

PARTICULARITĂȚILE PROIECTĂRII ANTENELOR PENTRU ECHIPAMENTE MOBILE

Autori: Alexandr CEBOTAREAN, Elena RUSU
Conducător științific: conf.univ., dr. Ion AVRAM

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *Pe măsura evoluării sistemelor de comunicații mobile s-a observat și o evoluție a sistemelor de antene. La momentul actual se observă două tendințe majore în designul antenelor. Prima constă în micșorarea dimensiunilor lor, încorporarea în corpul telefoanelor mobile și posibilitatea efectuării operațiilor multiband. A doua tendință constă în faptul că sunt cerute diferite nivele de performanță din partea antenelor, în dependență de complexitatea sistemului, aria de servicii, calitatea și cantitatea datelor necesare de transmise. În acest articol se prezintă evoluția antenelor pentru telefoanele mobile, analizându-se cele mai populare tipuri de antene utilizate. De asemenea se face o analiză a influenței antenelor asupra organismului uman și a pierderilor ce apar în rezultatul interacțiunii radiației electromagnetice cu capul și mâna utilizatorului.*

Cuvinte cheie: *antena, dual band, multiband, antena externă, lățime de bandă, PIFA, SAR, radiație electromagnetică.*

Telefoanele mobile contemporane utilizează o antenă care poate acoperi benzile diferitor sisteme așa ca GSM (800-, 900-, 1800-, 1900- MHz) , UMTS-Universal Mobile Telecommunications System (1.8-, 1.9-, 2.1-, 2.5-, GHz) și GPS (banda 1.5- GHz).

Designul antenei depinde de condițiile tehnice cerute de un sistem particular în care antena dată va funcționa. Interferența, atenuarea și alte efecte nefavorabile care se datorează fading-ului și propagării pe mai multe căi a semnalului se includ în cerințe.

Antena extensibilă:

Tehnologiile de fabricare a antenelor mici aveau rezultate nu prea bune. Aceste antene erau limitate în lățime de bandă și iradiu puternic corpul uman. Ca o soluție a fost propusă antena extensibilă, în special pentru benzile de frecvențe joase.[1]

În poziție retrasă ea funcționa ca o antenă obișnuită utilizată atunci. În poziție extinsă, însă, putea reduce semnificativ curentul indus pe carcasa telefonului, și avea o eficiență mai mare în regim activ al EM. De asemenea absorbția radiației de către corpul uman era redusă.[1]



Figura 1 Antena externă

Avantaje:

- Reduce curentul indus pe placa cu cablaj imprimat telefonului;
- Are eficiență mai mare ca antenele mici;

- Micșorează absorbția radiației de corpul uman.

Dezavantaje:

- Mărește dimensiunea totală a telefonului în regim activ.

Antene externe:

În 1996 Z.Ying a propus un model de antenă dual band în formă de spirală (helical antenna) care mai apoi a devenit o antenă populară pentru telefoanele mobile dual band în întreaga lume.

Antena avea eficiență înaltă, era ușor de fabricat și a fost utilizată în peste un miliard de echipamente mobile în întreaga lume. Prototipul antenei este arătat în figura 2,a.[1]

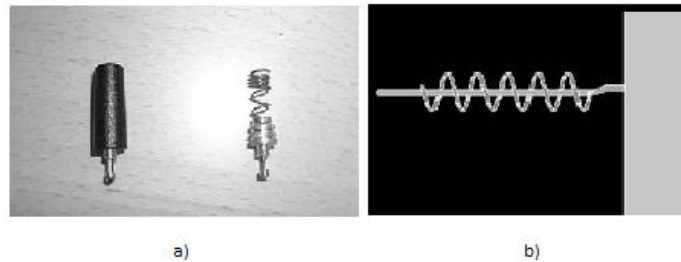


Figura 2 Prototipul antenei externe propusă în 1996 (a), structura antenei mono helix (b)

Aproximativ în același timp, P.Haapala a propus o antenă dual band monoelicoidală (mono helix) . Ea este compusă dintr-o spirală care are un fir rectiliniu de-a lungul axei sale centrale. Partea spirală a antenei funcționează la frecvențe joase, iar partea rectilinie- la frecvențe înalte, ambele având lungimea egală cu o pătrime din lungime de undă. Structura antenei este reprezentată în figura 2,b.

În 1997 Z.Ying a propus un model de antenă ramificată multiband. Ea constă din 2 ramificații care se utilizează pentru funcționarea la frecvențe joase (ramificația lungă) și respectiv înalte (ramificația scurtă). Ambele ramificații au aproximativ o pătrime din lungimea de undă la frecvență joasă și respectiv înaltă.

