دراسة الامتصاصية ومعامل التوهين والممانعة للفيرايت السداسي من النوع – Y ($Ba_2Co_{2-x}Zn_xFe_{12}O_{22}$) للموجات المايكروية

أ.م.د. هاشم علي يسر
جامعة واسط، كلية العلوم، قسم الفيزياء

م.م.حسين تقي جون علي.
جامعة واسط، كلية العلوم، قسم الفيزياء.

A Study Absorbance and Attenuation Coefficient and Impedance of Y-Type ($Ba_2Co_{2-x}Zn_xFe_{12}O_{22}$) for Microwaves

Assis. prof. Dr. Hashim A. Ammar and Assis. Lecturer Hussein Taqi John Ali

Wasit University, College of Sciences, Department of Physics.

Abstract.

In this research, a compound was prepared from hexagonal Ferrite with a chemical formula of ($Ba_2Co_{2-x}Zn_xFe_{12}O_{22}$) When the values of (x = 0.8,1,1.2), to study its absorbance ,attenuation coefficient, impedance to the microwaves within the range of X-band (8-12 GHz) and test it using Network Analyzer .The ceramic method (Solid state reaction) was used to to prepare three formulas of this compound:($Ba_2Co_{1.2}Zn_{0.8}Fe_{12}O_{22}$), ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$), and ($Ba_2Co_{0.8}Zn_{1.2}Fe_{12}O_{22}$). Nine samples were prepared with Parallelogram shape to fit the wave guide of the device to test them properly . The tests of the absorbance, the attenuation coefficient and the impedence were carried out for these samples. The results showed that the increase of sintering temperature lead to increase the attenuation coefficient and the absorbance. The best values were found at T= 1250C.It has been found that the compound ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$) has the best value of the absorbance and the impedence.

الخلاصة:

في هذا البحث تم تحضير مركب الفيرايت السداسي ذي الصيغة الكيميائية ($Ba_2Co_{2-x}Zn_xFe_{12}O_{22}$) عند قيم (x=0.8,1,1.2) لدراسة الامتصاصية ومعامل التوهين والممانعة للموجات الدقيقة ضمن النطاق X للمدى الترددي GHz (8-12) وفحصها في جهاز المحلل الشبكي (Network Analyzer).استخدمت الطريقة السيراميكية (طريقة تفاعل الحالة الصلبة) لتحضير ثلاث صيغ من هذا المركب: ($Ba_2Co_{1.2}Zn_{0.8}Fe_{12}O_{22}$) و ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$) و ($Ba_2Co_{0.8}Zn_{1.2}Fe_{12}O_{22}$), وقد حضرت النماذج بشكل متوازي مستطيلات وعددها (9) ذات ابعاد

(21x9x9 mm) ليتلاءم مع الويف كايد للجهاز ليتم فحصها.تم إجراء فحوصات الامتصاصية ومعامل التوهين والممانعة للنماذج المحضرة ووجد أن زيادة درجة حرارة التلبيد يؤدي إلى زيادة التوهين والامتصاصية. وان افضل القيم للامتصاصية كانت عند درجة حرارة تلبيد $T=1250\ C^0$.إن قيم الامتصاصية والممانعة للمركب

($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$) هي من أفضل القيم التي تم الحصول عليها في هذا البحث.

الكلمات المفتاحية: مواد RAM , الفيرايت السداسي , الامتصاصية , معامل التوهين

.

المقدمة

المواد الماصة للموجات الرادارية RAM هي المواد التي تستخدم تقنية التخفي Stealth وتستخدم لاخفاء الطائرات والسفن والمركبات من الكشف الراداري, وتعتمد الامتصاصية على تردد الموجة الرادارية و على بنية التكوين حيث ان مواد RAM لا تمتص الحزم جميعها لترددات الرادار ولكن يستطيع ان يمتص الحزم الترددية اكثر من حزم اخرى حسب البنية التركيبية المكونة لها [1]. تقسم مواد RAM الى جزءين اولهما المواد الماصة العازلة, والثانية المواد الماصة المغناطيسية [2] للمواد الاولى يكون العامل المؤثر هو الجزء الخيالي من السماحية المركبة وللمواد المغناطيسية يكون الجزء الخيالي للنفاذية المركبة [3].تعد مواد الفيرايت Ferrites مواد سيراميكية ذات دقائق صلدة وتكون هشة بلون اسود او رمادي غامق وتكون ذات تراكيب بلورية مختلفة منها السبنل Spinel والفيرايت السداسي Hexagonal والغارنيت Garnet [4].

جهاز Network Analyzerيستخدم جهاز المحلل الشبكي network analyzer المعاملات الاربعة لمصفوفة الاستطارة scattering matrix وهي S_{11} , S_{22} , S_{21} , S_{12} ,. المحلل الشبكي يتكون من المصدر وجهاز تشغيل الاشارة والكاشف, يستخدم هذا الجهاز لقياس اربع معاملات وهي a_1 و a_2 للموجات المنتقلة الامامية و b_1 و b_2 للموجات العكسية وهذه المعاملات ربما تكون تيارا او فولتية في الدوائر الكهربائية. وتكون العلاقة بين المعاملات كالاتي للجهاز two port device [5] :

$$b_1 = S_{11}a_1 + S_{12}a_2$$
$$b_2 = S_{21}a_1 + S_{22}a_2$$

حيث ان a_1 و b_1 تكون للموجات المنتقلة للمنفذ port 1 و a_2 b_2 للموجات المنتقلة للمنفذ port 2 وتكون هذه المعاملات نسبة الى التيار والفولتية الكلية بوجود الممانعة Z_0 كالاتي [5]:

$$a_1 = \frac{U_1 + I_1 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} \ , \ a_2 = \frac{U_2 + I_2 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} \qquad (2)$$

$$b_1 = \frac{U_1 - I_1 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} \ , \ b_2 = \frac{U_2 - I_2 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} \qquad (3)$$

الجزء العملي

1-المواد الاولية

تم وزن المواد الاولية وحسب الوزن الجزيئي للمادة, على سبيل المثال, لتحضير مول واحد من المركب

($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$) عندما (x=1) تكون كمية المواد الاولية كالاتي [6]:

$BaCo_3 = 137.327 + 12 + (3\times 16) = 197.327$ / 18

$= 10.962611$ g

$2(BaCO_3) = 21.925222$ g

$CoO = 58.933 + 16 = 74.933$ / 18 $= 4.162944$ g

$ZnO = 65.409 + 16 = 81.409/18 = 4.522722$ g

$Fe_2O_3 = 2(55.8) + (3\times 16) = 159.69$ g

$6/18Fe_2O_3 = 53.22999$ g

$Ba_2CoZnFe_{12}O_{22} = 83.8408786$ g

وهكذا لبقية قيم (x), حيث تاخذ قيم x (x=0.8,1,1.2).

