

## دراسة الانعكاسية لطلاء مضاد للانعكاس مكون من طبقة مفردة في منطقة الترددات المايكروية

علاء جبار غزالي الموسوي

قسم الفيزياء-كلية العلوم-جامعة ذي قار، العراق-الناصرية.

### الملخص

في هذا البحث تمت دراسة منحنى الانعكاسية في المنطقة المايكروية (منطقة الاطوال الموجيه الطويلة) ضمن مدى الترددات (8.5 – 12.5) GHz حيث تم استخدام نموذج لغشاء عازل (dielectric) متجانس الخواص (homogenous) من مادة MgF<sub>2</sub> معامل انكسارها n<sub>1</sub> = 1.38 بسمك بصري λ<sub>0</sub>/4، حيث (n = 1, 2, 3, 5) مرسبة على زجاج نوع BK-7 معامل انكساره n<sub>s</sub> = 1.52 حيث نحصل على انعكاسية صفرية عند طول موجة التصميم λ<sub>0</sub> حسب المعادلة :

$$n_1 = \sqrt{n_o n_s}$$

### Abstract

In this paper the reflection of Microwave region at frequencies range (8.5 – 12.5) GHz were studied. Where it used model of homogenous electric thin film from MgF<sub>2</sub> with refractive index (n<sub>1</sub> = 1.38) and verify optical thickness (n λ<sub>0</sub>/4) where (n= 1, 2, 3, 5) deposited on glass (BK –7) with reflective index. n<sub>s</sub> = 1.52 the zero reflection was get at design wave length λ<sub>0</sub> by using equation :

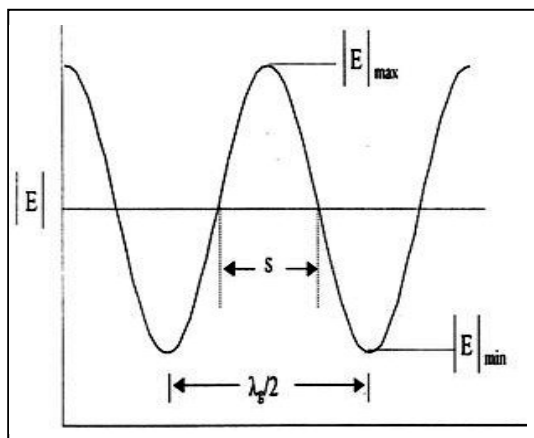
$$n_1 = \sqrt{n_o n_s}$$

### المقدمة

الحمراء (IR) وتمتد تردداتها بين (1-100) GHz واطوالها الموجية بين (0.3-30)cm وتقسم هذه المنطقة الى عدة انطقة بطرائق مختلفة [6,5]. ويعتبر النطاق المسمى (X-Band) احد اهم هذه الانطقة وذلك لاستخدامه في اكثر منظومات البث الراداري ويمتد هذا النطاق بين الترددات (8-12) GHz في تقسيم IEEE, كما موضح في جدول (1).

يستخدم الطلاء المضاد للانعكاس (Antireflection Coating) في اغلب التطبيقات البصرية حيث يعمل على تقليل خسائر الانعكاسية غير المرغوب فيها عند سطوح المكونات البصرية (Optical Component) [1] ويتكون من طبقة رقيقة (Thin layer) او عدة طبقات (Dielectric Material) [2] او من معدن (Metal) او من خليط من مواد عازلة (Mixture) [3], ترسب هذه المواد علنراضية اساس (substrate) من مواد عازلة او معدن [3,4]. تمتد منطقة الموجات الدقيقة (Microwaves) بين اعلى جزء في منطقة الترددات الراديوية (RF) وهي الترددات الراديوية الفائقة (UHF) وادنى جزء من منطقة الترددات تحت

للموجة الواقفة وهذه المسافة تمثل نصف الطول الموجي لدليل الموجة كما موضح في شكل [1].



