



Miniaturisation des lignes de propagation microondes en technologies circuit imprimé et CMOS - Application à la synthèse de filtres

Résumé

L'explosion des besoins et des attentes des équipements de radio communication, à l'exemple de la téléphonie mobile, a entraîné un accroissement exponentiel de la complexité des circuits électriques qui les composent, surtout les fonctions à base de composants passifs (filtre, coupleurs, ...). La technologie planaire reste une technologie attrayante pour la réalisation de filtres, en terme de coût, de volume, ainsi que des possibilités d'intégration. Dans ce contexte, le développement de circuits planaires (lignes de propagation, filtre, ...) performants et peu encombrants est à l'heure actuelle un domaine d'activité d'un intérêt fondamental.

Dans un premier temps nous présentons un panorama des différentes solutions technologiques pour la réalisation de circuits hyperfréquences et nous détaillons les techniques proposées pour réduire la taille des composants passifs hyperfréquences constituant les éléments de base des circuits hyperfréquences.

Nous proposons ensuite une méthode de synthèse d'une ligne de propagation miniaturisée à l'aide de l'ajout périodique d'une capacité localisée (ligne à onde lente). Des abaques de synthèse ont été développés et permettent au concepteur de choisir les différents paramètres de ces lignes pour obtenir le meilleur compromis miniaturisation - performances.

La troisième partie est consacrée à un nouveau type de ligne de propagation pour lesquelles la charge capacitive est cette fois répartie sur l'ensemble de la longueur de la ligne de propagation. Ceci est rendu possible grâce à la présence de doigts métalliques flottants sous la ligne est ensuite proposé. Cette topologie de ligne intégrée garantit à la fois une miniaturisation et de meilleures performances électriques.

Enfin, nous démontrons l'intérêt d'utiliser ces lignes à « ondes lentes » pour réaliser des filtres passe bande miniatures (plus particulièrement de filtres passe bande basés sur des résonateurs DBR) depuis la mise en équation jusqu'à leurs mesures.

Mots-clés : Filtre micro-onde, Filtre RF, filtre passe-bande, DBR, Synthèse de filtre, Technologie microruban, capacité CMS, Technologie CMOS, Ondes lentes, Remontées parasites.

Miniaturization of microwave transmission lines in PCB and CMOS technologies - Application on filter synthesis

Abstract

Due to the fast expansion of modern microwave communication systems, more and stronger constraints are being imposed on RF systems. A perfect topology would be the one satisfying all drastic requirements, particularly, system performance, size, and manufacturing cost. The research and development efforts put into exploiting planar circuits show their potential qualities of low cost, tiny weight and high integration degree. This thesis is placed in this context.

The first chapter briefly describes different technological solutions for realizing microwave filters and their basic key components as well as different miniaturization approaches.

The second chapter starts by deriving the general equations for the quality factor of an elementary section of a periodically loaded transmission line by lumped capacitors. The evolution of the quality factor in terms of design parameters is studied and synthesis charts are developed.

The third chapter is devoted to introduce new transmission line topology for which the capacitive load is distributed throughout the length of a CPW transmission line by the use of metallic floating strips. Based on accurate simulation results, design guidelines for these particular transmission lines (called S-CPW for shielded coplanar waveguide), are then derived. Using the design guidelines, a series of S- is fabricated using CMOS 0.35- μm and measured.

Finally, we demonstrate the interest of using "slow wave" transmission lines to make miniature bandpass filters based on resonators DBR starting from equation formulation until measurements.

Keywords: Microwave filter, Passband filter, DBR, Filter synthesis, Microstrip technology, SMC capacitors, CMOS technology, Slow wave structures.