المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص اتصالات

تقنيات الميكروويف والأقمار الصناعية (عملي)

٢٤٧ تصل

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **تقنيات الميكروويف والأقمار الصناعية (عملي)** " لمتدربي تخصص "**الاتصالات**" في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

مولد الموجات الدقيقة

الوحدة الأولى : مولد الموجات الدقيقة

تمهيد :

إن توليد الطاقة الكهرومغناطيسية ذات الترددات العالية أي في نطاق GHz يمكن أن يتم باستعمال عدة ظواهر فيزيائية تخص مختلف العناصر المستعملة في توليد الموجات الدقيقة منها الصمامات مثل الكليسترون (Klystron) ومنها ماهو عناصر أشباه موصلات (semiconductor) مثل هزاز قان (Gunn) .

سنستعرض في هذه التجربة الأولى كيفية توليد الموجات الدقيقة ذات الترددات العالية في نطاق الجيجاهرتز.

أهداف التجربة :

١- تمكين المتدرب من فهم آليات توليد الموجات الدقيقة .

٢- إعطاء المتدرب القدرة على استعمال هزاز Gunn لتوليد الموجات الدقيقة .

٣- جعل المتدرب قادرا على التمييز بين الأنواع المختلفة من هزازات Gunn واختيارها حسب التطبيقات المتداولة .

المهارات المتداولة :

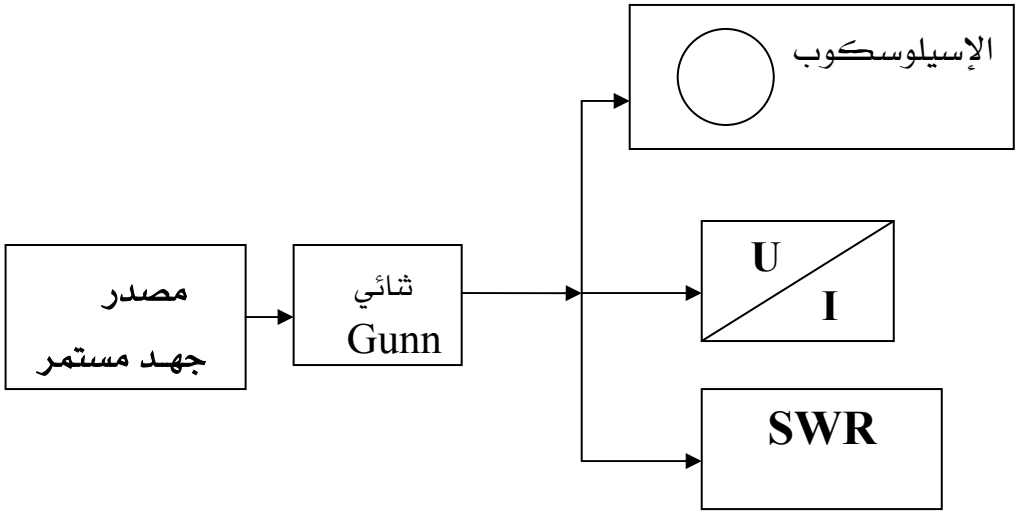
١- تركيب دارة لتوليد الموجات الدقيقة (microwave).

٢- قياس وقراءة خواص مولد الترددات العالية .

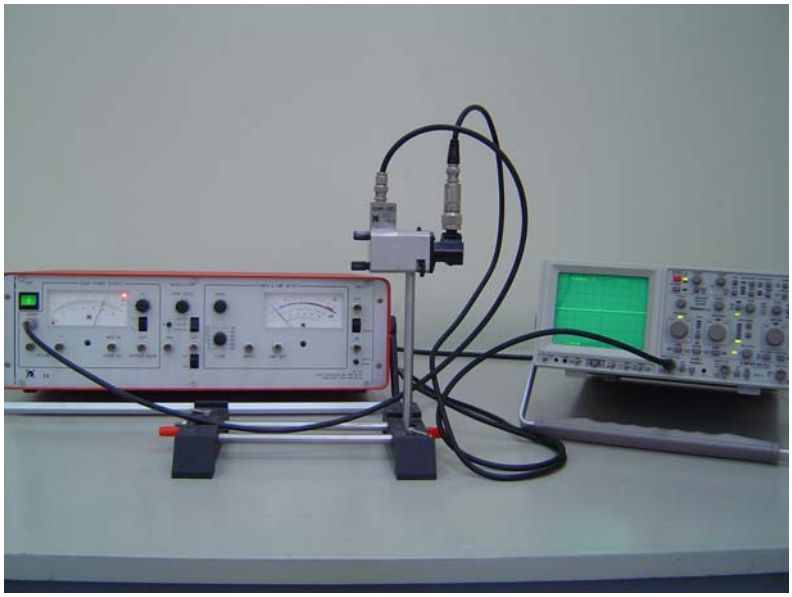
٣- تحديد مدى كفاءة المولد.

تجهيزات التجربة :

- ثنائي Gunn Diode مع الرنان المجوف.
- مصدر جهد مستمر متغير القيمة مع جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة (**SWR**)
- الإسيليسكوب.
- عدد من التوصيلات ذات ممانعة محورية.
- مكشاف.



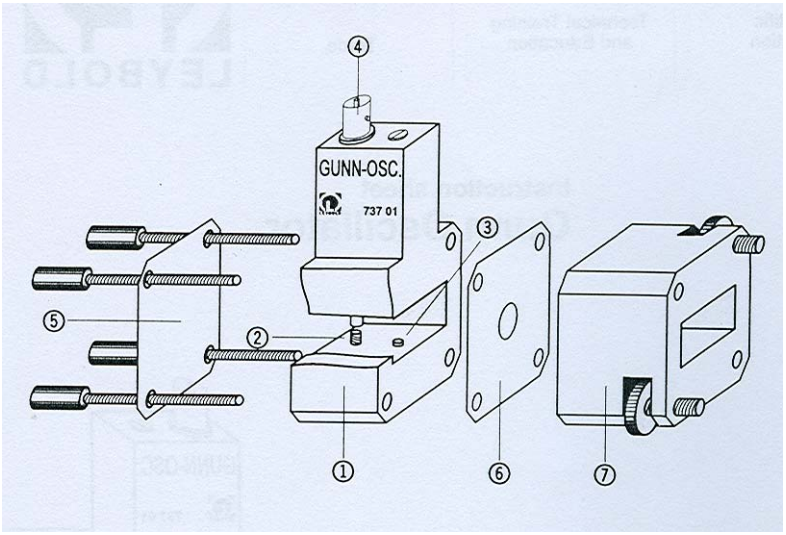
التصميم الصندوقي للتجربة



مثال عملي لتركيب التجربة

خطوات التجربة :

١. قياس أبعاد الرنان المجوف S و A حسب الشكل



٢. استنتاج تردد الرنان بالجيجاهرتز حسب المعادلة التالية:

$$F[GHZ]=15[1/a^2+1/s^2]^{1/2}\ ,\ a[cm],\ s[cm]$$

٣. إغلاق الرنان المجوف وتوصيله بجهاز التغذية المتغير بمدخل ثنائي من 1V إلى 10V مع العلم أن تغذية الرنان لاتتعدى قطر 10V .

٤. توصيل خرج الرنان عن طريق المكشاف بإسيليسكوب .