الشكل (1) الاشكال الموجية في دليل الموجة

ولقياس نسبة فولتيات الموجات الواقفة Standing Wave Voltage Ratio او ما يكتب اختصاراً VSWR يتم استخدام المعادلة الآتية :

$$VSWR = \frac{E_{max}}{E_{min}}$$

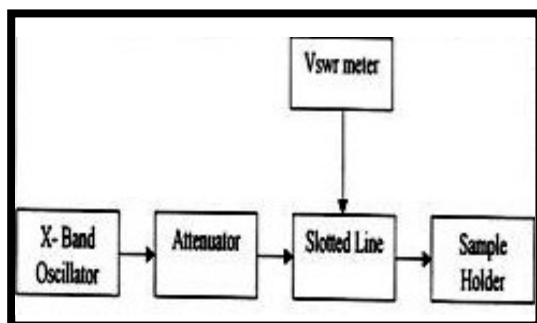
ويتم حساب  $\Gamma$  من المعادلة الآتية :

$$|\Gamma| = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

ولحساب الخسائر في الانعكاسية بالـ (dB) تستخدم المعادلة الآتية :

$$R(dB) = 20 \log |r|$$

وشكل (2) يوضح مخطط كتلي لمنظومة القياس غير المباشرة.



الشكل (2) مخطط كتلي لمنظومة القياس غير المباشرة

جدول (1) يوضح انطقة الترددات للموجات الدقيقة حسب تصنيف (IEEE) [7, 5].

Designation	Frequency range in GHz
HF	0.003-0.030
VHF	0.030-0.300
UHF	0.300-1.000
L band	1.000-2.000
S band	2.000-4.000
C band	4.000-8.000
X band	8.000-12.000
Ku band	12.000-18.000
K band	18.000-27.000
Ka band	27.000-40.000
Millimeter	40.000-300.000
Sub millimeter	>300.000

قياسات دليل الموجة (Waveguide measurement)

تنتقل الموجات في القابلات المحورية او في ادلة الموجات (Waveguides) (كما في الموجات الاخرى) وهناك عدة معادلات لحساب طول موجة دليل الموجة منها:

$$\lambda_g = \lambda_o \left[ 1 - \left( \frac{\lambda_o}{\lambda_c} \right)^2 \right]^{1/2}$$

حيث:  $\lambda_o$  الطول الموجي في الفضاء الحر

$\lambda_c$  طول موجي يمر خلال دليل الموجة (الطول

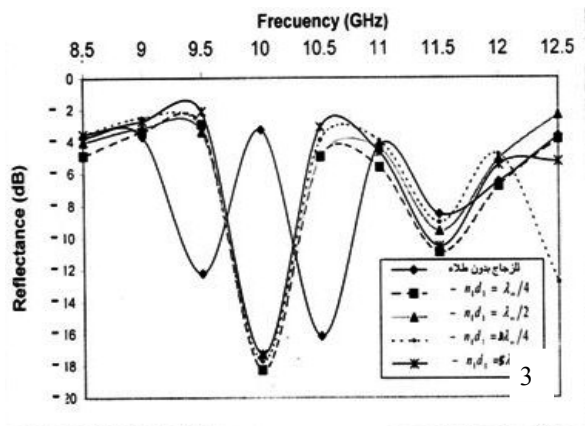
الموجي الحرج "Critical wavelength")

حيث ان الطول الموجي الحرج لدليل موجة مستطيل (Rectangular) عرضه  $a$  يعطى بالعلاقة

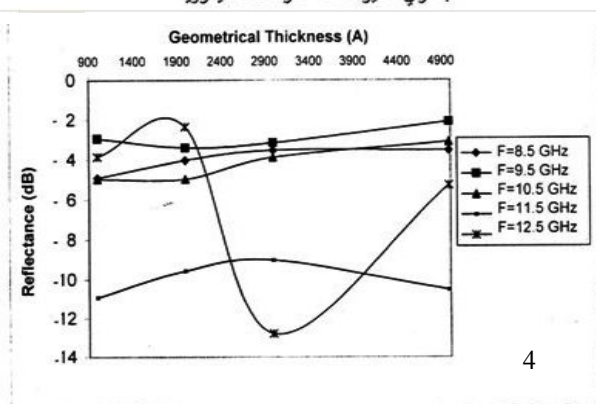
$$\lambda_c = 2a$$

وهناك طرائق عملية لحساب طول موجة دليل الموجة والتي هي في الحقيقة الموجة الواقفة Standing Wave من خلال قياس المسافة بين أي ذروتي انخفاض متجاورتين minima

