



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01420

(22) Data de depozit: 21.12.2011

(41) Data publicării cererii:  
29.05.2015 BOPI nr. 5/2015

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI  
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• CREMENE LIGIA, STR.ZORILOR NR.36/7,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• CRIȘAN NICOLAE, STR.FABRICII NR. 5,  
BL. B5, SC. 5, AP. 159, CLUJ-NAPOCA, CJ,  
RO

(54) METODĂ ȘI DISPOZITIV DE RECEPȚIE SELECTIVĂ PENTRU  
COMBATÉREA FADINGULUI ÎN TERMINALE MOBILE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv de recepție selectivă, pentru combaterea fadingului în terminalele mobile. Metoda conform invenției rezolvă problema compensării fadingului în terminalele mobile, prin utilizarea unei singure antene, a unui singur canal de recepție, a două frecvențe purtătoare de forma  $f_c$  și  $2f_c$ , exploatând proprietatea de complementaritate în comportamentul fadingului la frecvențe de forma  $f_c$  și  $2f_c$ . Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-o antenă (1) de emisie-recepție, prevăzută cu un comutator (2) pentru comutarea între modul de emisie și cel de recepție, un generator (3) de semnale care, pentru modul de emisie, sunt trecute prin niște mixere (4) ridicătoare, pentru a fi înmulțite cu niște semnale provenind de la un oscilator (5) local, semnalele obținute fiind preluate de niște amplificatoare (7), însumate într-un sumator (8) și apoi transmise către antenă (1), iar pentru modul de recepție, semnalul provenit de la antenă (1) este distribuit de către un splitter (9) către două amplificatoare (10) care au și rolul de a selecta frecvențele, pe fiecare cale în parte recepția fiind făcută în mod clasic, ceea ce implică astfel câte un mixer (11) coborât, iar un comutator (13) transmite selectiv, către un bloc (12) de prelucrare în frecvență intermediară, respectiv, în banda de bază, semnalul cu SNR mai mare.

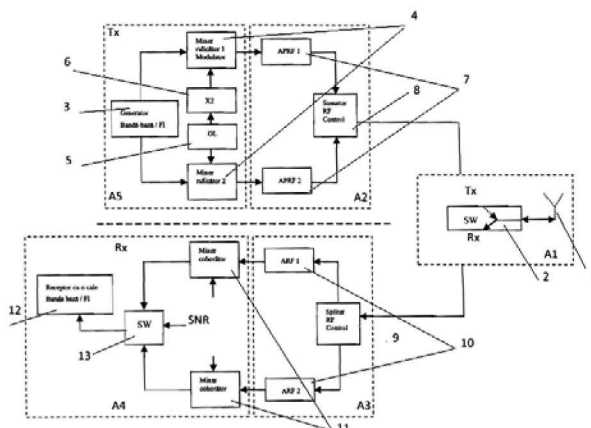
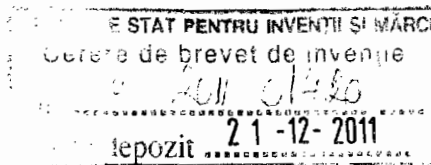


Fig. 1

Revendicări: 2  
Figuri: 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## Metodă și dispozitiv de recepție selectivă pentru combaterea fadingului în terminale mobile

Invenția se referă la o metodă de recepție selectivă bi-bandă cu evitarea fadingului pentru dispozitive mobile.

La ora actuală în scopul compensării/evitării fadingului la recepție se folosesc metode bazate pe tehnici de: egalizare, codare sau diversitate. Aceste tehnici pot fi utilizate împreună sau separat fiind adesea independente unele de altele. Fiecare metodă prezintă avantaje și dezavantaje fiind aplicată sau nu în funcție de context. Tehnicile de egalizare și codare acționează la nivelele: interfața radio, corecție de erori (FEC) și prelucrare digitală de semnal (DSP). Tehnicile de diversitate la recepție acționează la nivelul interfeței radio și DSP. Metodele bazate pe tehnici de egalizare presupun prelucrări complexe și o capacitate de prelucrare în timp real. Metodele bazate pe diversitate la recepție folosesc diversitatea spațială ca tehnică de bază în compensarea fadingului. Diversitatea spațială la recepție nu poate fi însă implementată la dispozitivele portabile de dimensiuni mici, în gamele de frecvențe în care acestea operează (de ex. 900MHz, 1800MHz, 2,4GHz, 5GHz) din cauza distanței prea mari dintre elementele de antena, comparativ cu dimensiunile dispozitivului.

