جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الالكترونيات والاتصالات

تطوير مرشح تمرير مجال ذي عناصر متداخلة بتقانة خطوط النقل الشرائحية المعلّقة في المجال الترددي k-Band.
Developing Inter-Digital Band Pass Filter using Suspended Substrate Stripline Technology In K-Band.

إعداد: المهندسة راما محمود محمد.

المشرف الرئيسي: أ.د. فريز عبود . المشرف المشارك: د.علاء الدين سرحان.

الملخص

نقّدم في هذا البحث منهجية تصميم جديدة لبناء مرشح تمرير مجال إنّطلاقاً من بنية العناصر المتداخلة، حيث وُضِع النموذج الكهربائي للمرشح بالاعتماد على مفهوم السّعات الكهربائية الذاتية والمتبادلة لخطوط النقل المترابطة التي تشكل البنية الأساسية للمرشح.
بعد ذلك بُني النموذج الكهربائي المقترح بتقانة خطوط النقل الشرائحية المعلّقة التي تتيح الحصول على مرشحات عريضة المجال، إلى أن تمّ التوصل إلى الأبعاد الفيزيائية لخطوط النقل التي تشكل المرشح بعد سلسلة من الحسابات التي تعتمد طريقة التجريب والخطأ والمقارنة مع القيمة المحسوبة من مصفوفة ماكسويل، ثمّ أجريت عملية محاكاة للمرشح بمواصفات محددة لدراسة فعّالية المنهجية المتبعة لدراسة أداء المرشح وفق الأبعاد الناتجة، وتبين إنّ نتائج المحاكاة تحقق المطلوب من حيث التردد المركزي ($f_0 = 21.25\ GHz$)، وعرض مجال التمرير الكسري ($FBW = 0.49$) وعامل التعرج في مجال التمرير ($L_{Ar} = 0.1\ dB$).

القسم النظري

1) دراسة نظرية شاملة لمرشحات تمرير المجال ذات العناصر المتداخلة عريضة المجال.
2) دراسة نظرية شاملة لتقانة خطوط النقل الشرائحية المعلّقة.
3) دراسة مرجعية للأبحاث السابقة وتبيان القيمة المضافة المرجوة من البحث المقدّم.
4) دراسة نظرية شاملة لمصفوفة السعات الكهربائية المتبادلة وعلاقتها بمصفوفة ماكسويل.
5) دراسة نظرية شاملة للرنانات المترابطة.

القسم العملي

1) وضع النموذج الفيزيائي للمرشح وحساب الأبعاد العملية للرنانات.
2) محاكاة النموذج الفيزيائي الناتج.
3) القيام بعملية توليف للأبعاد لضبط الاستجابة.
4) حساب مصفوفة الترابط النظرية للمرشح ومقارنة مصفوفة الترابط الناتجة بعد إجراء عملية المحاكاة والتوليف.
5) تحليل النتائج.
6) وضع النموذج الكهربائي للمرشح وحساب مصفوفة السعات الكهربائية المتبادلة.

النتائج والمناقشة

1) قدمنا تصميماً لمرشح تمرير مجال ضمن المجال الترددي [GHz] 16.26.5 وفق المواصفات المطلوبة من حيث عامل تعرج مجال التمرير وفقد الإرجاع، حيث كانت مرتبة المرشح الناتج هي المرتبة الخامسة، وانطلقنا من بنية العناصر المتداخلة وحققنا هذه البنية بتقانة خطوط النقل الشرائحية المعلّقة بالاعتماد على مصفوفة السعات المتبادل.
2) عند مقارنة مصفوفة الترابط للمرشح الناتج بعد إجراء عملية التوليف وجدنا أنّها تقارب مصفوفة الترابط النظرية للمرشح، وحصلنا بالنتيجة على منهجية لتصميم هذا النوع من المرشحات يمكن أن توصلنا إلى نتائج جيدة من حيث الاستجابة، حيث بلغت أعظم قيمة للخطأ النسبي المئوي أقل من 1% وبررنا هذا الانحراف إلى كون الاستجابة النظرية هي استجابة كهربائية فقط ، في حين أن أدوات المحاكة تأخذ بعين الاعتبار الانتشار الكامل للأمواج الكهرطيسية.
3) عرض مجال التمرير للمرشح الناتج لم يتغير كثيراً و بعد التوليف حصلنا على تعرجات شبه متساوية ضمن مجال التمرير مقارنة مع التصميم النظري إلا إنّ الانزياح الحاصل بمستوى التعرج يعود إلى إدخال فقد العازل للركيزة العازلة المستخدمة، على اعتبار إنّ الاستجابة النظرية لا تأخذ بعين الاعتبار ذلك الفقد.
4) تابع تأخير المجموعة للمرشح الناتج يتغير تغيراً طفيفاً حول القيمة 190° ضمن مجال التمرير.
5) طور معامل العبور للمرشح الناتج خطي ضمن المجال الترددي المطلوب وهذا يتوافق مع تابع تأخير المجموعة له. مما يعني أنّ كافة المركبات الترددية تتأخر بنفس المقدار تقريباً وبالتالي لا تعاني الإشارة من التشويه (Distortion) عند مرورها عبر هذا المرشح .

المراجع

[1]. Seong-Mo Moon, H. L.-Q. (2020, October 3). Absorptive K-Band Bandpass Filter Using a Balanced Recursive Structure. *Electronics*, 1-10.
[2]. Kai Men, H. L. (2020, Oct 1). Design of Ka-Band U Shaped band pass filter with 20 Ghz Band width in 0.13 BICMOS Technology. *Electronics*, pp. 51-62.
[3]. Gouranga Dhaundiaa, M. B. (2019). PΩI Substrate Integrated waveguide Bandpass Filter in K Band. *International Journal of Computational Intelligence & IoT, 2*, 1-4.
[4]. Super ωide band cascaded bandpass filter using suspended substrate Stripline technology. (2019). *Microwave and Optical Technology Letters*, 1-9.
[5]. Slotted Folded Substrate Integrated Waveguide Band Pass Filterωith Enhanced Bandwidth for Ku/K Band Applications. (2018). *Progress In Electromagnetics Research M, 70*, 51-60.
[6]. GEORGE L. MATTHAEI, L. Y. (1980). *MICROΩAVE FILTERS,MICROΩAVE FILTERS, AND COUPLING STRUCTURES.* INC.685 Canton Street: ARTECH HOUSE.
[7].HONG, J.-S. (2011). *Microstrip Filters For RF / Microwave Applications.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
[8]. R.K.Mongia, I. .. (2007). *RF and Microwave Coupled Line Circuits.* BOSTON.LONDON: ARTCH HOUSE.
[9]. Yamina Beki, N. B. (2012). Analysis and Design of Shielded Suspended and Inverted Microstrip Lines for Microωave Applications. *THE COMPUTING SCIENCE AND TECHNOLOGY I*
NTERNATIONAL JOURNAL, 33-38.
[10]. A. E. Atia, A. E. (1974). Narrow-band multi-coupled cavity synthesis. *IEEE Trans*, 649–655.
[11].Cameron, R. J. (1999). General coupling matrix synthesis methods for Chebyshev filtering functions. *IEEE Trans.*, 433–442.
[12]. Understanding Suspended Substrate Stripline Filters, Mini Circuits.