network (2) selects said serving receiving radio base station (8) based on the information contained in said confirmation messages and on one or more selection criteria of its own.

6. A method according to claim 5, wherein, if the network (2) is a multi-operator network, said selection is made by one of said operators, preferably by the one that operates said serving transmitting radio base station (6).
7. A method according to claim 5 or 6, wherein said selection criteria comprise the choice of assigning the uplink communication to that radio base station (3,7) which has received the most powerful signalling message (URRA).
8. A method according to claim 5 or 6, wherein said selection criteria comprise the choice of assigning the uplink communication to a receiving radio base station of a preferred operator.
9. A method according to claim 5 or 6, wherein said selection criteria comprise the choice of assigning the uplink communication based on the operator that manages it and on the quality with which that operator could serve the communication.
10. A method according to claim 5 or 6, wherein said selection criteria comprise the choice of assigning the uplink communication to the radio base stations by preferring those which are statistically less frequently saturated with traffic.
11. A method according to claim 5 or 6, wherein said selection criteria comprise the choice of assigning the uplink communication based on the technologies supported by said terminal (10).
12. A method according to claim 5 or 6, wherein said selection criteria comprise the choice of assigning the uplink communication according to the service supported by said communication.
13. A method according to claim 5 or 6, wherein said selection criteria comprise a combination of at least two of the criteria set out in claims 7 to 11.
14. A method according to claim 1, wherein the channel

assigned to the downlink communication and the one assigned to the uplink communication have the same bandwidth and are frequency-spaced in a predefined way.

15. A method according to claim 1, wherein the channel assigned to the downlink communication and the one assigned to the uplink communication have the same bandwidth and are frequency-spaced in a variable way.

16. A method according to claim 1, wherein the channel assigned to the downlink communication and the one assigned to the uplink communication have different bandwidths and are frequency-spaced in a variable way.

17. A method according to claim 1, wherein said receiving radio base stations (3,7) operate in the same radio channel.

18. A method according to claim 1, wherein said receiving radio base stations (3,7) operate in a limited set of radio channels.

19. A method according to claim 1, wherein said signalling message (URRA) is transmitted on a specific radio channel.

20. A method according to one or more of the preceding claims, wherein, when said terminal (10) is called, a procedure for paging said terminal (10) is preliminarily carried out.

21. A cellular mobile telecommunications network (2), wherein a terminal (10) receives signals transmitted by at least one radio base station (5,7) of a downlink network of said cellular mobile telecommunications network (2) and selects one serving transmitting radio base station (6) among one or more transmitting (5) or transceiving (7) radio base stations of said downlink network, characterised in that the downlink network operator selects one serving receiving radio base station (8) among one or more receiving radio base stations (3,7) of an uplink network which have received a signalling message (URRA) transmitted by said terminal (10).

22. A cellular mobile telecommunications network according to

claim 21, wherein said radio base stations (3,7) which receive said signalling message (URRA) belong to different systems being technologically heterogeneous with respect to said transmitting radio base stations (5), to one of which (6) said terminal (10) is locked.