2- قياسات امتصاص المايكرويف

نستخدم المعادلة الاتية في القياس وهي معادلة decibel (dB) [8,7]:

$$dB = 10\log R \qquad (4)$$

The هو معامل الانعكاس R حيث ان

وكذلك يمكن قياس reflection coefficient او attenuation coefficientمعامل التوهين وحسب loss on reflectionكمية الفقد للانعكاس القانون الاتي[9]:

$$\text{Re}\,f.\text{loss} = \text{atten. Coeff.} = 20\log|R| \qquad (5)$$

وكذلك فان الامتصاصية (A^2)

تكون حسب (T^2) والنفاذية (R^2) والانعكاسية القانون الاتي[10]:

$$R^2 + T^2 + A^2 = 1 \qquad (6)$$

النتائج والمناقشة

اختبارات الامتصاصية ومعامل التوهين والممانعة تمت بوساطة استعمال جهاز المحلل الشبكي للعينات الثلاث, اختبارات الامتصاصية ومعامل التوهين لعينات الفيرايت ذات الصيغة الكيميائية $Ba_2Co_{2-x}Zn_xFe_{12}O_{22}$ للموجات الدقيقه ضمن النطاق السيني GHz (8-12). العينات لبدت بثلاث درجات حرارية (1250, 1200, 1150) C^0, الا ان سمك العينات ثابت, منحنيات الامتصاصية ومعامل التوهين والممانعه اخذت كدالة للتردد ولدرجات الحرارة الثلاث.

لوحظ من الاشكال عند نقصان قيم معامل التوهين فان الامتصاصية والممانعة تزداد, ولوحظ ان افضل النتائج يمكن الحصول عليها عندما تكون قيم معامل التوهين قليلة والامتصاصية عالية.

تأثير درجة حرارة التلبيد

الرسوم البيانية الموضحة من (1-17) كلها تبين أن افضل نتائج عند درجة حرارة تلبيد ($1250\,C^0$) ومن ثم بقية الدرجات. هذا يعني, عينات الفيرايت السداسي التي لبدت بدرجة حرارة ($1250\ C^0$) هي افضل نتائج للامتصاصية وعامل التوهين من بقية العينات التي لبدت بدرجة حرارة اقل من ($1250\ C^0$).ولكن عند زيادة درجة حرارة التلبيد الى اكثر من C^0 (1250) فسوف نحصل على نتائج قليلة للامتصاصية, وذلك لانه عند درجة حرارة تلبيد C^0 (1250) واقل لا يكتمل تشكيل الفيرايت, أي إن الفيرايت سوف يمر بعدة اطوار مختلفة وهذا يقود الى امتصاص الاشعة الرادارية (المايكرويه).ولكن عند درجة حرارة اكثر من

C^0 (1250) فان تشكيل الفيرايت يكون قد اكتمل وتكون ترددات الرنين خارج منطقة ($X-band$) لذلك تكون الامتصاصية ضمن هذه المنطقة قليلة [11].

المقارنة بين العينات

لوحظ من خلال الرسوم البيانية (1-8) ان العينات كلها لها امتصاصية عالية ومعامل توهين قليل. إلا أن افضل امتصاصية معتبرة وللمركبات كلها هي في حالة درجة حرارة تلبيد (C^0 1250) درجة مئوية.اما عند مقارنة افضل امتصاصية بين المركبات الثلاثة, هي الامتصاصية التي تم الحصول عليها عند (x=1) اي المركب ذي الصيغه الكيميائية ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$), اذ يعد هذا المركب افضل الانواع المحضرة للحصول على اقل قيم لمعامل التوهين واعلى قيم للامتصاصية ومن ثم الحصول على أعلى قيم للممانعة.

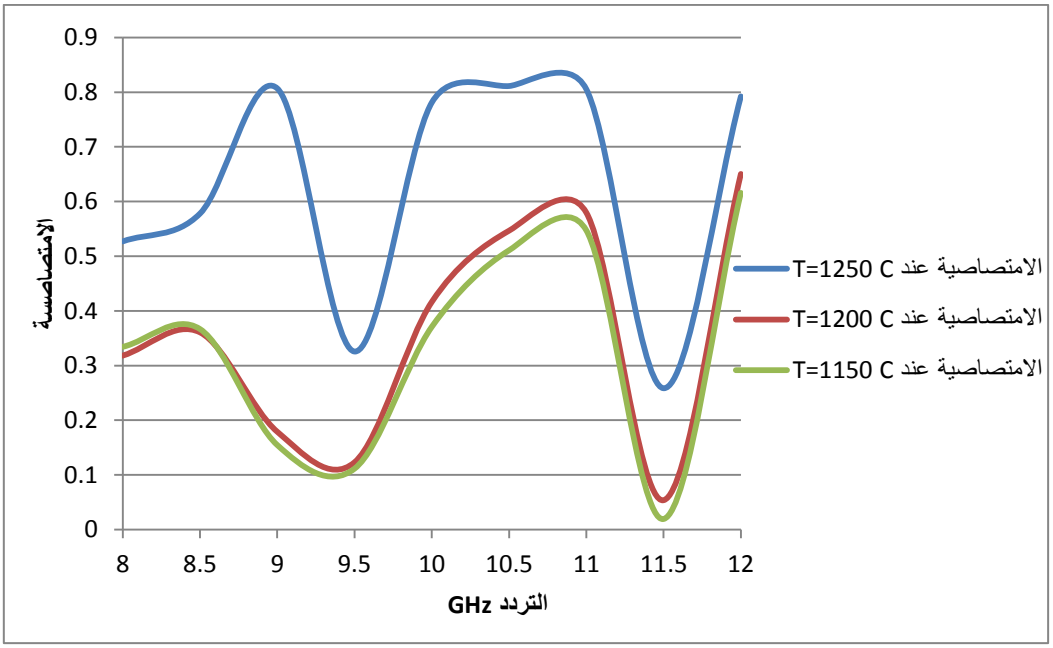
الاستنتاجات

بعد تحليل النتائج يمكن ان نستنتج النقاط الاتية:

1- تعد الطريقة السيراميكية طريقة جيدة للحصول على فيرايت نقي مع امتصاصية عالية.