În scopul evitării efectelor fadingului este de asemenea cunoscută tehnica de diversitate în frecvență. Diversitatea în frecvență presupune transmiterea și recepționarea semnalelor pe două sau mai multe frecvențe utilizând una sau mai multe antene. Diversitatea în frecvență este inefficientă pentru ecarturi mici de frecvență între purtători și scade eficiența spectrală comparativ cu diversitatea spațială.

În scopul compensării fadingului se cunoaște de asemenea patentul US 0017633 A1/2006 *Method and Apparatus for True Diversity Reception with Single Antenna*, ce prezintă o metodă de diversitate la recepție cu o singură antenă.

Prezenta invenție rezolvă problema evitării fadingului pentru terminale mobile care nu pot beneficia de avantajele diversității spațiale (utilizarea antenelor multiple nu este posibilă din cauza spațiului redus).

Metoda de evitare a fadingului, conform invenției, rezolvă problema compensării fadingului pentru terminale mobile prin utilizarea unei singure antene, a unui singur canal de recepție, a două frecvențe purtătoare de forma  $f_c$  și  $2f_c$  și prin exploatarea proprietății de complementaritate în comportamentul fadingului la frecvențe de forma  $f_c$  și  $2f_c$ , demonstrată matematic și observată prin simulări.

Dispozitivul de emisie/recepție cu evitarea fadingului, conform invenției, constă într-un bloc de emisie/recepție cu operare în două benzi, pe frecvențe purtătoare de forma  $f_c$  și  $2f_c$ , cu o singură antenă și cu un singur canal de recepție.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1 care prezintă:

- figura 1 - Schema bloc emisie/recepție ce realizează evitarea fadingului; Exemplu de implementare a schemei de recepție selectivă pentru combaterea fadingului în terminale mobile cu un singur modul de recepție;

figura 2 - Amplasarea modulelor din schema de evitare a fadingului la nivelul lanțului de emisie-recepție.

În figura 1 este detaliată schema ce realizează evitarea fadingului în cazul unui receptor cu un singur modul de recepție. Semnalele vehiculate sunt:  $f_c$  – primul purtător de RF,  $2f_c$  al doilea purtător de RF,  $f_{LO}$  semnalul de la oscilatorul local,  $f_{RF}$  – semnalul de la antenă.

Dispozitivul de recepție selectivă pentru combaterea fadingului, conform invenției se caracterizează prin utilizarea unei antene bi-bandă (1), acordată pe frecvențe de forma  $f_c$  și  $2f_c$ , furnizând cele două semnale selectate de comutatorul receptorului (13). Comutatorul emisie/recepție (2) este unul clasic și realizează comutarea între modurile de emisie (Tx) și de recepție (Rx), emisia și recepția făcându-se într-un singur sens la un moment dat.

Pentru modul de emisie (Tx) semnalele generate de generatorul (3) sunt trecute prin mixerele ridicătoare (4) pentru a fi înmulțite cu semnalele  $f_{OL}$ , respectiv  $2f_{OL}$ , provenind de la oscilatorul local (5). Semnalul de frecvență  $2f_{OL}$  se obține prin multiplicarea cu doi a semnalului de frecvență  $f_{OL}$  în multiplicatorul (6). Cele două semnale de frecvențe  $f_c$  și respectiv  $2f_c$  sunt preluate de amplificatoarele APRF (7), însumate în sumatorul RF (8) și apoi transmise către antena (1).

Pentru modul de recepție (Rx) semnalul  $f_{RF}$  provenit de la antena (1) este distribuit de către splitterul RF (9) către amplificatoarele ARF1 și ARF2 (10). ARF1 va selecta frecvența  $2f_c$  iar ARF2 frecvența  $f_c$ . Oscilatorul local (5) furnizează la recepție două frecvențe obținute prin dublare:  $f_{OL}$  și  $2f_{OL}$ . Pe fiecare cale în parte recepția se face în mod clasic și implică, după amplificatorul de RF (10), un mixer coborât (11). Comutatorul (13) transmite selectiv către blocul de prelucrare în frecvența intermediară (FI) respectiv banda-bază (12) intrarea cu SNR mai mare.