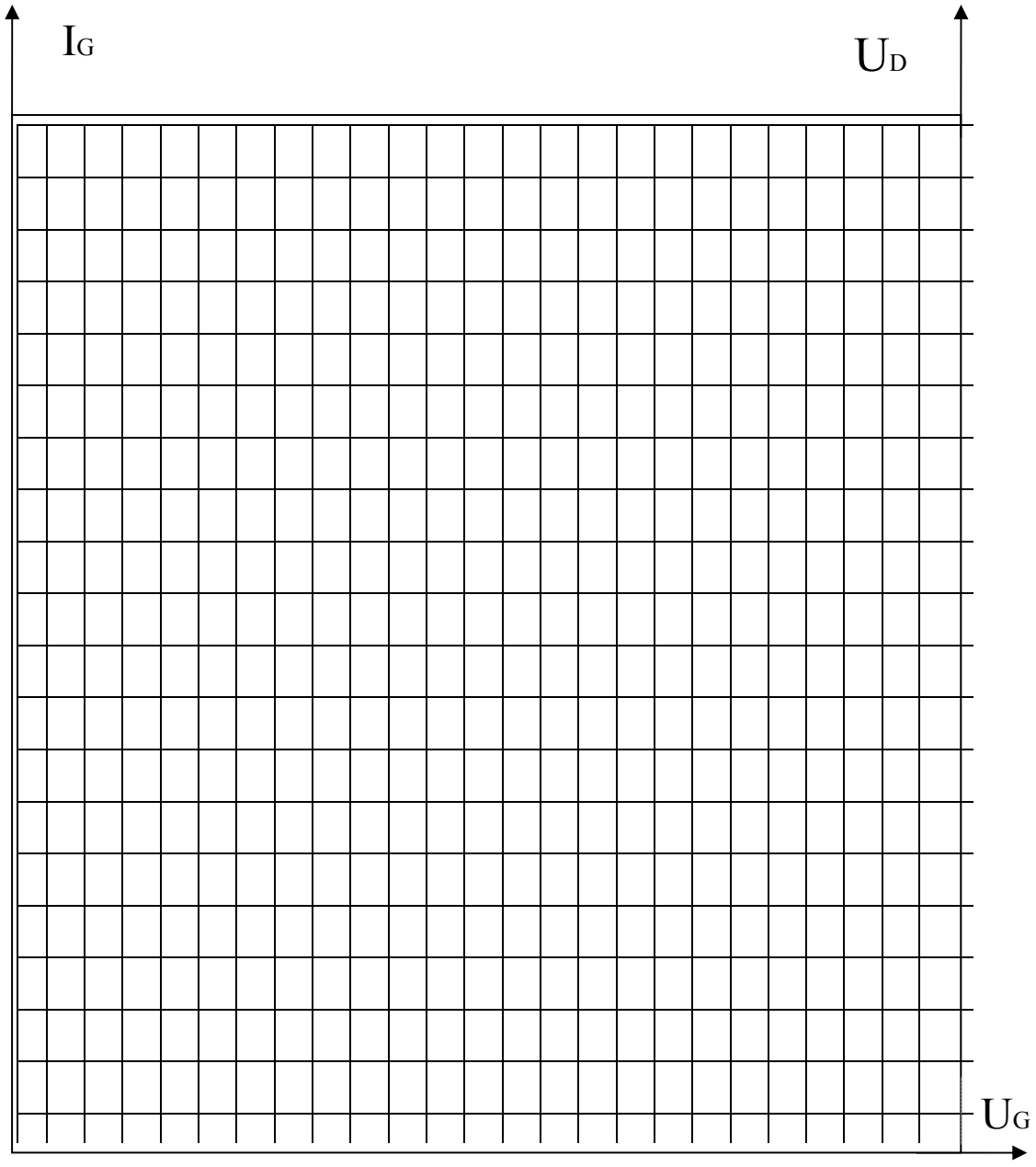
٥. فتح جهاز التغذية وزيادة الجهد تدريجيا من 0V إلى 10V بخطوة 0.5V وتسجيل النتائج في الجدول .

U_G جهد التغذية	I_D (mA)	U_D (mv)
0.0		
0.5		
1.0		
1.5		
2.0		
2.5		
3.0		
3.5		
4.0		
4.5		
5.0		
5.5		
6.0		
6.5		
7.0		
7.5		
8.0		
8.5		
9.0		
9.5		
10		

جدول قيم التيار والجهد المقاسة

٦. في نفس الوقت مع تغير جهد التغذية سجل قياسات خرج الجهد من الأسوليسكوب وضع هذه النتائج في نفس الجدول في عمود U_D.

٧. ارسم منحنى ثنائي القان في الإحداثيات المبينة في الشكل 3 .



الشكل 3: إحداثيات لرسم منحنى ثنائي Gunn

٨. ارسم على نفس الإحداثيات في الشكل 3 جهد الخرج U_D كدالة لجهد التغذية .
بين ماذا يمكن أن تستنتج بالنسبة لبداية الرنين :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية

استقطاب مجال البث

الوحدة الثانية : استقطاب مجال البث

تمهيد :

إن المجالات من المايكروويف هي مجالات كهرومغناطيسية وبالتالي لها متجه للمجال الكهربائي ومتجه للمجال المغناطيسي متعامدان على اتجاه انتشار موجة المايكروويف . وبما أن اتجاه المجال الكهربائي هو المهم بالنسبة للاستقبال بواسطة مكشاف المجال لذا سمي استقطاب الموجة . ولذلك معرفة استقطاب المجال مهم عند التطبيقات .

أهداف التجربة :

تمكين المتدرب من معرفة أنواع الاستقطاب الخطي.

١- تمكين المتدرب من تحديد استقطاب المجال.

٢- تمكين المتدرب من توليد استقطاب محدد من استقطاب عام.

المهارات المكتسبة :

١- التعود على التعامل مع مجالات الموجات الدقيقة.

٢- التمييز بين أنواع الاستقطاب الخطي للموجات الدقيقة.

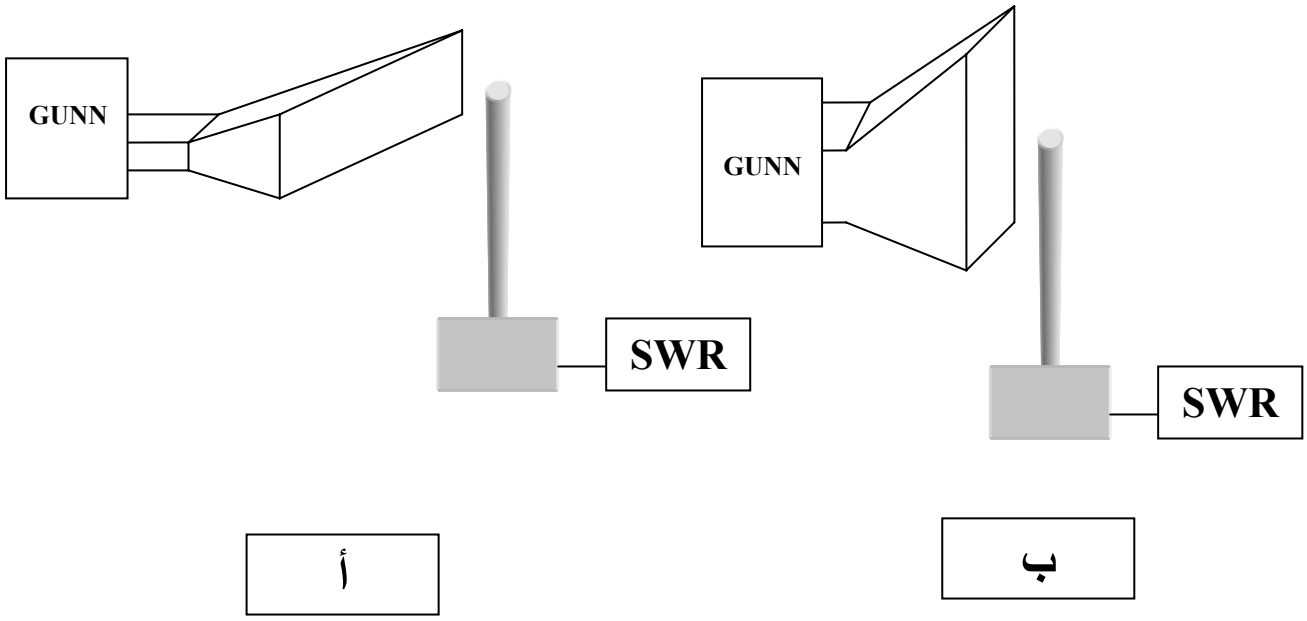
٣- اتقان استعمال مرشحات الاستقطاب لمجال الموجة الدقيقة.