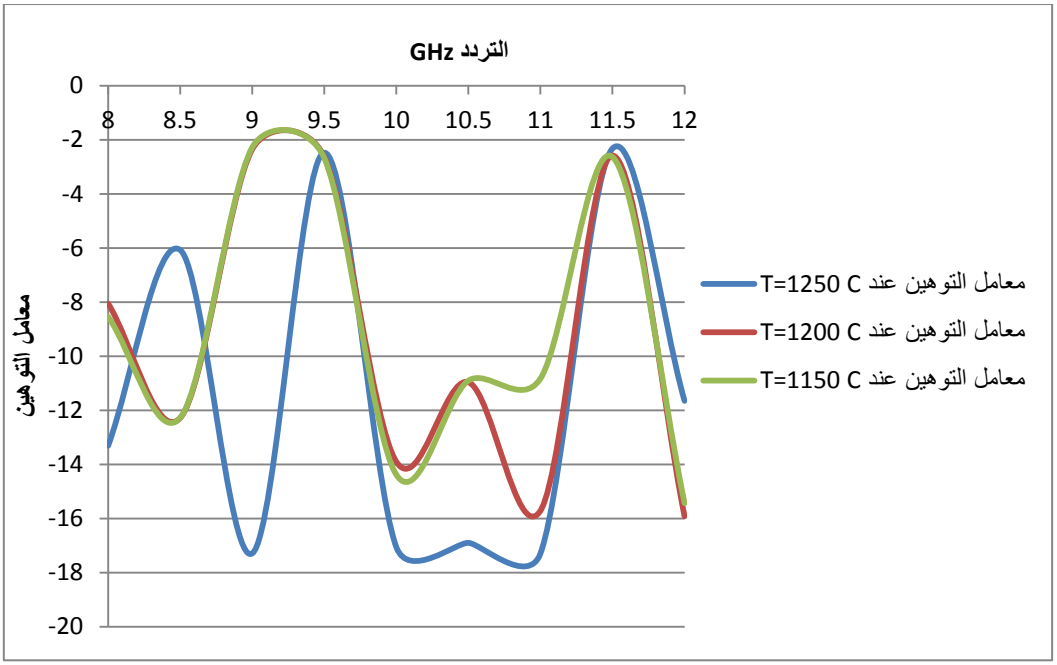
2- درجة حرارة التلبيد مهمة لتكوين الفيرايت.

3- ان افضل قيمة حصلنا عليها للامتصاصية هي عند درجة حرارة تلبيد (C^0 1250) بسبب ان فيرايت السداسي لا يتشكل عند واقل من هذه الدرجة فيمر بعدة اطوار فيكون له القدرة على الامتصاصية, ولكن عند زيادة درجة حرارة التلبيد فان الفيرايت سوف يتشكل, وامتصاصيته تقل لان ترددات الرنين سوف تكون خارج نطاق $X-band$.



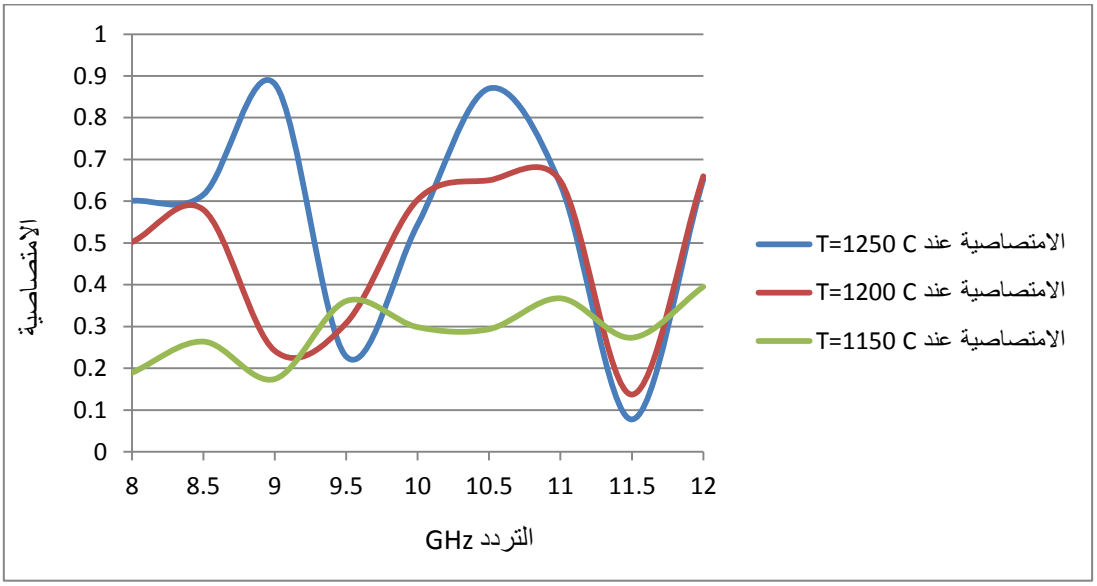
الشكل (1): منحنيات الامتصاصية كدالة للتردد للعينة ($Ba_2Co_{1.2}Zn_{0.8}Fe_{12}O_{22}$)

عند درجات الحرارة الثلاث.



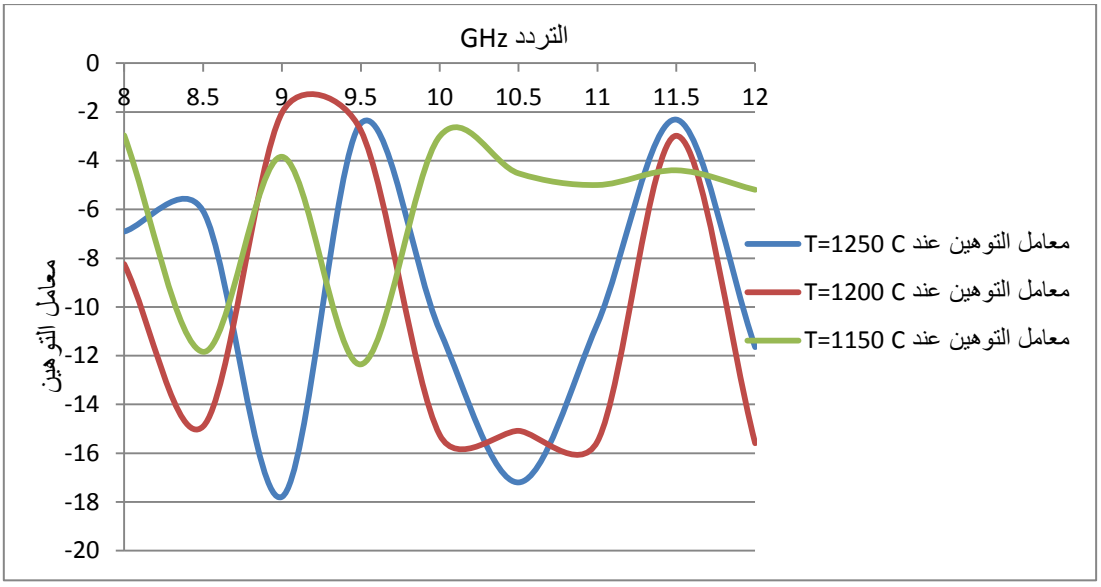
الشكل (2): منحنيات معامل التوهين كدالة للتردد للعينة ($Ba_2Co_{1.2}Zn_{0.8}Fe_{12}O_{22}$)

عند درجات الحرارة الثلاث.



