



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Design and realization of X-band resonators for non-destructive EPR measurements

Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica

Candidate

Luigi Di Trocchio
ID number 1209706

Thesis Advisor

Prof. Stefano Pisa

Co-Advisor

Dr. Paola Fattibene, ISS

Academic Year 2015/2016

Design and realization of X-band resonators for non-destructive EPR measurements

Master thesis. Sapienza – University of Rome

© 2016 Luigi Di Trocchio. All rights reserved

This thesis has been typeset by \LaTeX and the Sapthesis class.

Author's email: luigi.ditrocchio@gmail.com

Abstract

The Electron Paramagnetic Resonance (EPR) measurements of radicals induced by ionizing radiation in the glass of touchscreen displays of mobile phones allow to evaluate the radiation absorbed dose in the mobile phone and thus to estimate the dose received by the individual carrying the device. For this kind of measurements, using conventional EPR microwave closed cavities, the display must be powdered, therefore the mobile phone is no more usable.

In this work three cavities with apertures on the sidewalls were completely designed, in order to perform dosimetry measurements on intact mobile phone screens, using commercial X-Band spectrometers. The idea was to use high-Q cavities, working with modes that, along the side wall, have the maximum and minimum value of the magnetic and the electric field, respectively. A non-radiating slit was designed on this side wall, in order to allow for a microwave magnetic field leakage limited to the portion of space next to the opening, where the sample is placed.

The choice of the geometry of the cavities, the resonant modes selection criteria, the sizing of the structures and the results of the simulations are presented. The external shape of the resonators was also taken into account, in order to reach the best modulation magnetic field homogeneity in the region where the touchscreen is placed. The cavities were designed according to the theory and simulations were performed with the software Microwave Studio (CST) using both Finite Elements and Eigenmodes solvers. EM Studio (CST) Low Frequency Domain solver was used to simulate the presence of the 100 kHz field-modulation magnetic field.

The project of the components of one cavity, that resulted to be the one having best simulated performances, was completed. Then, using precision machinery, this cavity was built. Experimental results were obtained and the accordance between them and simulated data was investigated.

The thesis was developed at the EPR laboratory of the Department of Technology and Health, National Institute of Health (Istituto Superiore di Sanità, ISS, Rome, Italy) and fulfills the first stage of the "X-Band resonator for Non-Destructive EPR measurements" (XBANDE) experiment of the National Institute of Nuclear Physics (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, INFN, Italy).

Sommario (in Italian)

Le misure di Risonanza Paramagnetica Elettronica (Electron Paramagnetic Resonance, EPR) di radicali indotti da radiazioni nel vetro del display touchscreen di telefoni cellulari permettono di stimare la dose assorbita nel telefono e quindi di risalire alla dose ricevuta dalla persona che indossa l'oggetto. Usando cavità risonanti convenzionali per EPR, dopo l'estrazione del display dal telefono, il vetro deve essere ridotto in frammenti. Di conseguenza il telefono cellulare non è più utilizzabile.

In questo lavoro tre cavità, con aperture sulle pareti, sono state completamente progettate, al fine di effettuare misure di dosimetria su schermi intatti di telefoni cellulari, usando spettrometri commerciali che lavorano in Banda X. L'idea era di utilizzare cavità ad alto fattore di merito, in cui vengono eccitati modi che, lungo una parete laterale, abbiano rispettivamente il massimo ed il minimo del campo magnetico ed elettrico. Un'apertura non radiante è stata progettata su questa parete per consentire la fuoriuscita del campo magnetico alle microonde, limitata alla porzione di spazio accanto all'apertura, dove viene posto il campione.

La scelta delle geometrie delle cavità, i criteri di selezione dei modi risonanti, il dimensionamento delle strutture ed i risultati delle simulazioni sono presentati. La forma esterna del risonatore è stata inoltre presa in considerazione, al fine di raggiungere la migliore omogeneità del campo magnetico di modulazione nella regione dove è posto lo schermo touchscreen. Le cavità sono state disegnate seguendo la teoria e simulazioni sono state effettuate con il software Microwave Studio (CST), usando i solutori *FEM* ed *Eigenmodes*. EM Studio (CST) è stato utilizzato per simulare la presenza del campo magnetico di modulazione a 100 kHz.

Il progetto dei componenti di una cavità, che è risultata essere, dai dati delle simulazioni, quella delle tre progettate con le migliori prestazioni, è stato completato e in seguito, usando macchinari di precisione, le differenti parti sono state costruite. Si sono quindi ottenuti risultati sperimentali e si è studiato l'accordo fra questi ultimi ed i dati simulati.

La tesi è stata sviluppata presso il laboratorio EPR del Dipartimento Tecnologie e Salute (Istituto Superiore di Sanità, ISS, Roma) e completa la prima parte dell'esperimento "X-BAND resonator for Non-Destructive EPR measurements" (XBANDE) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).