تجهيزات التجربة :

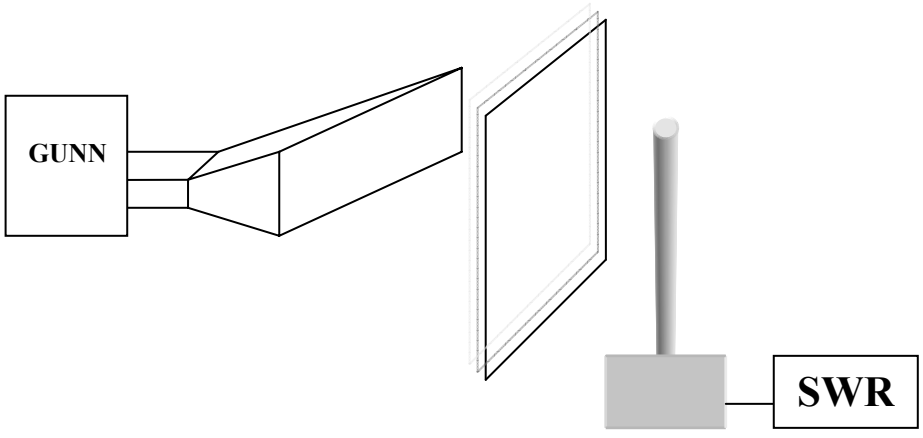
١. مولد الموجات الدقيقة مثل رنان (Gunn Oscillator).
٢. مصدر جهد مستمر لتغذية المولد.
٣. جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة.
٤. مكشاف المجال الكهربائي.
٥. هوائي البوق.
٦. مرشح على شكل شبيكات من أسلاك متوازية.

٧. حوامل لتركيز العناصر.

٨. عدد من التوصيلات المحورية.



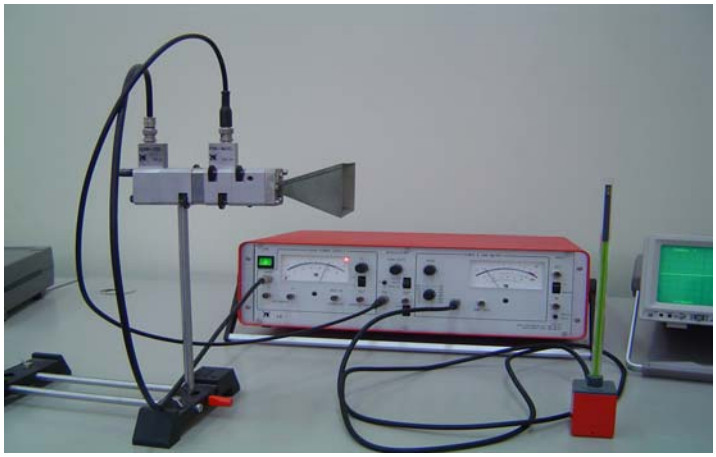
مخطط شكل1



مخطط شكل 2

خطوات التجربة :

الجزء الأول : استقطاب المجال الكهرومغناطيسي لهوائي البوق



مثال عملي لتركيبة التجربة جزء 1

١- ركب هوائي البوق مع مولد الموجات الدقيقة وضع مكشاف المجال أمام البوق حسب الطريقتين المبينتين في شكل واحد على التوالي.

٢- عدل جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة **SWR** بتثبيت العارضة (Display) على الصفر **db** .

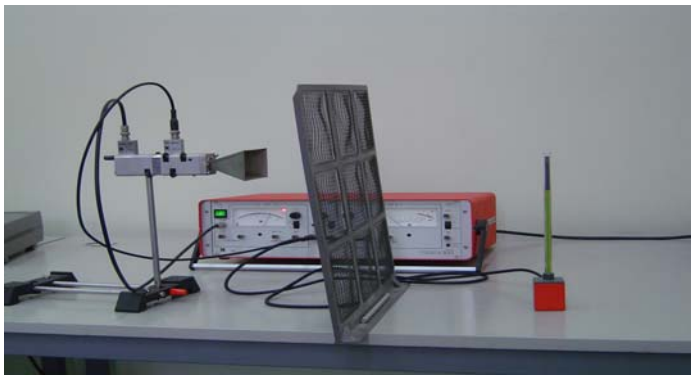
٣- شغل تغذية القان حتى يشع البوق واقرأ القياس على عارضة **SWR** وهذا القياس متناسب حسب القانون الآتي :

$$a = 10 \log |Ex|^2$$

٤- أعد نفس قياس ٣ حسب الجزء من الشكل رقم ١ واذكر ماهو الفرق.

٥- ماذا نستنتج في مايخص استقطاب مجال إشعاع البوق.

الجزء الثاني من التجربة:



مثال عملي لتركيبة التجربة جزء2

١. استعمل مرشح الاستقطاب في وضع عمودي حسب الشكل٢ بين البوق وكشاف المجال .
٢. أعد نفس الخطوات ١و٢و٣ من الجزء الأول لهذه التجربة.
٣. أعد نفس الخطوات السابقة مع القياسات في وضع مرشح الاستقطاب أفقيا.
٤. أعط استنتاجات بالنسبة لهذه الخطوات .
٥. ابدأ بالوضع العمودي للمرشح المبين في الخطوة ١ و أدر بخطوة نحو الاتجاة الأفقي بخطوات ١٥ درجة وسجل القياسات حسب الجدول التالي ثم بين ماذا تلاحظ:

$\Phi(_o)$	$U_{rec}\ (_{dB})$	$COS^2(\Phi)$	$U_{rec}(\Phi) / U_{rec}(o)$

دون ملحوظاتك :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

الانعكاس و الانتقالية

الوحدة الثالثة: الانعكاس و الانتقالية

تمهيد:

إذا أسقطت موجة كهرومغناطيسية مستوية عموديا على مستوى عازل فإنه عادة ماينعكس جزء منها وينفذ الجزء الآخر خلال المستوى وتكون سعة وطور المجال الكهربائي المنعكس Er مرتبطة بخاصيات الموجة المسقطة Ein بواسطة معامل الانعكاس Γ.