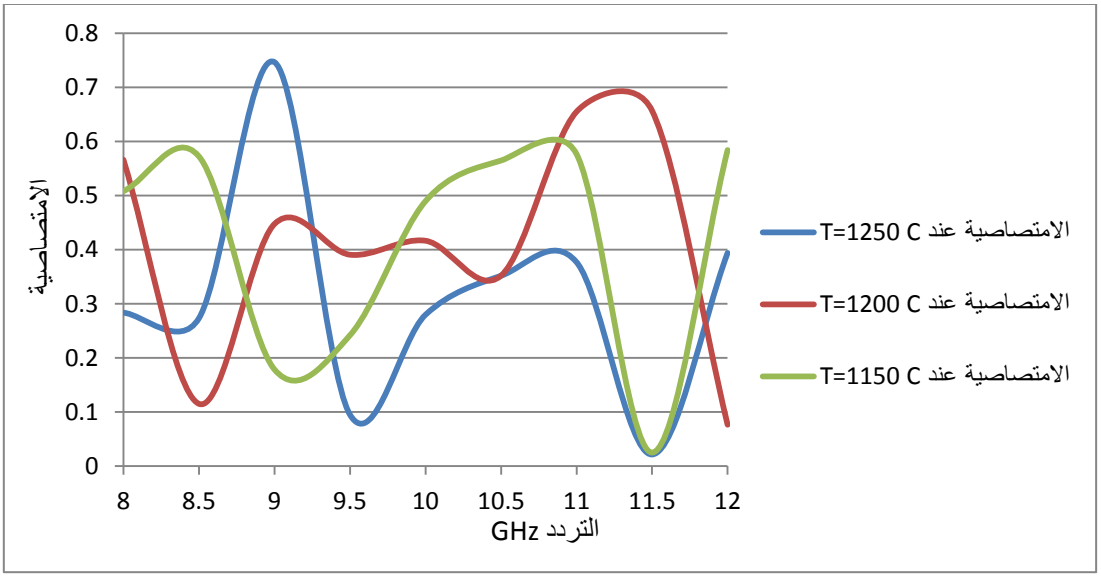
الشكل (3): منحنيات الامتصاصية كدالة للتردد للعينة ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$)

عند درجات الحرارة الثلاث



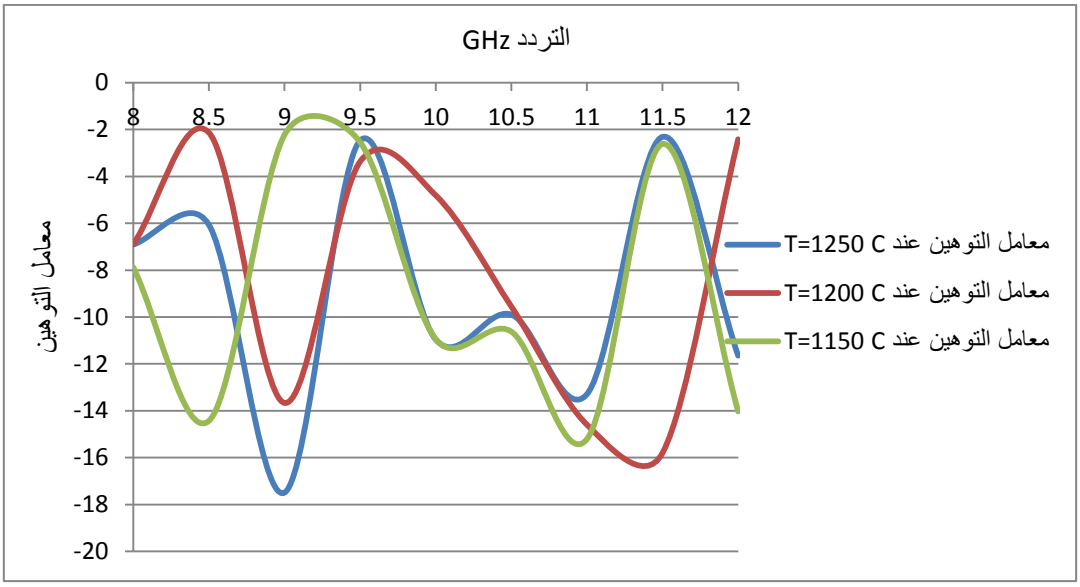
الشكل (4): منحنيات معامل التوهين كدالة للتردد للعينة ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$)

عند درجات الحرارة الثلاث



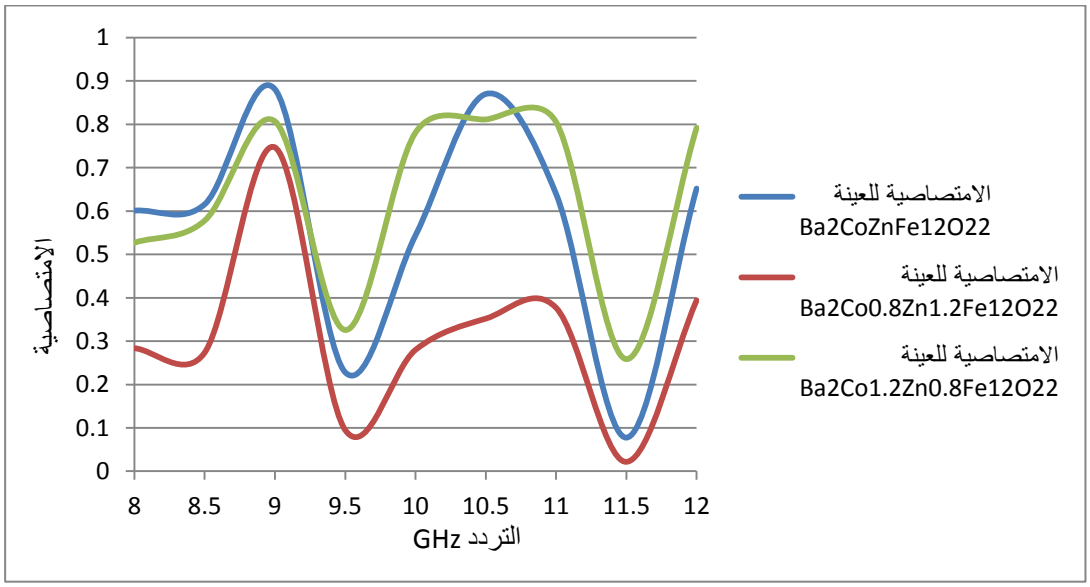
الشكل (5): منحنيات الامتصاصية كدالة للتردد للعينة ($Ba_2Co_{0.8}Zn_{1.2}Fe_{12}O_{22}$)