Utilizând tehnologia de imprimare antena putea fi aplicată pe o bucată de plastic care mai apoi putea fi răsucit și antena se plasa în afara telefonului sau ea putea fi amplasată în interior în formă plată.

Antene interne:

Cele mai utilizate antene interne sunt PIFA și antenele monopol.

Antena PIFA cu rezonanță dublă.

Antena este formată din 2 părți componente care au lungimi diferite datorită cărora se obține efectul dual band. Între anii 1997 și 1999 au fost propuse diferite forme pentru acest tip de antenă de către diferiți cercetători pînă cînd varianta propusă de S.Tarvas în 1999 a fost utilizată pentru fabricarea primului telefon mobil cu antena internă. Reprezentarea antenei este în figura 3,a.[2]

Lățimea de bandă pentru antenele PIFA a fost studiată foarte amănunțit și au fost depistați următorii factori care pot influența acest parametru:

1. Dimensiunea antenei: lățimea de bandă a antenei PIFA depinde de dimensiunea ei, adică cu micșorarea dimensiunilor se micșorează și lățimea de bandă. O antenă tipică PIFA are dimensiunile $20 \times 40 \text{ mm}^2$. Grosimea tipică este 4-10 mm.
2. Dimensiunea plăcii cu cablaj imprimat(PCB-printed circuit board): În figura 3,b, se reprezintă lățimea de bandă a unei antene PIFA cu dimensiunile $16 \times 38 \times 8 \text{ mm}^3$ pentru diferite dimensiuni ale PCB. Se observă că lățimea de bandă are un maxim cînd PCB are

120mm pentru GSM900 și pentru DCS1800 maximele de lățime de bandă se observă pentru PCB de 80mm și 150mm respectiv.[2]

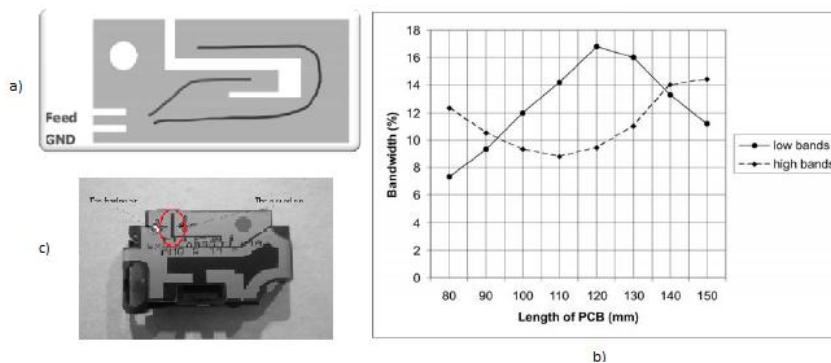


Figura 3 Structura antenei PIFA (a), dependența lățimii de bandă a antenei PIFA de lungimea PCB (b), structura antenei PIFA cu rezonanță triplă (c)

Antena PIFA cu rezonanță multiplă.

Pentru a păstra dimensiunile mici ale antenei și a îndeplini cerințele pentru aplicațiile multiband au fost efectuate un șir de studii pentru a găsi soluția lărgirii benzii de frecvență a antenelor PIFA. O modalitate de realizare a acestui scop este crearea mai multor sloturi pe suprafața antenei pentru crearea traseelor multirezonante, precum este arătat în figura 3,c, unde este reprezentată o antenă PIFA care poate funcționa pe 3 benzi de frecvență. Se adaugă o creștătură între pinul de alimentare și cel de legare la pământ pentru a crea extrarezonanța și a lărgi banda de frecvență.[2]

Antena monopol internă:

Această antenă are de obicei o ramificare lungă acordată pentru funcționarea la frecvențe joase și o ramificare scurtă acordată la frecvențe înalte respectiv. Figura 5,b, reprezintă lățimea de bandă a unei antene monopol interne cu dimensiunile 15x7x40 mm pentru diferite dimensiuni ale plăcii cu cablaj imprimat. Observăm că lățimea de bandă a acestei antene este mai mare decât la antenele PIFA. Figura 5,a, arată un exemplu de antenă monopol internă.[2]