أما سعة وطاقة المجال الكهربائي للموجة المنقلة (Transmitted Wave) فتكون مرتبطة بخاصيات الموجة المسقطة بواسطة معامل النقالية T

أهداف التجربة:

تهدف هذه التجربة إلى تمكين المتدرب من :

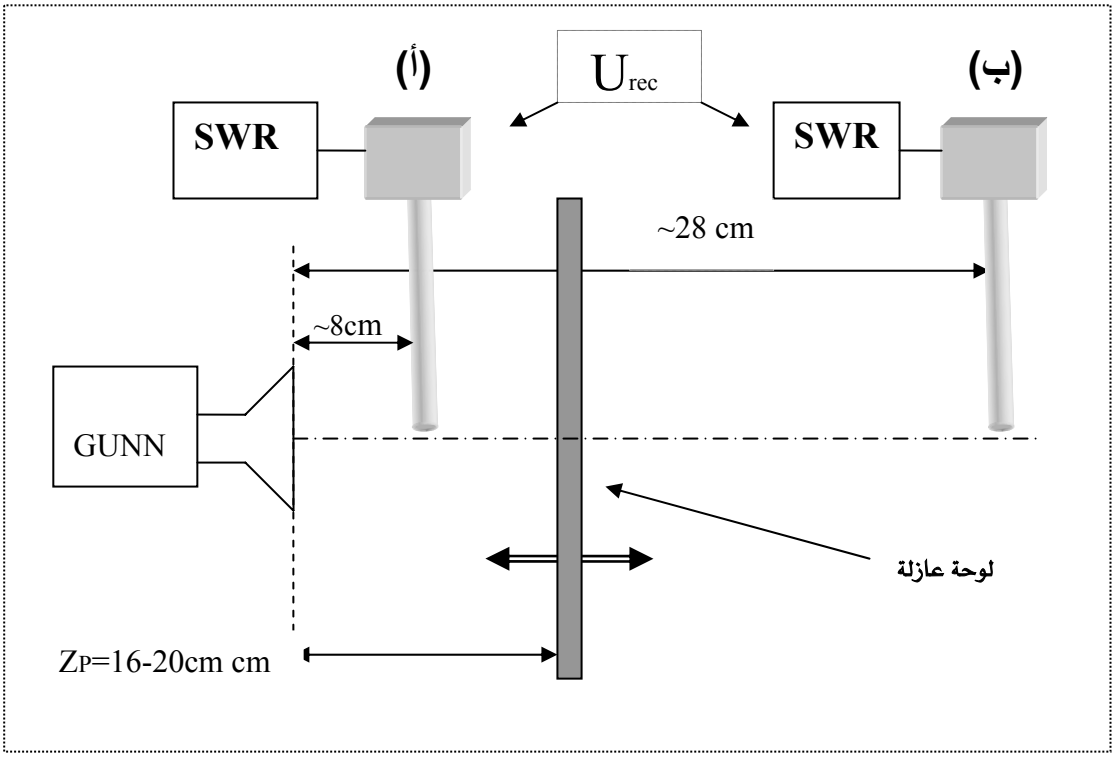
١. التعرف على مفهوم الانعكاس والنفاذية .
٢. قياس معامل الانعكاس والنفاذية.
٣. تعرف المتدرب على الخاصيات المؤثرة في انعكاس الموجة الكهرومغناطيسيه ونفاذيتها خلال الأجسام العازلة .
٤. التحكم في مقدار الانعكاس والنفاذية حسب حالات التطبيق العملية.

المهارات المكتسبة:

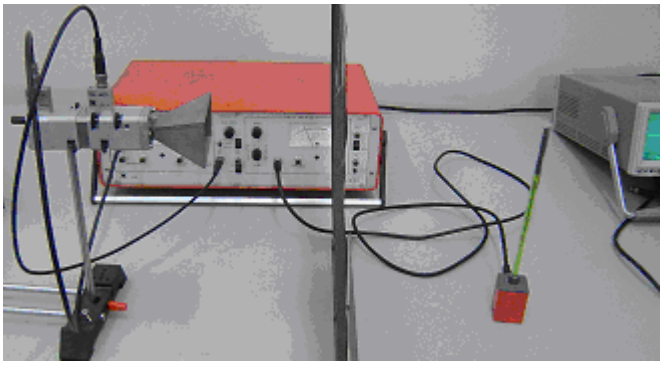
١. تمكين المتدرب من تحديد خاصيات الأجسام العازلة في المجالات الكهرومغناطيسية وذلك بإتقان قياس الانعكاس والنفاذية.
٢. اكتساب المتدرب خبرة في تهيئة وتركيب نظام قياس الانعكاس والنفاذية في نطاق الموجات الدقيقة.
٣. الاستفادة من خاصية الانعكاس والنفاذية للمجالات الكهرومغناطيسية في مجالات تقنية الاتصالات.

تجهيزات التجربة :

١. ١مولد الموجات الدقيقة مثلاً (Gunn).
٢. ١مصدر جهد مستمر لتغذية المولد.
٣. ١جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة .
٤. ١مكشاف المجال الكهربائي.
٥. ١هوائي البوق .
٦. ١ مرشح على شكل شبكيات من أسلاك متوازية .
٧. ٣حوامل لتركيز العناصر.
٨. عدد من التوصيلات المحورية.
٩. لوحه عازلة.



شكل 1 : التصميم الصندوقي للتجربة



شكل 2: التركيبة العملية للتجربة

خطوات التجربة:

تنفذ هذه التجربة لقياس الانعكاس والنفاذ بالنسبة للوحة عازلة في مجال الموجات الدقيقة حسب الخطوات التالية:

١. هيئ التجربة حسب شكل ١ .
٢. غذّ مولد الموجات الدقيقة حسب خطوات التجربة السابقة .
٣. ضع مكشاف المجال الكهربائي على بعد ٢٨ ملم تقريبا من البوق دون وجود اللوحة العازلة بينهما
٤. سجل قيمة الجهد المقاس في الجدول الأول.
٥. ضع اللوحة العازلة بين البوق والمكشاف حيث إنها تحجب الأول عن الثاني .
٦. غير بعد اللوحة عن البوق في مجال من ١٦مم إلى ٢٠مم ودون القياسات .
٧. حدد الموقع الذي يكون فيه القياس قد بلغ حده الأقصى.
٨. غير موضع المكشاف على بعد حوالي ٨مم من البوق لتحديد معامل الانعكاس.

Z_P [cm]					
$U_{rec(ZP)}$/dB					

جدول 1

٩. غير موضع اللوحة العازلة في المجال من ٢٠مم إلى ١٦مم وسجل القيم المقاسة في الجدول٢

Z_P [cm]					
$U_{rec(ZP)}$/dB					

جدول 2

١٠.حدد الموقع الذي يكون فيه القياس U_{rec} قد بلغ حده الأقصى.