عند درجات الحرارة الثلاث

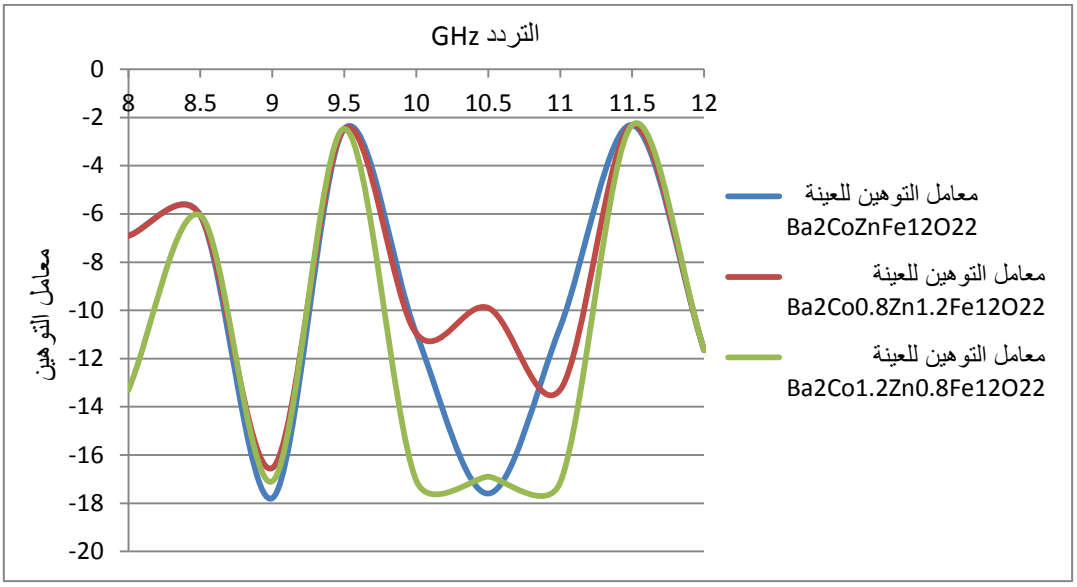


الشكل (6): منحنيات معامل التوهين كدالة للتردد للعينة ($Ba_2Co_{0.8}Zn_{1.2}Fe_{12}O_{22}$)

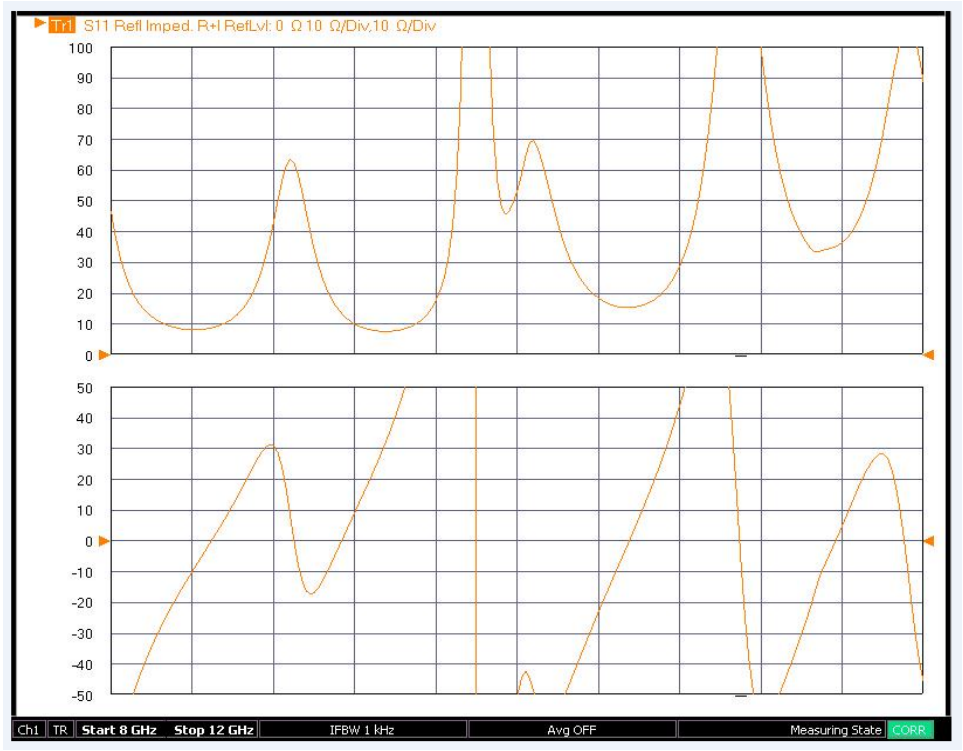
عند درجات الحرارة الثلاث



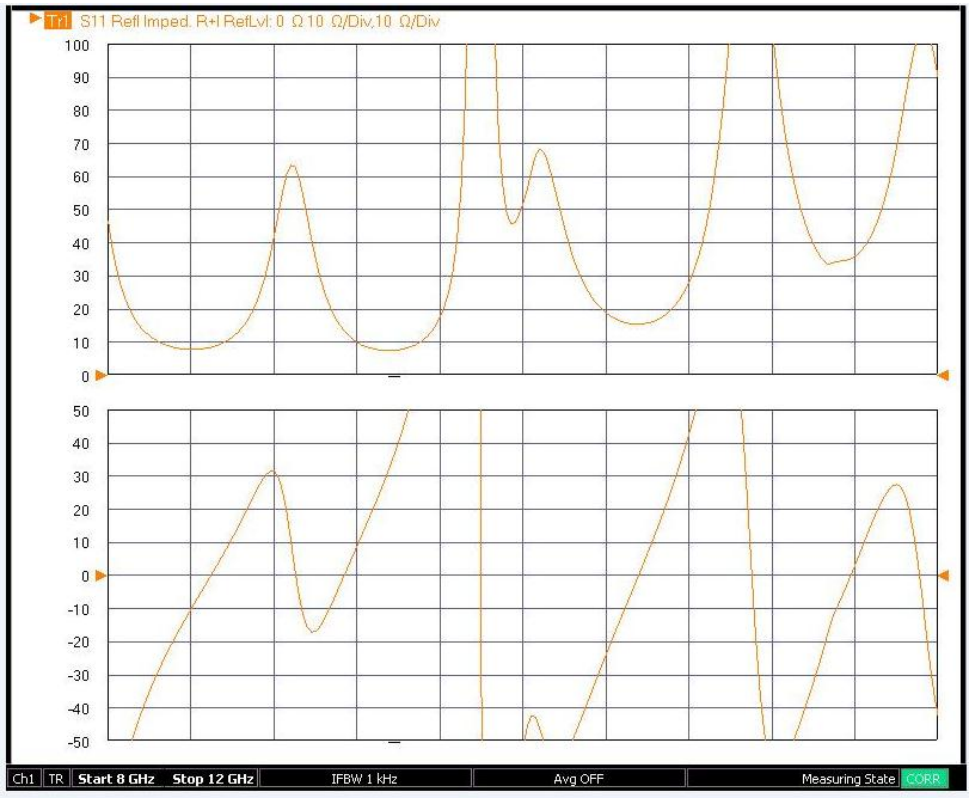
الشكل (7): منحنيات الامتصاصية كدالة للتردد لكل العينات عند $T=1250\ C^0$.