* * * * *

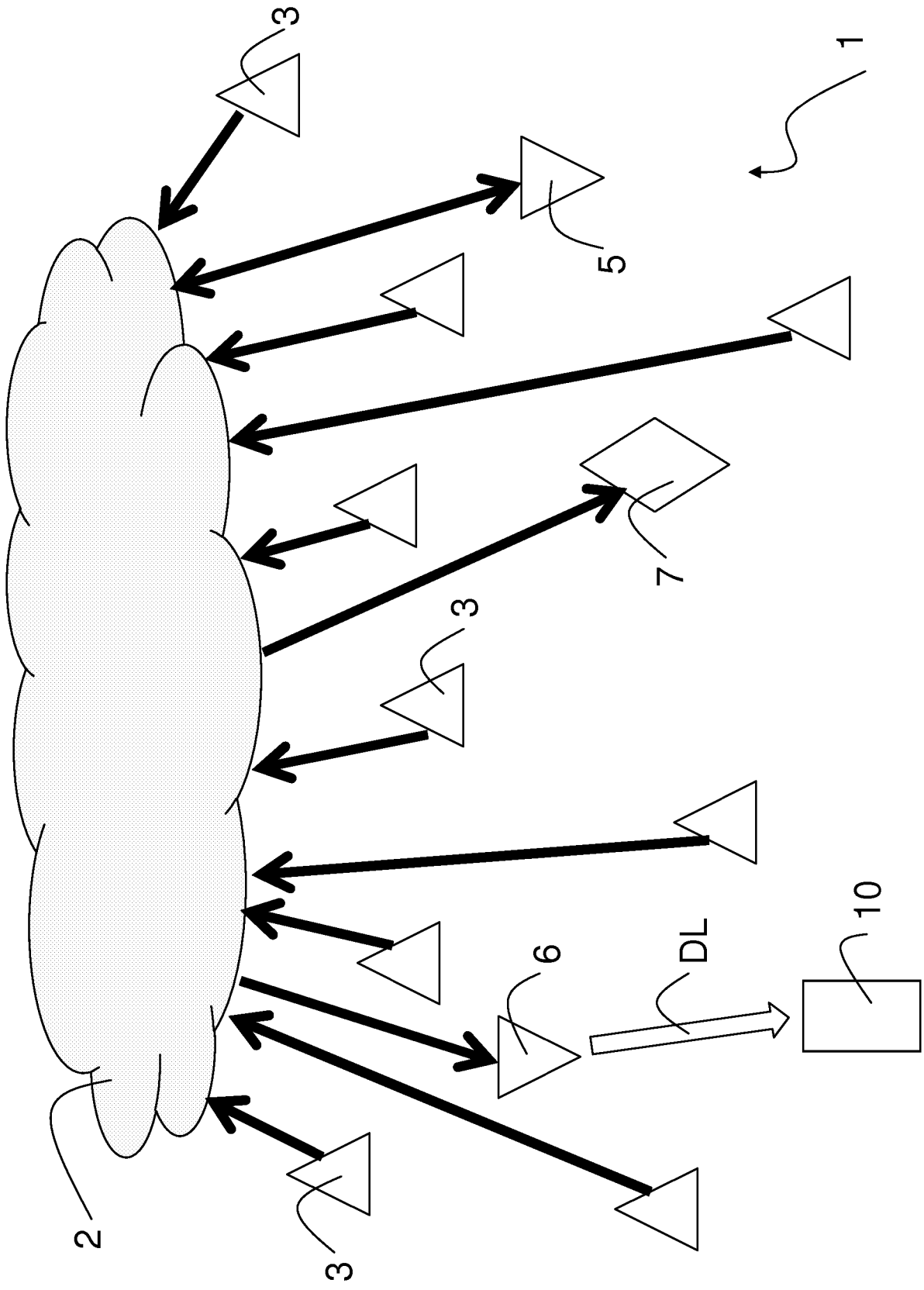


Fig. 1