نتائج القياسات:

بما أن المكشاف متصل مع جهاز قياس عن طريق ثنائي مقاوم ذي خاصية القانون التربيعي فإنه يمكن القول أن نسبة الجهد المقاس تساوي نسبة الطاقة وتساوي تربيع معامل الانتقالية T^2

$$T^2 = P_{tr}/P_{in} = U_{rec} / U_{rec\,o}$$

١. حدد معامل التغذية من قياسات الجدول الأول إذا كان عددها N بالطريقة التالية:

$$T = (1/N)\Sigma\, U_{rec(Zp)} / U_{rec}$$

٢. حدد نسبة الموجة المستقرة **SWR** من قياسات جدول٢ حسب الطريقة التالية:

$$S = (U_{rec,max} / U_{rec,min})^{1/2}$$

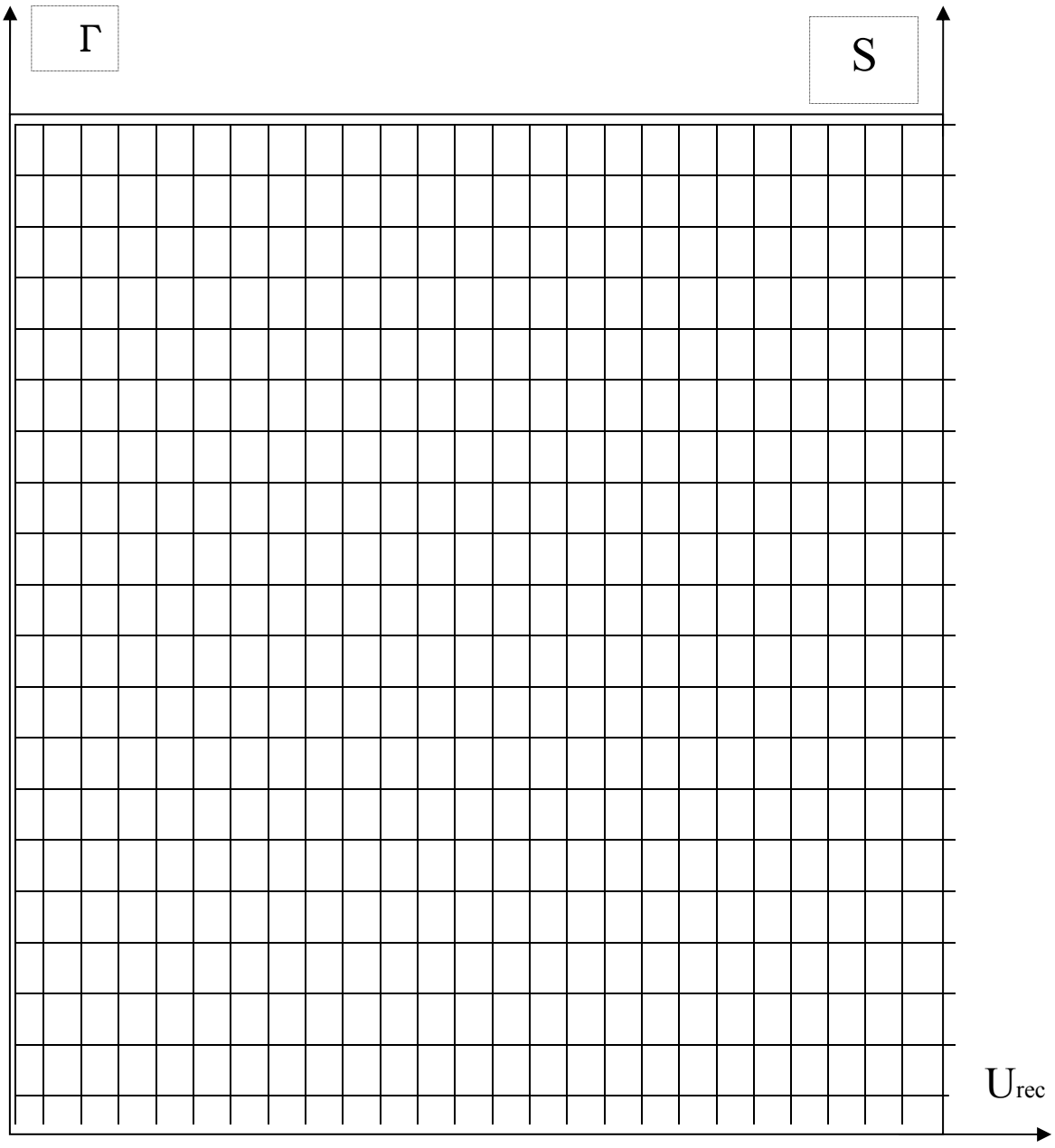
٣. من نسبة الموجات المستقرة S حدد معامل الانعكاس بالطريقة التالية :

$$\Gamma = (S-1)/(S+1)$$

٤. دون نتائج قياس الانتقالية T ومعامل الانعكاس في جدول منفصل

T	Γ

٥. ارسم على رسم بياني نتائج الداول السابقة في الإحداثيات التالية :



دون استنتاجاتك من الرسم البياني السابق :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

انتشار الموجات الدقيقة في الدليل الموجي المرن

تمهيد :

إن المجالات الكهرومغناطيسية الصادرة عن هوائيات الموجات الدقيقة تكون عادة منتشرة في اتجاه المحور الهوائي فإذا ما أردنا توجيهها في اتجاهات أخرى نستعمل دليل الموجة الذي يمكننا من إيصالها للعنصر الموجود في أي اتجاه كان .

وبصورة خاصة إذا كان الدليل الموجي مرناً (Flexible) فإنه يسهل انعطافه إذا ما اقتضت الحاجة لإيصال عناصر ما في أماكن منزوية في تركيبات المايكروويف .

أهداف التجربة:

تهدف هذه التجربة إلى تحقيق الغايات التالية:

١. التعرف على كيفية عمل الدليل الموجي.
٢. الاطلاع على كيفية انتشار الموجات داخل الدليل الموجي .
٣. التعرف على مؤثرات الموجة أثناء انتشارها في الدليل الموجي.

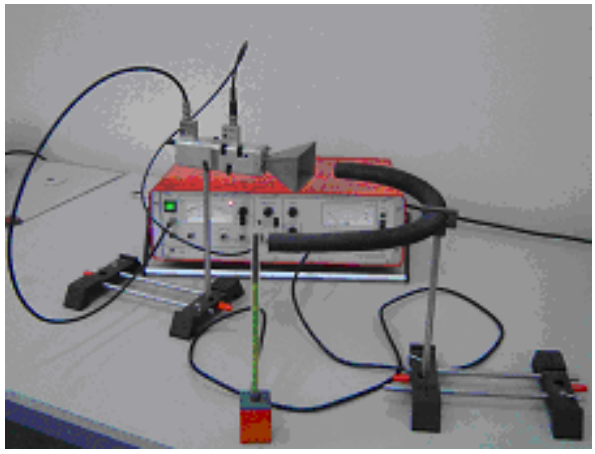
المهارات المكتسبة :

تمكن هذه التجربة المتدرب من اكتساب المهارات التالية:

١. إتقان التعامل مع الدليل الموجي المرن ومركباته.
٢. اكتساب خبرة في اختيار الدليل الموجي المرن المناسب للتطبيق المناسب.
٣. خبرة في قياسات خصائص الدليل الموجي المرن وتقنياته.