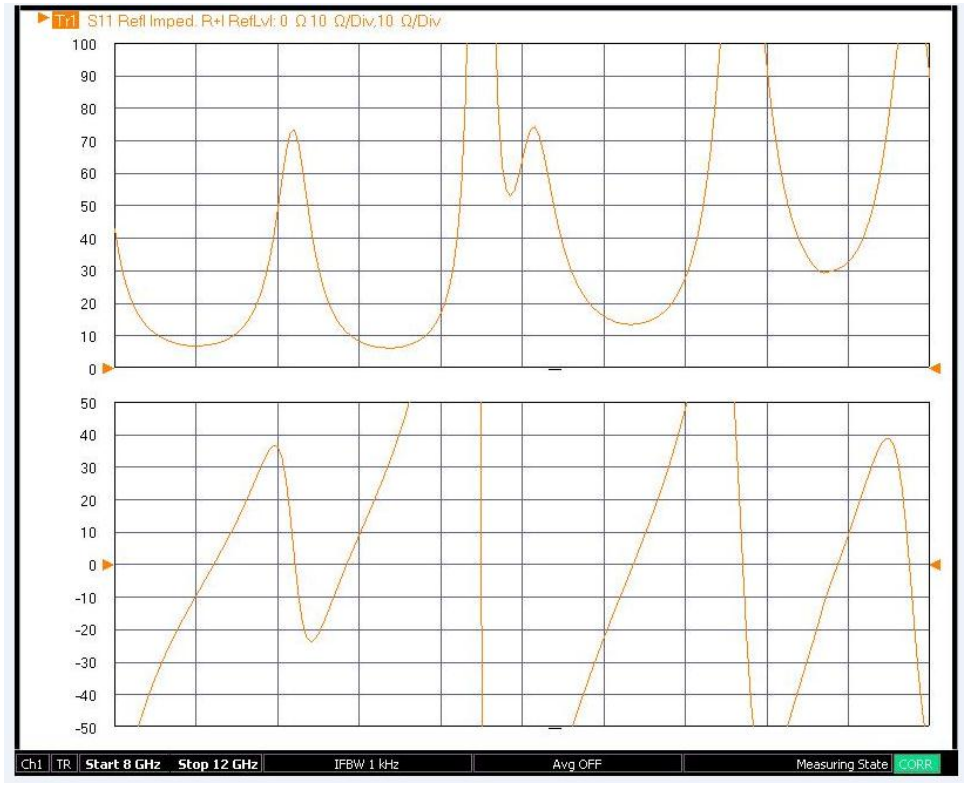
الشكل (8): منحنيات معامل التوهين كدالة للتردد لكل العينات عند C^{0} T=1250.



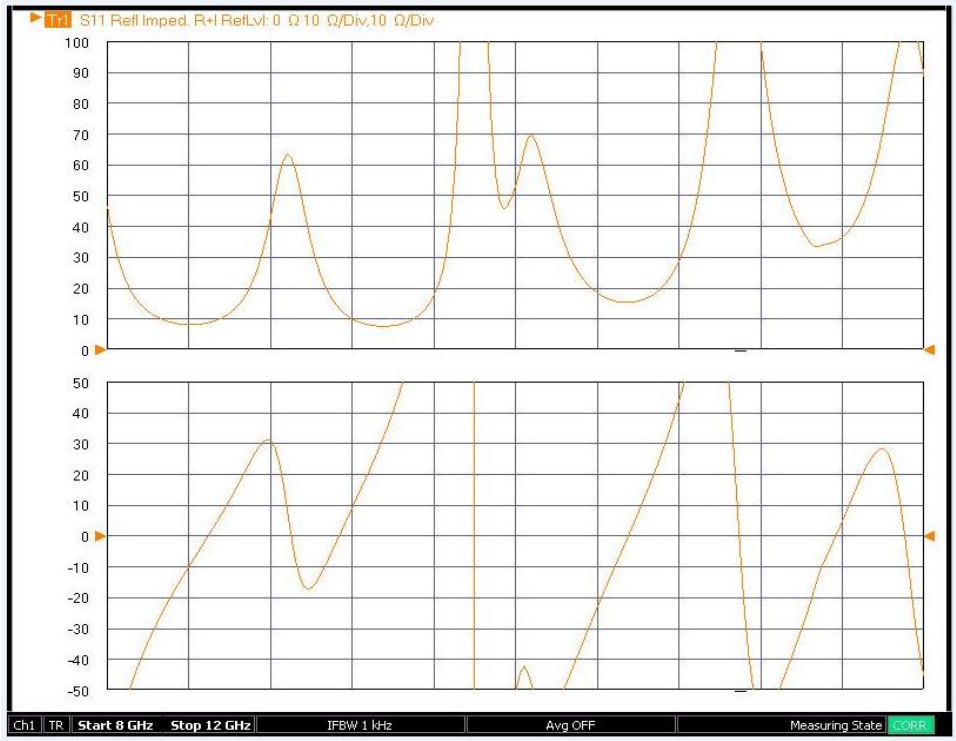
الشكل (9): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2Co_{1.2}Zn_{0.8}Fe_{12}O_{22}$) عند C^{0} T=1150