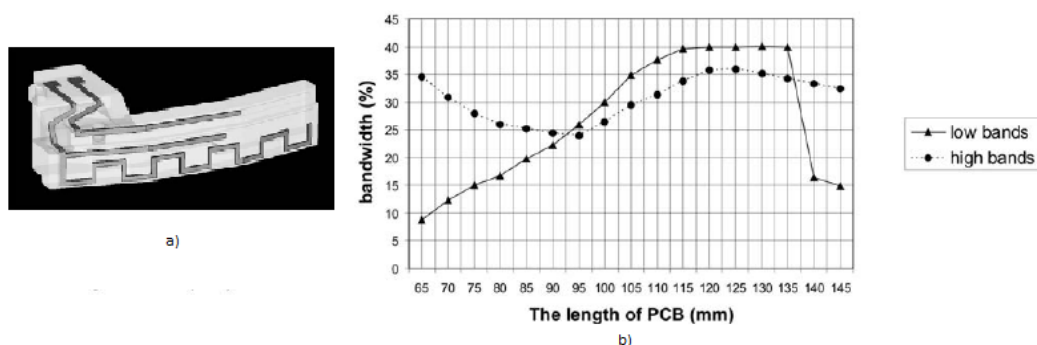


Figura 5 Antena monopol (a), dependența lățimii benzii antenei de dimensiunea PCB (b)

Efectele antenelor asupra organismului uman.

Interacțiunea omului cu antenele este un factor practic foarte important pentru antenele terminalelor mobile. Oamenii de știință și industria au depus eforturi mari pentru a studia efectele antenei asupra omului și viceversa.

Absorbția de către corpul uman poate fi definită ca pierderile din „cauza mâinii” sau din „cauza capului” utilizatorului în regimul activ al terminalului. Așa cum efectul mâinii nu poate fi

controlat, pentru măsurările ingineresti se utilizează anume noțiunea de pierderi din cauza capului utilizatorului.

De obicei se utilizează un model, așa numitul fantom, pentru efectuarea testărilor, el se numește SAM (Standard Anthropomorphic Model). SAM este fabricat din fibră de sticlă armată conform unui șablon standard al capului uman. Cavitatarea lui se umple cu un lichid special care repetă proprietățile țesutului celular uman. Pierderile tipice legate de interacțiunea cu capul utilizatorului (pierderile din cauza mâinii se exclud) pentru o antenă PIFA montată pe un telefon bar type: 5...7 dB pentru banda 800-900 MHz, și 2...4 dB pentru diapazonul 1.8...2.1 GHz, în dependență de mărimea telefonului. „Efectul mâinii” poate să difere puternic în dependență de faptul cum este ținut telefonul. Acest efect introduce adăugător 2...5 dB pentru frecvențe joase, și 1...5 dB la frecvențe înalte dacă antena este acoperită de mână.[3]

SAR (Apecific Absorbtion Rate). Rata specifică a absorbției este valoarea care arată câtă putere se absoarbe în țesuturile biologice când corpul uman este expus radiației electromagnetice. Unitatea de măsura este W pe 1kg de elemente de țesut . Sunt stabilite limite maxime ale SAR, și pentru Europa limita maximă este de 2,0W/kg și este stabilită de către ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Pentru SUA, SAR maximal este 1,6W/kg.

SAR se determină după formula:

$$SAR = \frac{\sigma}{\rho} |E|^2 [W / kg] \quad (1)$$

unde: E- cîmpul electric (V/m), σ este conductivitatea (S/m) și ρ este densitatea (kg/m^3). Măsurările se efectuează de asemenea pe fantomul SAM.[3]

CONCLUZII: Procesul dezvoltării tehnologiilor de fabricare a antenelor pentru terminale mobile s-a derulat cu o viteză mare. Ca urmare, dimensiunea lor se micșora tot mai mult, pînă au ajuns sa fie încorporate. Acest fapt însă are și dezavantajele sale, deoarece a crescut nivelul de influență negativă asupra omului, pe cînd antenele externe extensibile, deși erau mari totuși iradiau capul utilizatorului mai puțin.

Lățimea de bandă a antenei depinde de lungimea plăcii cu cablaj imprimat a telefonului, deci un telefon foarte mic va funcționa mai rău ca unul de dimensiuni mai mari. Observăm aici că antenele monopol, pentru aceeași lungime a PCB prezintă o lățime de bandă mai mare ca antenele PIFA.

Telefonul mobil trebuie ținut în mînă în așa fel încît să nu fie acoperită antena lui, pentru că în așa caz se mărește puterea de emisie și ca rezultat crește nivelul de radiație în nemijlocita apropiere a capului utilizatorului.

BIBLIOGRAFIE

1. Morishita, H., Y.Kim, and K.Fujimoto, *Design Concept of Antennas for Small Mobile Terminals and the Future Perspectives*, IEEE Antenn. Propag. Mag., Vol. 44, No. 5, 2002, pp. 30-42.
2. Fujimoto, K., *Antennas for Mobile Communications*, in *Enciclopedia of RF and Microwave Engineering*, Volume I, New York: Wiley, 2005, pp. 352-355.
3. Hansen, R.C., *Fundamental Limitations in Antennas*, Proceedings of the IEEE, Vol. 69, 1981, pp. 170-182.