تجهيزات التجربة:

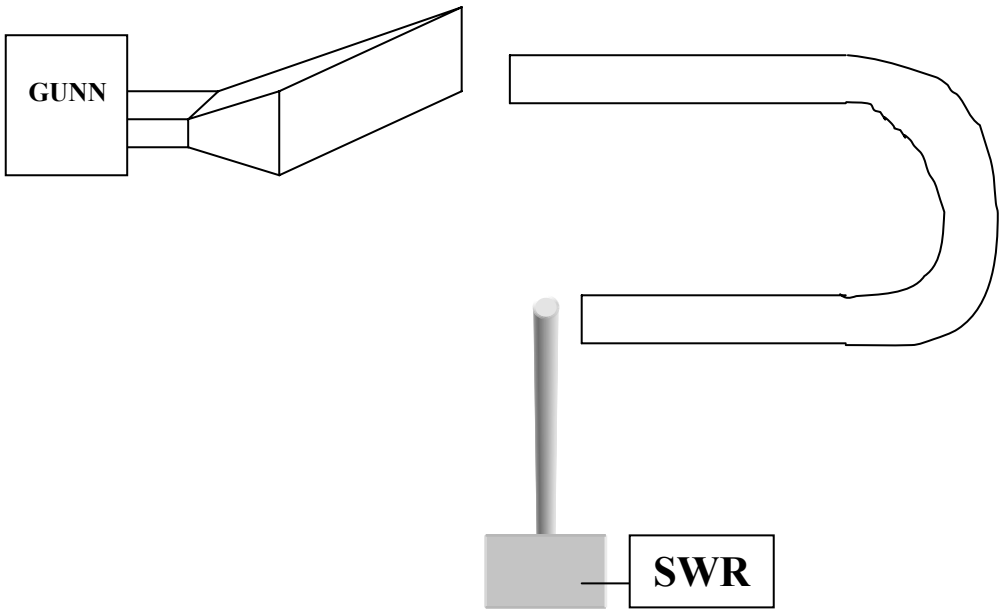
١. مولد الموجات **الدقيقة** (Gunn Oscillator) .
٢. مصدر جهد مستمر لتغذية المولد .
٣. جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة.
٤. مكشاف المجال الكهربائي.
٥. هوائي البوق.
٦. مرشح على شكل شبكيات من أسلاك متوازية .
٧. ثلاثة حوامل لتركيز العناصر.
٨. عدد من التوصيلات المحورية BNC .
٩. الدليل الموجي المرن



مثال عملي لتركيب التجربة

خطوات التجربة:

١. هيئ تركيب التجربة حسب شكل ١



شكل 1 : تصميم صندوقي للتجربة

٢. غذّ مولد الموجات الدقيقة حسب ماهو مبين في التجربة عدد٢ وافتح جهاز القياس.

٣. ضع مكشاف المجال الكهربائي على بعد حوالي ٥٠مم بشكل موازٍ له بحيث ينعدم الاستقبال بشكل تام تقريبا حسب ماهو مبين في شكل١.

٤. ثبت الدليل الموجي المرن أمام البوق بحيث تكون إحدى نهايتيه أمام البوق والثانية أمام المكشاف حسب الوضع المبين في شكل١
٥. اقرأ قياسات الجهد
٦. ماذا تستنتج؟

نتائج القياسات:

لبيان الفقد الحاصل في الموجة عند انتشارها في الدليل الموجي المرن يجب القيام بالقياسات التالية:

١. قم بالقياس بواسطة مكشاف المجال في نقطة بداية الدليل الموجي المرن ثم قس في نقطة نهاية الدليل الموجي المرن.
٢. استنتج من القياسات أعلاه قيمة الفقد $a[dB/m]$ حسب طول الدليل الموجي المرن.

$$\alpha\ [db] = U_{rec\ in} - U_{rec\ out}$$
$$a[dB/m] = \alpha/\lambda$$
λ=طول الدليل الموجي

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

تأثير ظاهرة (دوبلر)

الوحدة الخامسة : تأثير ظاهرة (دوبلر)

تمهيد :

في الربط اللاسلكي بين الإرسال والاستقبال تكون الإشارة المستقبلة لها نفس التردد للإشارة المرسلة إذا كان البعد بين الإرسال والاستقبال ثابتاً . إما إذا كان البعد بين الإرسال والاستقبال متغيراً فإنه يحدث لتردد الإشارة إزاحة بالنسبة لتردد إشارة الإرسال وهذه الظاهرة تسمى ظاهرة دوبلر فإذا كانت سرعة التنقل V_R فإن إزاحة التردد تعطى حسب القانون التالي:

$$\Delta f_D = V_R / (\lambda/2)$$

λ هي طول موجة الإشارة المرسلة $\lambda = c/f$

أهداف التجربة :

١. التحقق من وجود ظاهرة دوبلر.
٢. التعرف على آثار ظاهرة دوبلر على الإشارة المرسلة.
٣. التمكن من قياس سرعة الوسائل المتنقلة باستعمال الموجات الدقيقة.

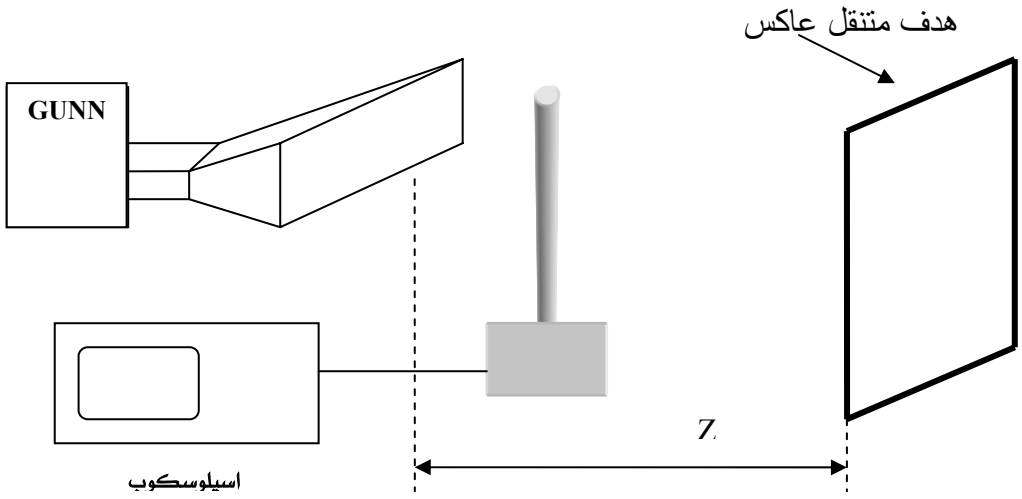
المهارات المكتسبة :

١. التمكن من فهم واقع رادار السرعة.
٢. كسب خبرة في كيفية قياس إزاحة التردد دون الأجهزة المعقدة.
٣. فهم الأخطاء الناتجة في قياس التردد عندما يكون جهاز الاستقبال متنقلاً.