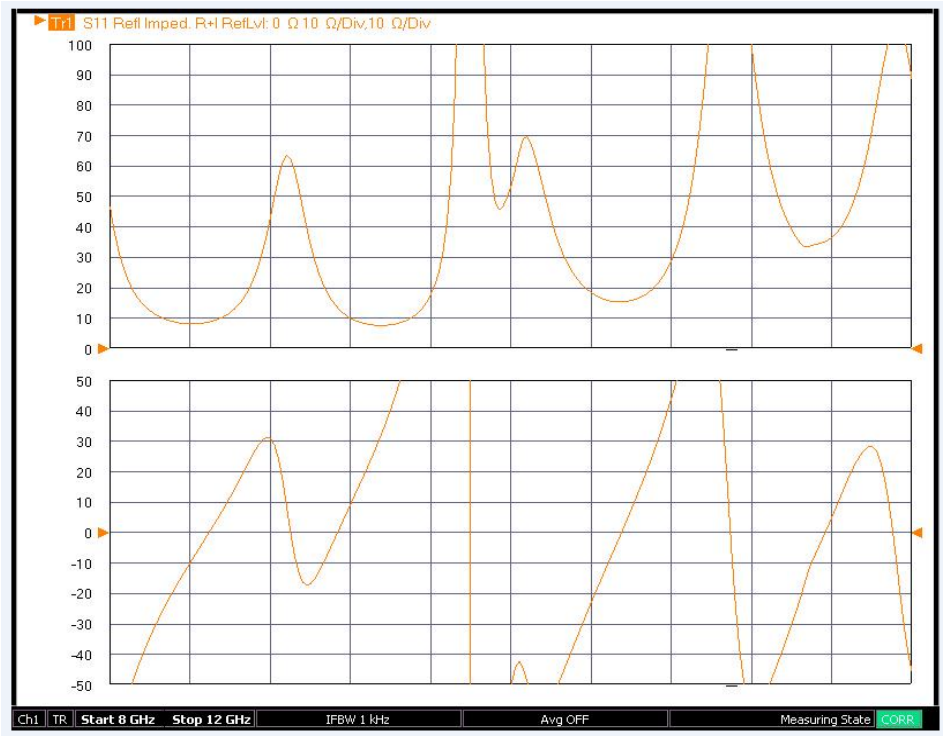
الشكل (10): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2Co_{1.2}Zn_{0.8}Fe_{12}O_{22}$) عند T=1200C^0



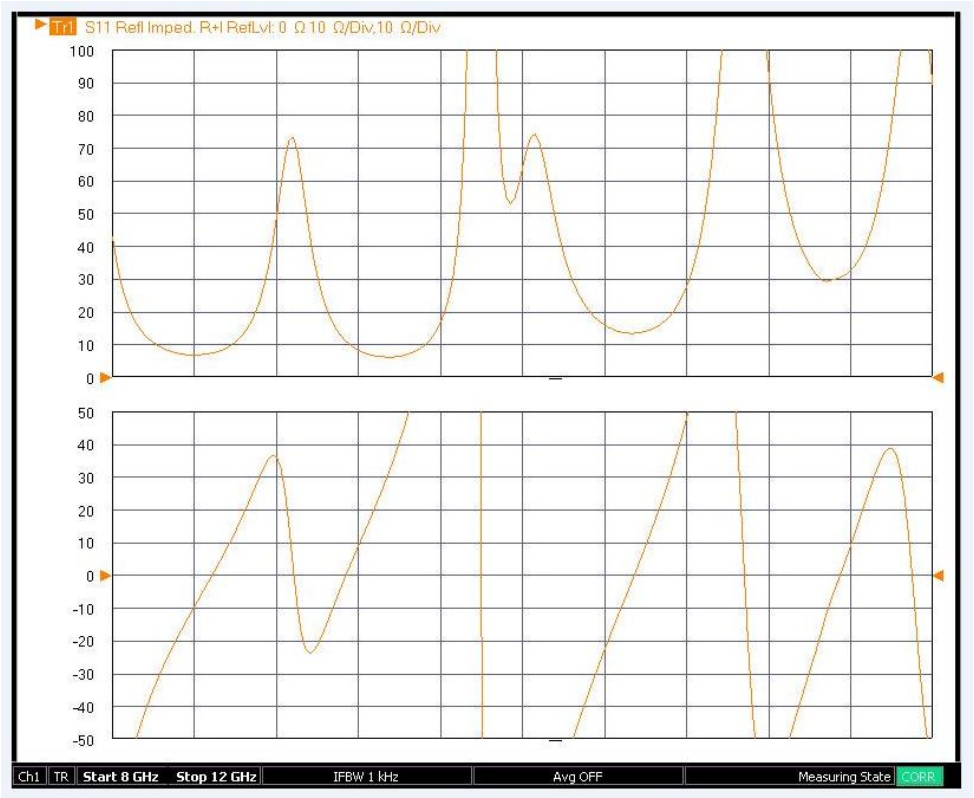
الشكل (11): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2Co_{1.2}Zn_{0.8}Fe_{12}O_{22}$) عند T=1250C^0



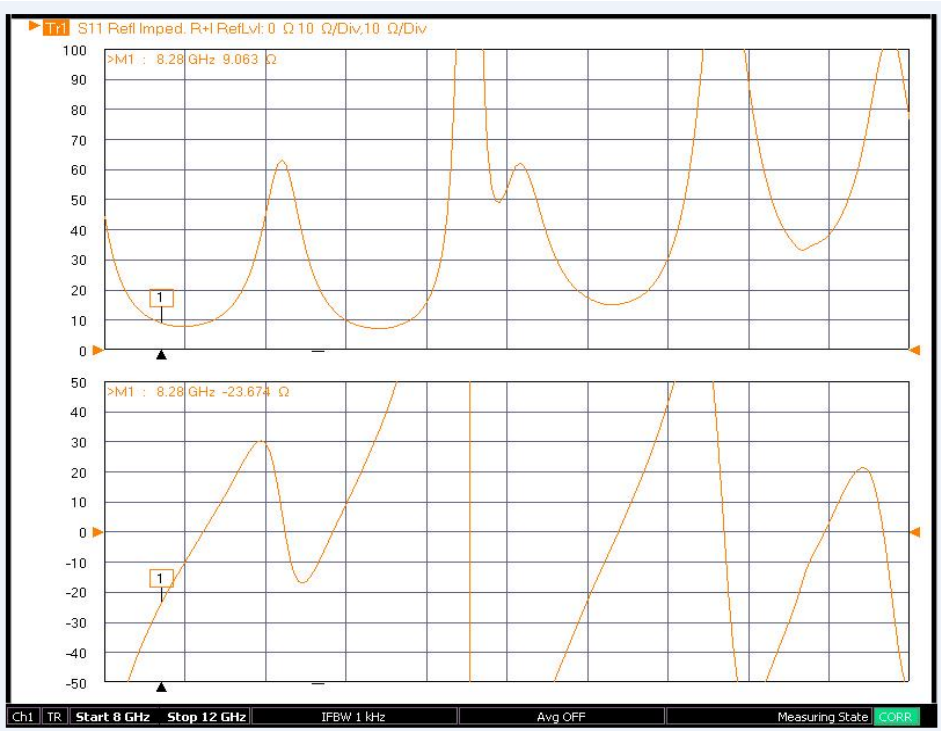
الشكل (12): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$) عند T=1150C^0



