University of Mosul

College of Engineering

Design and Simulation of Coaxial Cavity Filter with High Selectivity for 5G Networks

A Thesis Submitted By

Zaid Ali Ismail

To

University of Mosul in partial fulfillment of the requirements for the master degree in

Electrical Engineering

Supervised by

Dr. Saad W. O. Luhaib

2022 A.D. **1444 A.H**

Abstract

Filters are a major element of telecommunications systems, especially in the increasingly congested spectrum. Cellular communications have grown rapidly in recent years. This has caused strict filter performance requirements and commercial pressures for low cost, compact size, and speedy response. This thesis investigates and implements filter theory to generate optimal coaxial bandpass filter performance.

This thesis includes an explanation of how to transform the derived mathematical findings into the physical structure of a filter, and a filter has been built and simulated according to specifications using a simulation program high-frequency structure simulator (HFSS).

The coupling between adjacent resonators is realized by creating an iris opening between the resonators, the amount of coupling controlled using tuning screws, whereas external coupling is accomplished by using a probe rod or capacitive disc. Four filter models are designed and simulated, as following, the first and second filter models are a 3rd, and 6^{th} order Chebyshev bandpass filter with an operating frequency of 4.8 GHz, and a bandwidth of 80MHz. The result shows low passband losses (0.4dB), a relatively small cavity size relative to the frequency used (25×25×16)mm, a high Q-factor (4000), spurious windows (2.1) that meet the requirements of 5G base station applications. As clear in the results, the roll-off sharpness in the frequency response of the sixth-order filter was greater than that of the 3^{rd} order filter. The filter selectivity can be increased and this is done in the third model of the Chebyshev bandpass filter of the 6^{th} order with an operating frequency of 4.8 GHz, and a bandwidth of 80 MHz is designed, and to achieve

this cross-coupling is made coupling between non-adjacent resonators to add transmission zeros and control the location of zeros. The last filter model is designed as a 6^{th} order Chebyshev bandpass filter with an operating frequency of 4.8 GHz, and a bandwidth of 80MHz using a stepped impedance resonator. A different impedance ratio is used to improve the spurious performance of a coaxial cavity filter. The results showed the improvement of the spurious window, and a clean response was obtained.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل / كلية الهندسة

تصميم ومحاكاة مرشح تجويف محوري ذو انتقائية عالية لشبكات الجيل الخامس

رسالة ماجستير علوم في

الهندسة الكهربائية / الهندسة الكهربائية

زيد علي اسماعيل

إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل وهو جزء من متطلبات
نيل شهادة الماجستير في الهندسة الكهربائية

بإشراف

الدكتور سعد وسمي عصمان

1444 هـ **2022 م**

الملخص

تعد مرشحات الموجات الدقيقة عنصرًا رئيسيًا في أنظمة الاتصالات ، خاصة مع الطيف المزدحم بشكل متزايد. نمت الاتصالات الخلوية بسرعة في السنوات الأخيرة. وقد تسبب هذا في متطلبات أداء المرشح الصارمة والضغوط التجارية من أجل التكلفة المنخفضة والحجم الصغير والاستجابة السريعة. تبحث هذه الرسالة تصميم مرشح امرار نطاق محوري بأفضل أداء.

تتضمن هذه الرسالة شرحًا لكيفية تحويل النتائج الرياضية المشتقة إلى البنية الفيزيائية للمرشح ، وقد تم بناء مرشح ومحاكاته وفقًا للمواصفات باستخدام برنامج محاكاة لمحاكاة البنية عالية التردد (HFSS)

يتم تحقيق الاقتران بين الرنانات المجاورة من خلال إنشاء فتحة قزحية بين الرنانات ، ويتم التحكم في مقدار الاقتران باستخدام براغي ضبط ، بينما تم تحقيق الاقتران الداخلي / الخارجي باستخدام قضيب مسبار أو قرص سعوي. في هذه الأطروحة ، تم تصميم ومحاكاة أربعة نماذج من المرشحات.

نموذج المرشح الأول والثاني هما مرشح Chebyshev من الرتبة الثالثة والسادسة بتردد مركزي يبلغ 4.8 جيجا هرتز وعرض نطاق يبلغ 80 ميجاهرتز. تُظهر النتائج خسائر منخفضة (0.30 dB) في نطاق التمرير ، وحجم تجويف صغير نسبيًا (16*25*25 ملم) بالنسبة للتردد المستخدم ، وعامل Q مرتفع (4000)، ونوافذ زائفة مقبولة (2.1) تلبي متطلبات تطبيقات محطات الاتصالات للجيل الخامس 5G كما هو واضح من النتائج ، كانت حدة التدحرج في استجابة التردد لمرشح الدرجة

السادسة أكبر من تلك الخاصة بمرشح الدرجة الثالثة. لتحسين انتقائية المرشح ، تم تصميم النموذج الثالث لمرشح Chebyshev من الدرجة السادسة بتردد مركزي يبلغ 4.8 جيجا هرتز ، وعرض نطاق يبلغ 80 ميجا هرتز ، حيث تم عمل اقتران متقاطع بين الرنان غير المتجاورة لإضافة أصفار الإرسال إلى المرشح من أجل تحسين انتقائية المرشح. تم تصميم طراز المرشح الأخير كمرشح Chebyshev من الدرجة السادسة بتردد مركزي يبلغ 4.8 جيجا هرتز وعرض نطاق يبلغ 80 ميجاهرتز باستخدام مرنان مقاومة متدرج. يتم استخدام نسبة ممانعة مختلفة لتحسين الأداء الهامشي لمرشح تجويف متحد المحور. أظهرت النتائج تحسن النافذة الزائفة ، وتم الحصول على استجابة نظيفة.