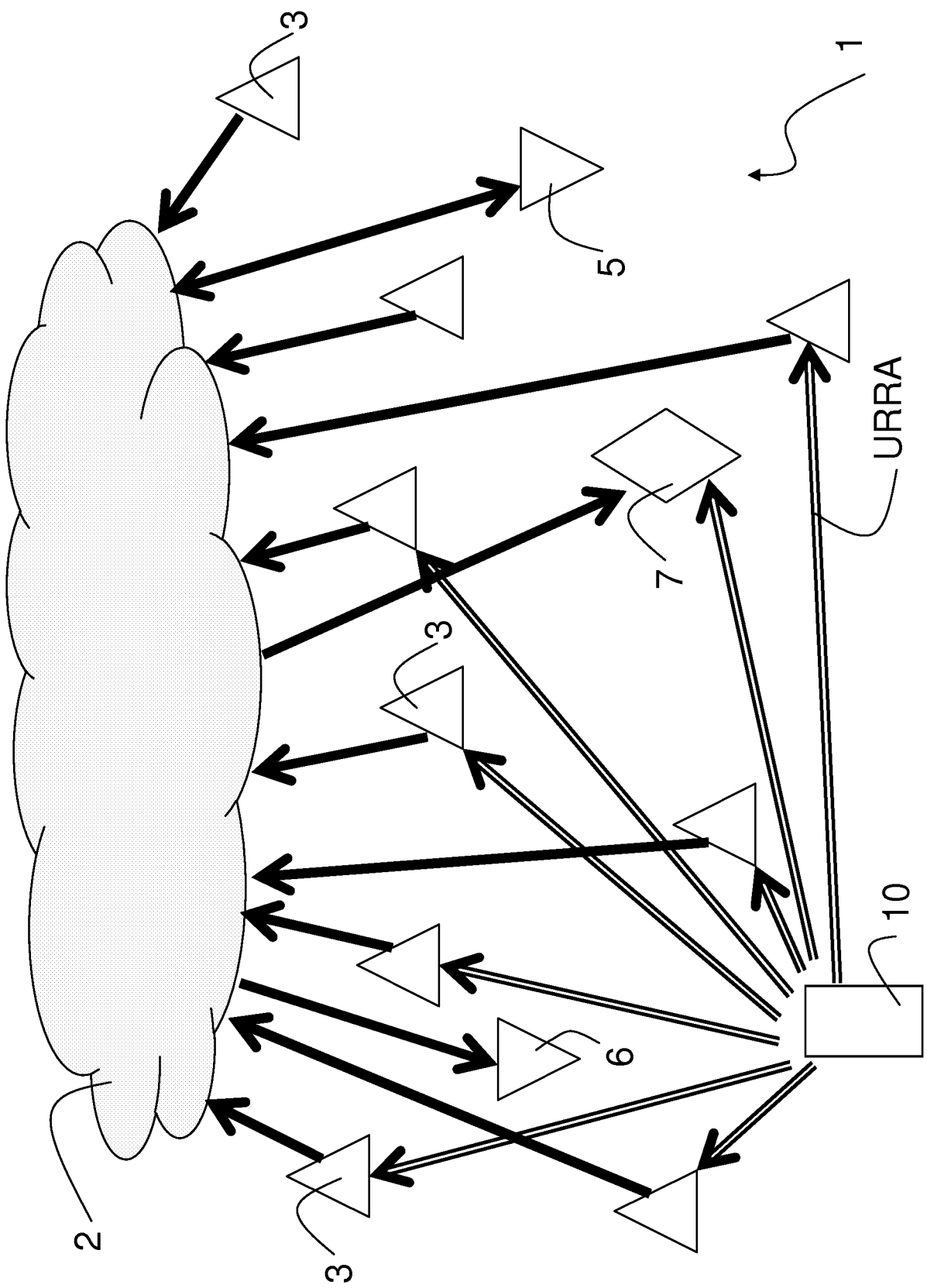


Fig. 2

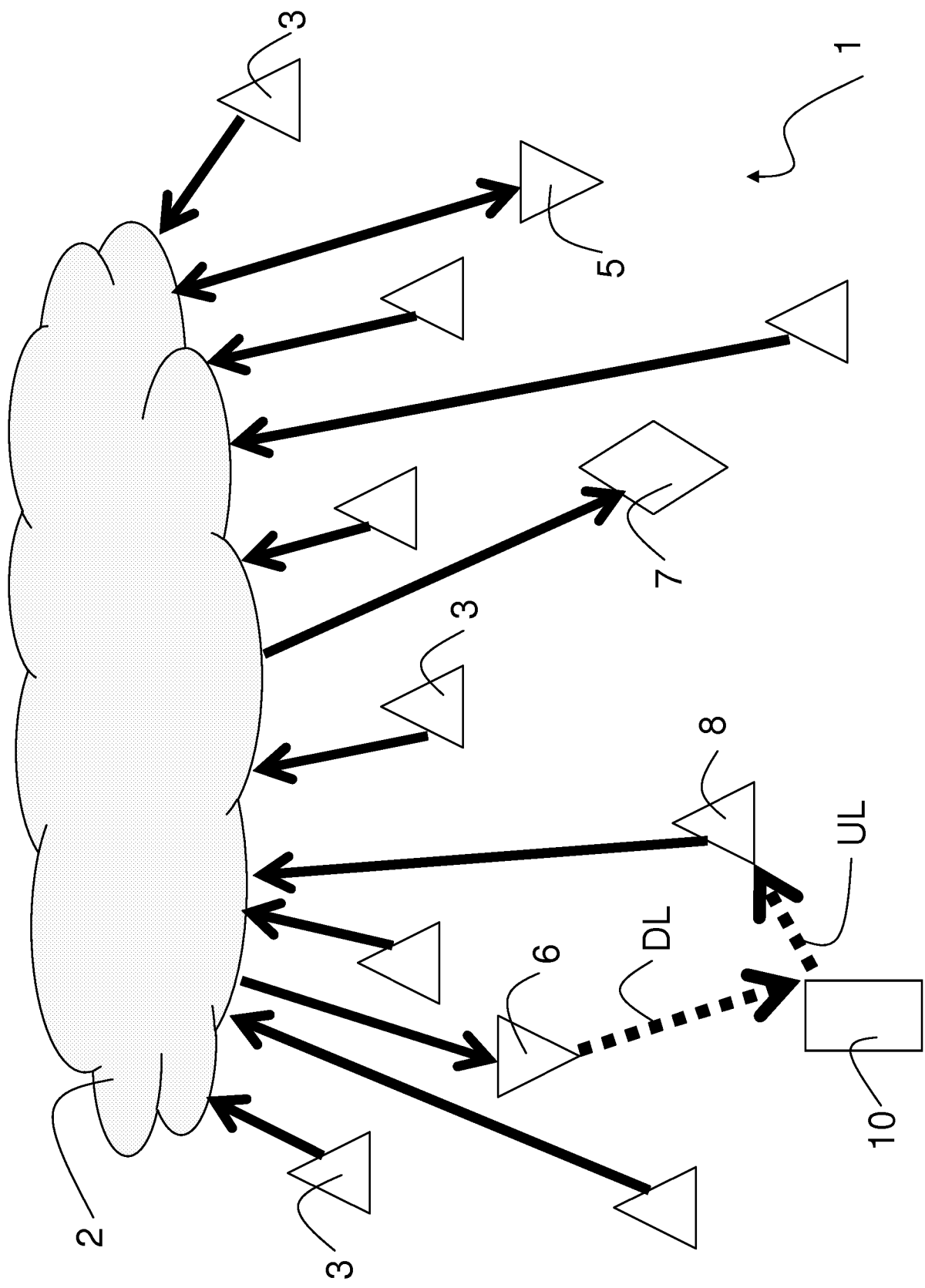


Fig. 3