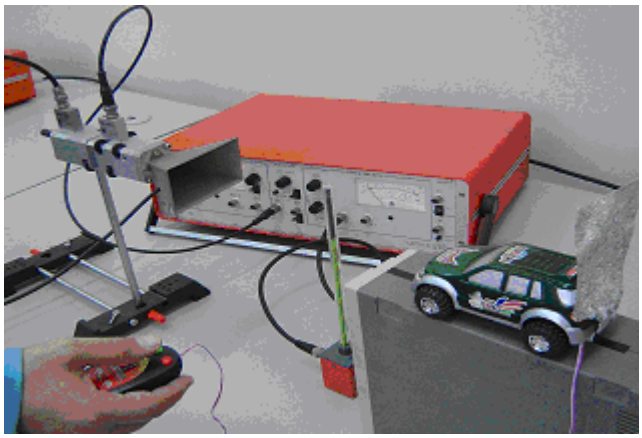
تجهيزات التجربة :

١. مولد الموجات الدقيقة مثل رنان (Gunn Oscillator).
٢. مصدر جهد مستمر لتغذية المولد
٣. . جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة
٤. مكشاف المجال الكهربائي.
٥. هوائي البوق.
٦. حوامل لتركيز العناصر
٧. عدد من التوصيلات المحورية

٨. أسيلوسكوب
٩. هدف متنقل (نموذج سيارة أو قطار متنقل)



الشكل 1 :التصميم الصندوقي للتجربة



مثال عملي لتركيب التجربة

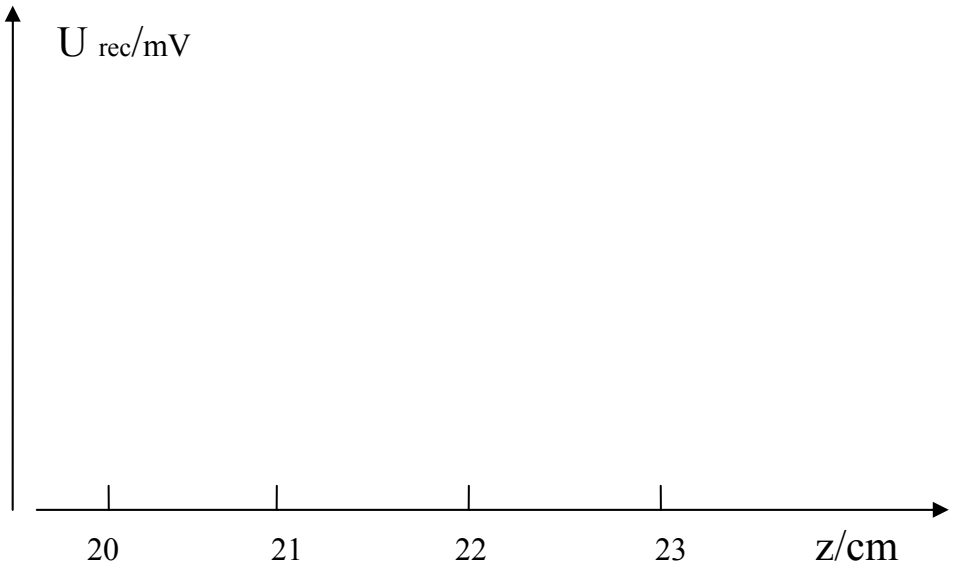
خطوات التجربة :

١. أوصل التغذية بمولد الموجات الدقيقة حسب ماهو مبين في الشكل١
٢. ضع مكشاف المجال الكهربائي على بعد ٣ ملم من البوق بحيث تبعده عن المحور جانبيا بـ٣مم.
٣. أوصل المكشاف بالأسيلوسكوب في مدخل الجهد المستمر .
٤. ضع لوحه ناقلة على بعد ٢٠ ملم من البوق.
٥. قم بإبعاد اللوحة الناقلة من ٢٠ ملم إلى ٢٣ملم بخطوة ٢ملم.
٦. اقرأ قياس الجهد من الأسيلوسكوب ودونه في العمود الثاني من الجدول١.

d[mm]	U_{rec}[mV]
200	
202	
204	
206	
208	
210	
212	
214	
216	
218	
220	
222	
224	
226	
228	
230	

نتائج القياس:

١. ارسم في الإحداثيات التالية الجهد المقاس حسب الجدول رقم١



٢. من المنحنى المتحصل عليه في الإحداثيات السابقة والذي له شكل الدالة الجيب sin حدد دورة المنحنى : $T=1/\Delta f_D$ مع الأخذ بعين الاعتبار السرعة المستعملة (1 m/s) .

٣. حدد إزاحة التردد.

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

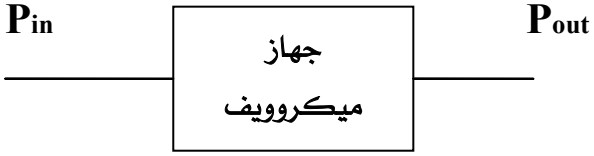
قياسات بواسطة أجهزة الفقد

الوحدة السادسة : قياسات بواسطة أجهزة الفقد

تمهيد :

في قياسات الموجات الدقيقة عادة مانحتاج إلى خفض الطاقة الصادرة عن المولد قبل إيصالها للحمل أو لجهاز ما وذلك باستعمال عناصر فقد :موهن Attenuators وتستعمل كذلك لمعايرة أجهزة القياس عند تحديد خصائص الحمل وفي هذه الحالة تستعمل عناصر الفقد المتغيرة variable Attenuator .

إن مصطلح الفقد Attenuation هو A[dB] نسبة الطاقة المرسلة بين الدخل والخرج لجهاز ما.



$$A[dB] = -10 \log (P_{out} / P_{in})$$
$$= P_{in}[dB] - P_{out}[dB]$$

أهداف التجربة :

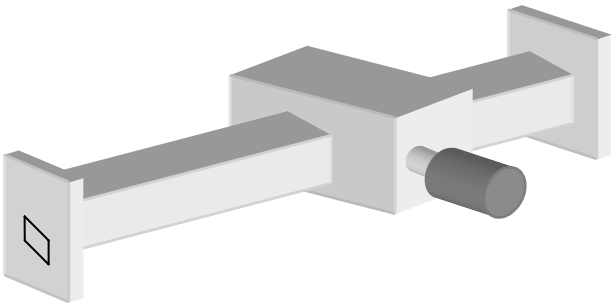
تهدف هذه التجربة إلى تطبيق وتثبيت كيفية عمل قياسات الفقد باستخدام طريقة نسبة الطاقة كما تهدف إلى فهم وتطبيق عمليات المعايرة في دوائر المايكروويف وتحديد منحنياتها.

المهارات المكتسبة :

١. إتقان عملية معايرة أجهزة المايكروويف عند القياسات المختلفة.
٢. فهم عملية الفقد الحاصل عند تركيب الأجهزة في دوائر المايكروويف .
٣. التمكن من استعمال منحنى أجهزة الفقد المتغيرة لغايات التوليف.
٤. موهن Attenuator
٥. حمل معلوم القيمة ، مثلا Thermistor

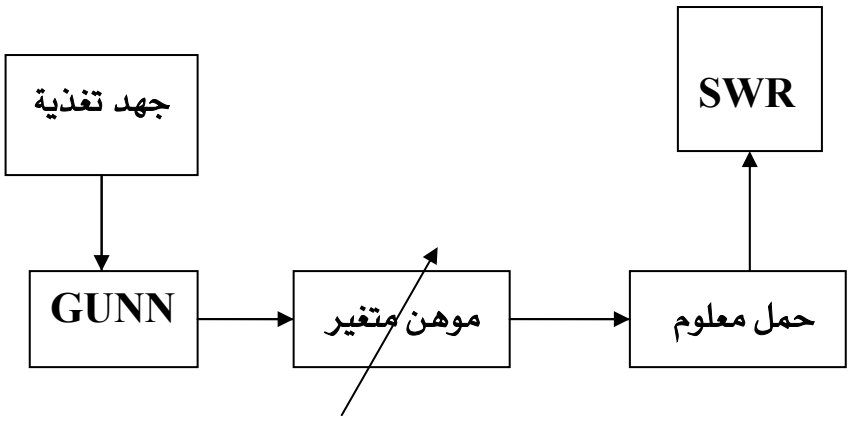
تجهيزات التجربة :

- ثنائي **Gunn Diode** مع الرنان المجوف.
- مصدر جهد مستمر متغير القيمة مع جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة (**SWR**)
- الإسيليسكوب.
- عدد من التوصيلات ذات ممانعة محورية.
- موهن متغير.



