

# CONTRIBUȚII LA STUDIUL ȘI OPTIMIZAREA ANTENELOR DE TIP „LEAKY-WAVE” PENTRU COMUNICAȚII PRIN SATELIT

## REZUMAT

*Autor:* ing. Alexandru ALOMAN

*Conducător de doctorat:* Prof. univ. dr. ing. Ioan NICOLAESCU

Teza de doctorat intitulată „Contribuții la studiul și optimizarea antenelor de tip „leaky-wave” pentru comunicații prin satelit” abordează problematica accesibilității comunicațiilor prin satelit, cu accent pe nevoia de soluții economice pentru regiunile izolate și defavorizate.

Capitolul de introducere al tezei prezintă fundamentele și motivațiile cercetării, evidențiind impactul transformator al sistemelor de comunicații moderne asupra vieții cotidiene. Se subliniază importanța comunicațiilor prin satelit, mai ales în situațiile de urgență și în regiunile izolate, unde infrastructura terestră lipsește. Deși aceste tehnologii sunt esențiale, costurile ridicate limitează accesibilitatea pentru mulți utilizatori, iar decalajul digital rămâne o provocare globală. Lucrarea își propune să dezvolte o soluție de antenă de tip „leaky-wave” accesibilă, bazată pe un feeder coaxial simplu, evitând reflectoarele complexe și scumpe, ceea ce ar putea reduce costurile și ar facilita accesul la comunicații satelitare pentru comunități defavorizate.

Capitolul despre comunicațiile satelitare pune bazele teoretice necesare pentru dezvoltarea antenei de tip „leaky-wave” adaptată pentru banda Ku. Au fost prezentate principiile și evoluția tehnologiilor satelitare, subliniindu-se aplicabilitatea acestora în telecomunicațiile moderne. Analiza diverselor tipuri de antene folosite în comunicațiile satelitare a permis identificarea soluțiilor tehnice necesare pentru fabricarea antenei, cu accent pe performanțele specifice benzii Ku. Capitolul a evidențiat rolul istoric și tehnologic al echipamentelor de comunicație prin satelit și progresele în domeniu, oferind astfel fundamentul pentru selectarea materialelor și tehnologiilor corespunzătoare în etapa de proiectare și fabricare a antenei. Informațiile acumulate au creat o bază solidă pentru avansarea cercetării și dezvoltării produsului propus, susținând atât cunoașterea teoretică, cât și aplicabilitatea practică.

Capitolul dedicat studiului antenelor „leaky-wave” în structuri coaxiale explorează principiile de funcționare ale acestor antene și oferă o analiză detaliată a comportamentului lor electromagnetic. Au fost examinate diferitele tipuri de structuri „leaky-wave”, inclusiv cele uniforme și cele modulate periodic, fiecare având avantaje și limitări. Structurile periodice permit o radiație mai precisă, dar sunt mai complexe din punct de vedere al proiectării și controlului armonicilor spațiale, în timp ce structurile uniforme oferă simplitate de realizare, însă cu un compromis la capitolul performanță din cauza radiației continue a energiei. Acest capitol subliniază flexibilitatea antenelor „leaky-wave” în direcționarea fasciculului și capacitatea lor de a radia continuu de-a lungul structurii, ceea ce le face ideale pentru aplicații moderne de comunicații. Analiza constantei de fază și a constantei de atenuare oferă o înțelegere detaliată a modului în care se poate optimiza direcționalitatea. Concluziile acestui capitol subliniază cunoștințele tehnice necesare pentru următoarea etapă de cercetare, care presupune implementarea practică a unui model de antenă „leaky-wave” într-un software de simulare electromagnetică. Aceasta va facilita optimizarea structurii antenei pentru a atinge performanțe optime în comunicațiile satelitare, marcând astfel un pas crucial în dezvoltarea tezei și realizarea unui model experimental.

Capitolul despre metodele de analiză și dezvoltare a antenelor „leaky-wave” a avut un rol important în procesul de optimizare a acestui tip de antenă pentru comunicații satelitare.

Accentul a fost pus pe construirea și modelarea structurii antenei în HFSS, cu o atenție specială asupra elementelor elicoidale esențiale pentru performanțele antenei. O contribuție importantă a fost compararea a două metode distincte de extragere a parametrilor necesari pentru construirea curbelor de dispersie, elemente esențiale în înțelegerea mecanismului de radiație. Prima metodă de extragere, deși precisă, s-a dovedit costisitoare din punct de vedere al timpului de procesare, necesitând multe resurse de calcul. A doua metodă, bazată pe analiza unei celule unitare, a fost mai eficientă și a demonstrat o precizie comparabilă, oferind o alternativă foarte bună pentru cercetările ulterioare. Această analiză a stabilit o corelație între parametrii antenei, precum lățimea și periodicitatea fantelor elicoidale, și comportamentul radiației electromagnetice, contribuind la optimizarea performanțelor antenei. Rezultatele acestui capitol oferă atât o bază teoretică solidă, cât și instrumente practice esențiale pentru construirea și optimizarea antenelor „leaky-wave”, contribuind semnificativ la avansul cercetărilor în domeniul comunicațiilor satelitare.

Capitolul dedicat simulării și analizei antenei „leaky-wave” prezintă un design inovator bazat pe o linie coaxială cu fantă elicoidală, optimizată pentru a realiza polarizarea circulară necesară în comunicațiile prin satelit. Structura elicoidală gravată pe materialul dielectric al cablului coaxial a asigurat o eficiență ridicată a radiației, menținând peste 75% eficiență în banda de frecvențe de 8-16 GHz. Designul elimină efectul de bandă de oprire deschisă, optimizând radiația chiar și pe direcția fasciculului apropiată perpendiculară pe antenă. Rezultatele simulărilor și măsurătorilor experimentale confirmă performanțele antenei, demonstrând stabilitatea polarizării circulare și menținerea unui raport axial sub 3 dB. Concordanța între rezultatele simulate și cele experimentale atestă fiabilitatea designului, însă mici discrepante au fost identificate din cauza toleranțelor în procesul manual de creare a fantelor elicoidale. Acest design simplificat și compact al antenei „leaky-wave” prezintă un potențial semnificativ pentru comunicațiile prin satelit, datorită compatibilității sale cu conectorii standard SMA și ușurinței de integrare în sistemele existente. Procesul de fabricație manuală a introdus însă unele abateri în performanță, sugerând necesitatea unor tehnici mai precise de fabricație. În plus, optimizarea procesului de ponderare pentru controlul constantei de propagare și menținerea constantei de fază rămâne o direcție de cercetare importantă pentru studii viitoare.

Concluziile tezei subliniază succesul cercetării în dezvoltarea unei antene de tip „leaky-wave” bazate pe un feeder coaxial, destinată comunicațiilor satelitare în banda Ku. Într-un context în care accesul la comunicații este limitat pentru regiunile izolate sau defavorizate, teza oferă o soluție accesibilă și eficientă, care să răspundă cerințelor de comunicare prin satelit la costuri reduse.