Diversitatea necesară compensării fadingului este asigurată prin utilizarea a două frecvențe purtătoare  $f_c$  și  $2f_c$ . Fadingul de la receptor pentru purtătorul  $f_c$  va fi diferit de fadingul corespunzător purtătorului  $2f_c$ . Prin aceasta înțelegem că un fading adânc ce poate afecta purtătorul  $f_c$  la momentul  $t$  nu va afecta și purtătorul  $2f_c$  la același moment  $t$  și invers. Mai mult, se poate demonstra matematic faptul că cele două frecvențe purtătoare  $f_c$  și  $2f_c$  asigură o diversitate ce se manifestă prin faptul că dacă un purtător este defavorizat de acțiunea fadingului (SNR mic) celălalt purtător va fi cu siguranță favorizat (SNR mare). Aceasta diversitate se datorează rotirii fiecărui fazor asociat unui front de undă recepționat cu  $\theta$ , unde  $i$  este indexul frontului și  $\phi$  faza asociată. Cei doi purtători de forma  $f_c$  și  $2f_c$  asigură o eficiență maximă prin cofazarea fazorilor de sens opus, mărind diferența în valoare absolută dintre SNR-ul măsurat la purtătorul  $f_c$  față de cel măsurat la  $2f_c$ .

În cazul diversității spațiale, această diferență de fază este asigurată în mod clasic de amplasarea antenelor la o anumită distanță una de alta, distanță care în cazul terminalelor mobile ar fi mai mare decât spațiul disponibil la acestea. Amplasarea antenelor la o anumită distanță una de alta oferă receptorului cel puțin două semnale pentru operația de combinare cu diversitate spațială.

În lipsa diversității spațiale la antena, invenția exploatează cazul identificat ca fiind eficient în evitarea fadingului, și anume selectarea semnalelor obținute de la o antena bi-banda, acordată pe frecvențe de forma  $f_c$  și  $2f_c$ , și transmiterea mai departe pe lanțul de recepție a celui cu SNR mai mare. Fadingul este evitat prin comutarea de pe o frecvență pe alta pe baza valorii SNR de la intrarea demodulatorului.

În figura 2 este prezentată amplasarea modulelor A1, A2, A3, A4, A5, din schema de evitarea fadingului, la nivelul unui lanț de emisie-recepție cu operare în două benzi cu frecvențe centrale de forma  $f_c$  și  $2f_c$ .

Prin aplicarea metodei de evitare a fadingului, conform invenției, rezultă următoarele avantaje:

- simplitate tehnologică și complexitate operațională redusă – înlocuirea operației de combinare cu una de selecție.
- păstrarea avantajelor diversității spațiale (capacitate și disponibilitate a legăturii radio) cu o singură antenă bi-bandă și un singur modul de recepție. Spre deosebire de dispozitivele care utilizează pentru compensarea fadingului diversitatea spațială, implicit antene multiple, dispozitivele care ar utiliza metoda conform invenției necesită o singură antenă și un singur modul de recepție.
- păstrarea debitului legăturii radio în condiții de fading adânc.
- scalabilitate – arhitectura receptorului selectiv este scalabilă – avantajul exploatarea complementarității în comportamentul fadingului se menține și pentru recepție cu mai multe canale și mai multe antene de recepție.
- portabilitate – metoda este transferabilă pe platforme diferite, independent de numărul de canale de recepție.
- integrare facilă într-un lanț de emisie/recepție.

## REVENDICĂRI

1. Metodă de recepție selectivă pentru combaterea fadingului în terminale mobile **caracterizată prin aceea că** utilizează o antenă bi-bandă (1), un singur modul de recepție (12) și două purtătoare  $f_c$  și  $2f_c$  pentru evitarea fadingului prin selectarea căii caracterizate de un SNR mai mare (figura 1) cu ajutorul comutatorului (13), pe baza proprietății de complementaritate în comportamentul fadingului la frecvențe purtătoare de forma  $f_c$ ,  $2f_c$ .
2. Dispozitiv de recepție selectivă pentru combaterea fadingului în terminale mobile, alcătuit dintr-o antenă de emisie-recepție (1) cu un comutator (2), dintr-un generator de semnal banda-bază (3), mixerele ridicătoare (4), oscilatorul local (5), un multiplicator (6), două amplificatoare (7), un sumator (8), un splitter (9), două amplificatoare (10), un mixer coborât (11) și blocul de prelucrare în frecvență intermediară (12), **caracterizat prin aceea că**, pentru evitarea fadingului, utilizează o antenă bi-bandă (1), acordată pe frecvențe de forma  $f_c$  și  $2f_c$ , un singur modul de recepție (12) și un comutator de căi (13) pe baza SNR de la intrarea demodulatorului.

