

ABSTRACT

Dezvoltarea comunicațiilor mobile a impus cerințe exigente și contradictorii dispozitivelor de microunde, tendința generală fiind în obținerea de dispozitive miniaturizate, capabile să opereze în benzi de frecvență largi sau multiple, prin folosirea de soluții eficiente și cu costuri reduse. Apariția unei noi clase de materiale ce prezintă proprietăți electromagnetice ce nu se găsesc în mod uzual în natură, cunoscute sub numele de metamateriale, a generat un interes crescut în rândul comunităților de cercetare datorită potențialului lor de a produce dispozitive de microunde cu performanțe îmbunătățite.

În cadrul tezei curente se propun și analizează două tipuri de dispozitive de microunde bazate pe structuri de tip metamaterial, implementate sub forma unor linii de transmisiune de tipul „Composite Right/Left Handed” – CRLH: dispozitive radiante utilizate ca antene, respectiv dispozitive non-radiante utilizate ca divizoare de putere. Antenele propuse se împart, la rândul lor, în antene leaky-wave și antene rezonante. Caracteristicile acestor dispozitive sunt investigate prin simulări electromagnetice și prin măsurători practice și mai apoi, sunt comparate cu cele ale dispozitivelor similare de tip convențional.

Antenele leaky-wave propuse au la bază o nouă celulă CRLH ce permite extinderea structurii radiante după una (1D) sau două direcții (2D). Se arată că antena leaky-wave, de tipul 1D, prezintă performanțe superioare în comparație cu alte antene existente în literatură. Se propun, de asemenea, metode pentru îmbunătățirea performanțelor antenelor 1D. Acestea includ realizarea unei structuri simetrice, utilizarea unor linii de tranziție și echivalarea structurii CRLH cu un filtru trece bandă de ordin superior, îmbunătățiri fiind aduse asupra câștigului, directivității, nivelului lobilor secundari și benzii de operare.

Antenele rezonante propuse sunt de două tipuri: derivație și serie. Cea derivație este proiectată pentru a opera în benzi de frecvență multiple, duale și controlabile, iar cea serie este adaptată, la sistemul de microunde extern, folosind teoria filtrelor clasice și obținând, astfel, dimensiuni miniaturizabile.

Divizorul de putere proiectat prezintă performanțe superioare celor existente în literatură. Acesta este miniaturizabil și poate opera în trei benzi de frecvență ce acoperă cele mai comune sisteme de comunicații mobile. În plus, prezintă o atenuare de inserție redusă, este echilibrat în fază și amplitudine iar porțile sale de ieșire sunt bine izolate.

The development of the mobile communications has imposed high and conflicting demands to the microwave devices, the trend being in obtaining miniaturized devices, capable of multi-band or wideband operation, by using efficient and low cost solutions. The emergence of a new class of materials, that have electromagnetic properties not typically found in nature, known as metamaterials, has generated much interest within the research communities due to their potential to create new devices with enhanced performances.

In this thesis, there are proposed and analyzed two types of microwave devices that are based on metamaterial structures, implemented as Composite Right/Left-Handed – CRLH transmission lines: radiating devices used as antennas and non-radiating devices used as power dividers. The proposed antennas are classified as leaky-wave and resonant type antennas. The characteristics of these devices are investigated by electromagnetic simulations and by practical measurements and then, compared to those of conventional type devices.

The proposed leaky-wave antennas are based on a new CRLH cell which allows the expansion of the radiating structure after one (1D) or two directions (2D). It is shown that the 1D leaky-wave antenna presents superior performances as compared to other antennas from the existing literature. There are also proposed different methods for improving the performances of the 1D antennas. These methods include the achievement of a symmetrical structure, the usage of transition lines and the equivalence of the CRLH structure with a higher order band-pass filter, improvements being seen for the gain, the directivity, the level of secondary lobes and the operating bandwidth.

The proposed resonant antennas are of two types: shunt and series. The shunt type antenna is designed to operate in multiple, dual and controllable frequency bands and the series type antenna is matched to the outer microwave system, by using the classical filter theory and obtaining, this way, miniaturized dimensions.

The designed power divider shows superior performances as compared to the ones from the existing literature. It presents miniaturized dimensions and is able to operate in three different frequency bands that cover the most common mobile communications systems. Even more, it has a low insertion loss, is balanced in phase and amplitude and its output ports are well isolated.