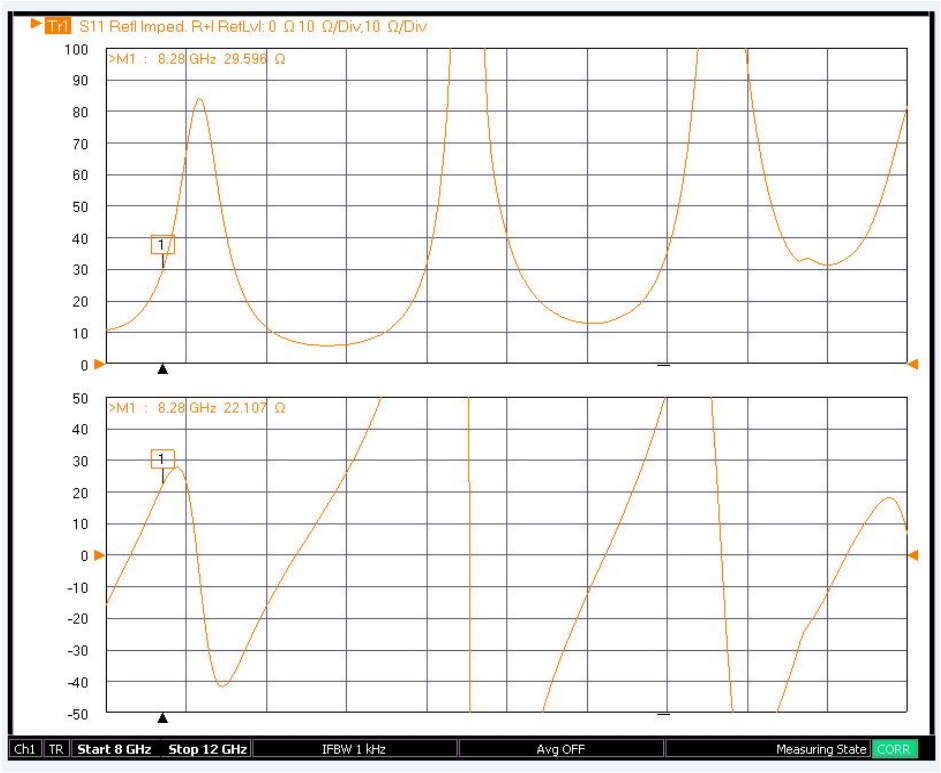
الشكل (13): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$) عند $T=1200\,C^0$



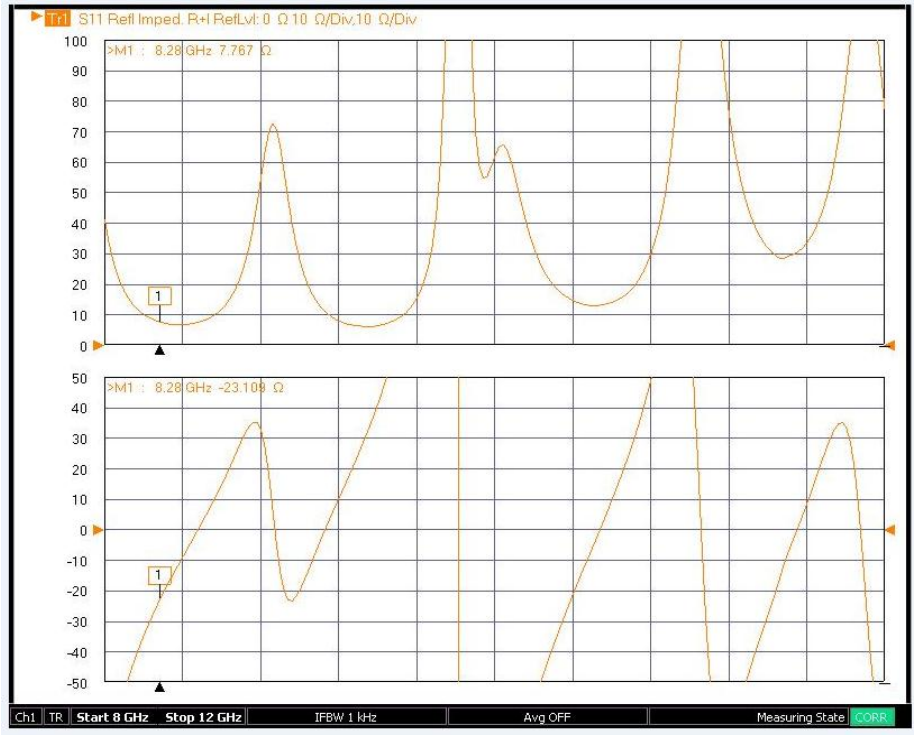
الشكل (14): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2CoZnFe_{12}O_{22}$) عند $T=1250\,C^0$



الشكل (15): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2Co_{0.8}Zn_{1.2}Fe_{12}O_{22}$) عند T=1150C^0



الشكل (16): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2Co_{0.8}Zn_{1.2}Fe_{12}O_{22}$) عند T=1200C^0



الشكل (17): يمثل الممانعة للعينة ($Ba_2Co_{0.8}Zn_{1.2}Fe_{12}O_{22}$) عند T=1250C^0

المصادر

[1] C. Yuzcelik, "Radar absorbing material design", M.sc., Science in Systems Engineering, the Naval postgraduate School, September, 2003.

[2] K. Hatakeyama, and I. Tetsuji; "The Best Ways to Absorb Electromagnetic Waves"; JEE, June, 1983.

[3] Y.Natio, "Electronics & Communications in Japan", Part 2, Vol.71, No.7, pp.77, 1988.

[4] Ü. Özgüri, Y. Alivov, and H. Morkoç, "Microwave Ferrites, Part 1: Fundamental properties", Journal of Materials Science: Materials in Electronics, pp.1-169, 2009.

[5] R. Dosoudil, "Determination of Permeability from Impedance Measurement Using Vector Network Analyzer", Joural of Elecrical Engineering, Vol.63, No.7s, pp.97-101, 2012.

[6] H.A. AL-Ammar, "Preparation and study of samples of ferrite as radar absorbing materials at X-Band microwaves", Ph. D. Thesis, physics ZDepartment, AL- Mustansiryah University, 2002 .

[7] L. Algie Lance, " Introduction to Microwave Theory and Measurements ", Hughes Aircraft Company Microwave Standards Laboratory, Instructor , Santa Monico City College , Los Angeles Trade Technical College (1964).

[8] Zeyad Tareq Ismael AL-Abbosi , "Preparation and Study the Absorption Properties of Ferrite Oxides using Ceramic Method", M.Sc.thesis, University of Al-Mustansiriya, College of Science, 2014.

[9] S. M. Ali, "Study and design Ferrite Material to Absorption Microwave in X band ", ph. D. thesis, Department of Applied Sciences, University of Technology (2001).

[10] S.M. Ali, "Study and design Ferrite Material to Absorption Microwave in X band ", ph. D. thesis, Department of Applied Sciences, University of Technology, 2001 .

[11] H. Yusr, "The Effect of The Temperature's Sintering on The Absorption of Hexagonal Ferrite $BaFe_{12}O_{19}$ For The Radar Waves on X -band", Vol.5, No.2, Journal science University of karbalaa, Vol.5, No.2, pp.12-15, 2007.