## النتائج والمناقشة

الشكل ( 3 ) يوضح منحنى الانعكاسية بالـ (dB) كدالة للتردد لغشاء MgF<sub>2</sub> بسمك

بصري متغير لمنطقة الترددات المايكروية

الشكل ( 4 ) منحنى الانعكاسية بالـ (dB) كدالة للسمك الهندسي لغشاء MgF<sub>2</sub> لمنطقة

## المصادر

1. Cox J.T. and Hass G. (1962), "Triple - layer antireflection Coating on glass for the visible and near - infrared", J.Opt. Soc. Am. 52, 965.
2. Pulker H. K. (1960), "characterization of optical thin film", Appl. Opt. 18.
3. Chopra K.N., Grover O.P., and Hradynath R., (1979) "Antireflection Coating effective at two wave length simultaneously in the visible region using homogenously mixed dielectric " , Appl. opt. 15, 1750 .
4. ZZAM R.M.A.A, Habib E.Bu., Casset J., chassaigne G. and Gravier P., (1987) "Antireflection of an absorbing substrate by absorbing thin film at normal incidence" Appl. opt. 26, 719.
5. Liao S.Y. (1990) " Microwave Devices and Circuits", prentice Hall Inc. New Jersey ,.
6. Fuller A.J.B (1969) "Microwave", Pergamen press Ltd, oxford,.
7. AL-Yasiri A.J., (2000), ph. D.Thesis, univ. of Tech., Dept. of Appl. Scienc. Phys.

ان الحصول على معامل توهين (attenuation coefficient) بحدود (-18 dB) عند تردد (10 GHz) يعني ان الانعكاسية اقل من 5% وهي القيمة الحقيقية لانعكاسية الزجاج BK-7 أي ان الغشاء الرقيق لمادة MgF<sub>2</sub> المرسب على الزجاج عند معامل التوهين هذا يكون غائبا (Absent) وتتفاوت قيمته عند بقية معاملات التوهين حيث نلاحظ وفقاً لشكل (3) ان منحنى الانعكاسية مقاسا بالـ ( dB ) كدالة للتردد يسلك نفس السلوك لغشاء MgF<sub>2</sub> بسمك بصري مساو لـ (  $3\lambda_0/4$  ,  $5\lambda_0/4$  ,  $7\lambda_0/4$  ) وهذا يعني ان هناك توافق بالطور بين الاغشية المحضرة عند هذا السمك البصري ويعتقد حدوث تداخل بناء (Constructive interference) بين الاشعة الداخلة الى طبقات الطلاء والخارجة منها ضمن منطقة الترددات قيد الدراسة في حين نلاحظ انه لسمك بصري (  $nd = \lambda_0 / 2$  ) لنفس الغشاء المستخدم فانه عند تردد اكبر من (9 GHz) فان سلوك الغشاء يكون بشكل معكوس ويقوم وتغيرات اقل من بقية الاسماك البصرية وهذا يعني ان فرق الطور لايتفق مع بقية الاسماك البصرية ونلاحظ ان الحالة لاتستمر الى نهاية منطقة الدراسة حيث انه بعد تردد (11 GHz) يعود الغشاء عند هذا السمك البصري بالتناغم مع مثيلاته من الاسماك البصرية. اما في شكل (4) فاننا نلاحظ ان المنحنيات تتقارب من بعضها البعض عند السمك الفيزيائي المميز لكل حالة وبدقة عالية وهذا يعزى الى الشروط الدقيقة التي وضعت عند تصميم الاغشية وتودقة قياسات السمك البصري [9] حيث انه يمكننا اعتماد طريقة قياسات المعلمات الخاصة بدليل الموجة (الانعكاسية ،معامل الانعكاس ،معامل التوهين) كطريقة جديدة لقياس سمك الاغشية البصرية الرقيقة تضاف لبقية الطرائق الاخرى .

8. Aitusuler H.M. (1979), "Dielectric constant", Handbook; of Microwave Measurement.

9. علاء جبار غزالي (دراسة ظروف التحضير على السلوكية البصرية لطلاء مضاد لانعكاس الضوء باستخدام طريقة التبخير الحراري) رسالة ماجستير - كلية التربية - الجامعة المستنصرية 2001.