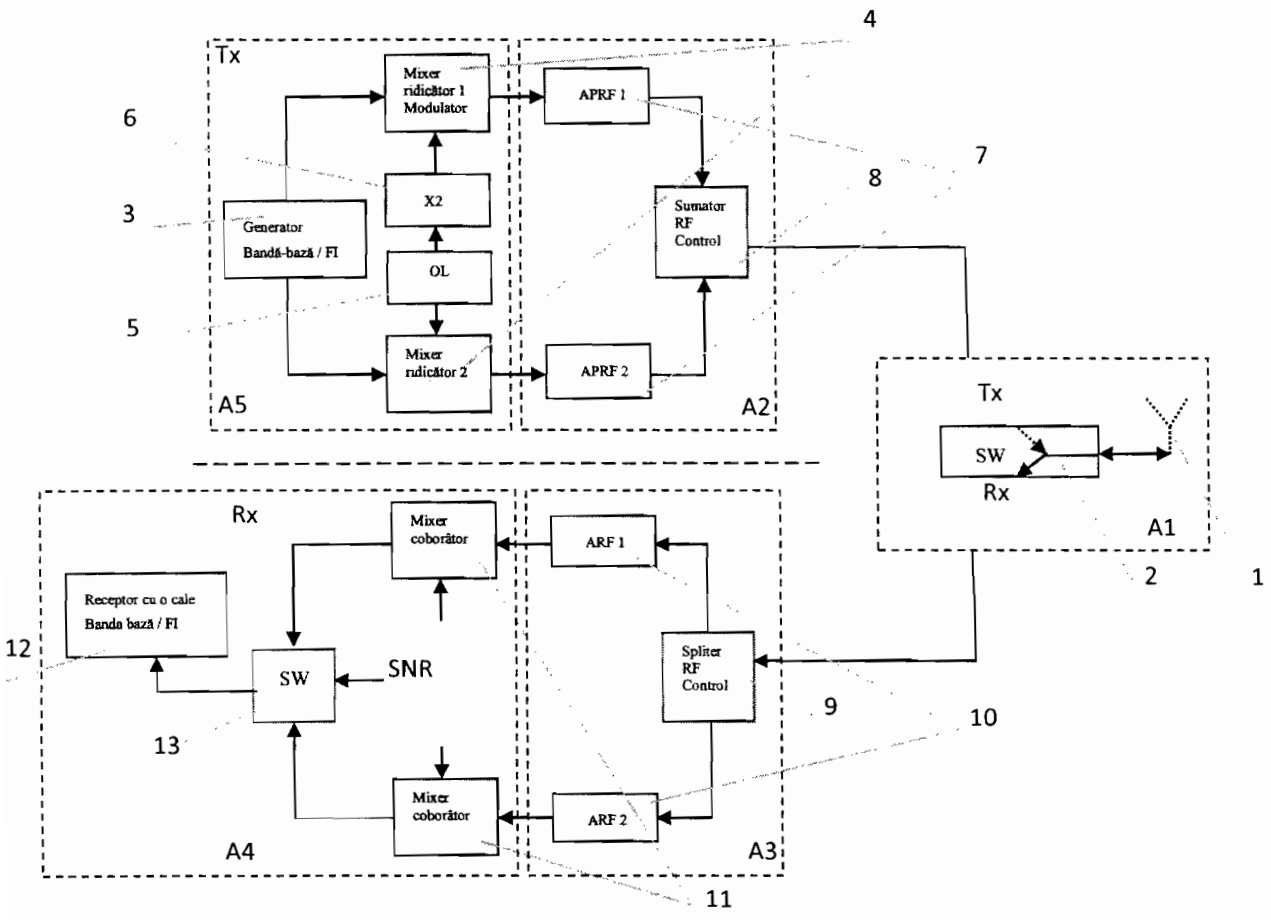


Figura 1

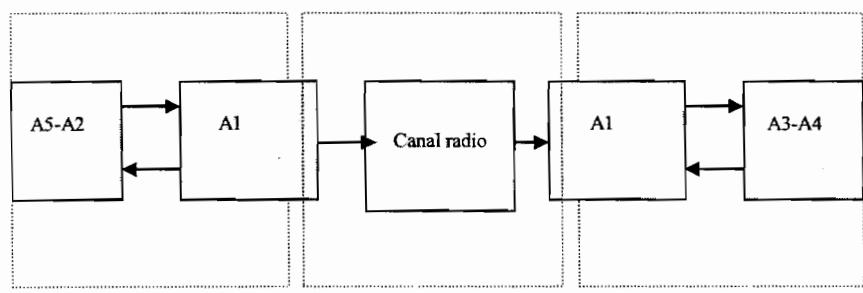


Figura 2