موهن متغير القيمة

خطوات التجربة :



التصميم الصندوقي للتجربة

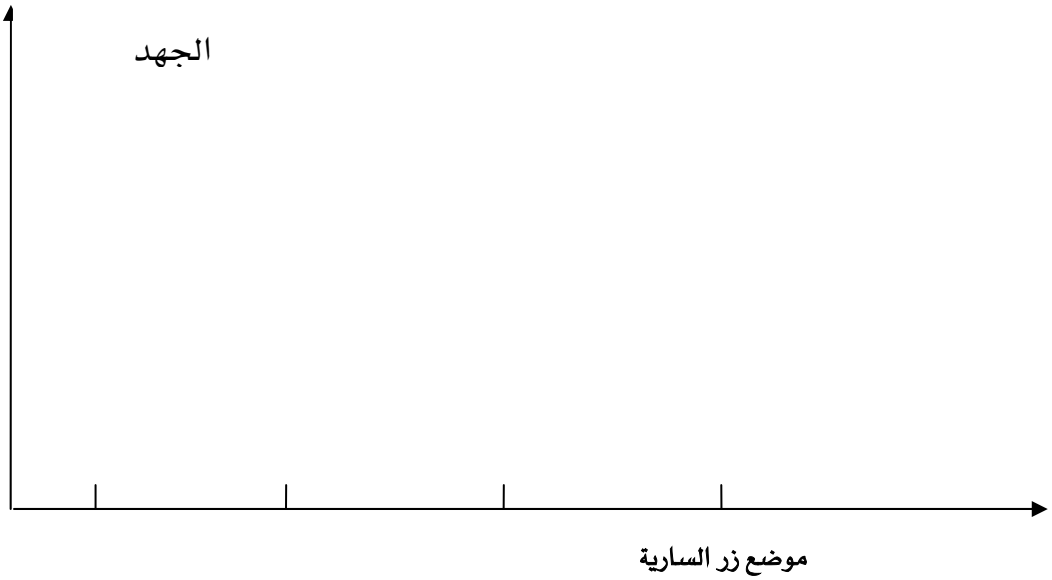
مثال عملي لتركيب التجربة

١. ثبت الموهن المتغير على **0 dB** بواسطة سارية القياس على الموضع 0.0مم
٢. دون هذه القيمة في الجدول١ أسفله.
٣. قم بضبط الموهن بحيث يقع تغيير فقده حسب خطوات القياس 0.05مم من 0 إلى 4.5مم.
٤. قم بقراءة القيمة القصوى المسجلة على جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة.
٥. دون هذه القياسات في الجدول١

الجهد المقاس	موقع سارية القياس
	0.0
	0.5
	1.0
	1.5
	2.0
	2.5
	3.0
	3.5
	4.0
	4.5

نتائج القياسات:

١- من النتائج التي تحصلت عليها في الجدول١ قم بتحديد منحنى الفقد للموهن المتغير في الإحداثيات وهذا المنحنى هو عبارة عن منحنى المعايرة أو القياس للموهن.



٢- دون استنتاجاتك.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

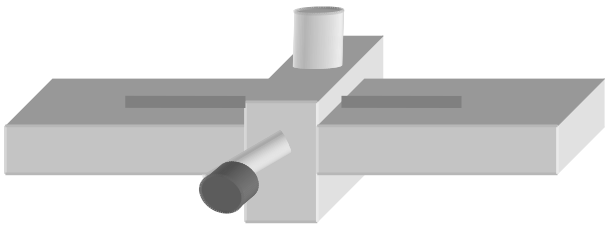
خط القياس الشقي

الوحدة السابعة : خط القياس الشقي

تمهيد :

في تحديد القياسات في دوائر المايكروويف كقياسات خصائص ومعامل الانعكاس ونسبة الموجة المستقرة نستعمل خط القياس الشقي.

وهو دليل موجي ذو شق طولي في وسط سطحه العريض يتخلله مكشاف المجال الكهربائي قابل للانزلاق على طول الشق حسب مقياس مليمتري.



شكل 1 : خط القياس الشقي للميكروويف

يوصل المكشاف عن طريق ثنائي الكشف في خاصية القانون التربيعي بجهاز القيس SWR فنحصل على قيمة متناسبة مع قوةالمجال بداخل الخط الشقي أي الدليل الموجي وبالتالي نتعرف على خصائص الإشارة داخل الدليل الموجي.

أهداف التجربة :

تهدف هذه التجربة إلى التعرف على استعمالات خط القياس الشقي في تحديد قيم الخصائص التالية :

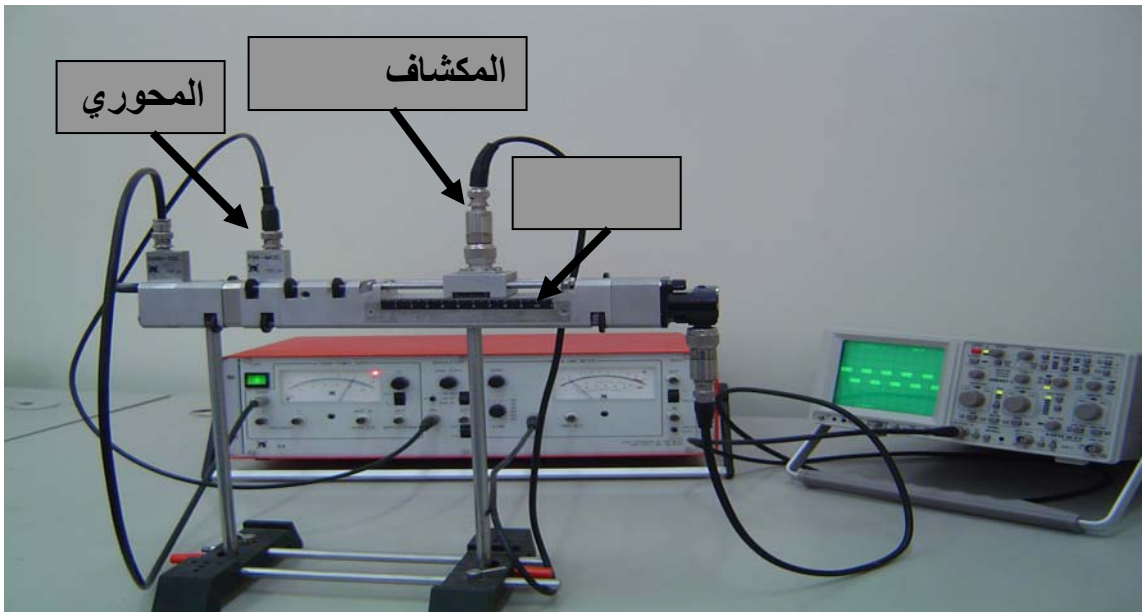
١. قيمة نسبة الموجة المستقرة على داخل الدليل الموجي حسب اختلاف نوعية الحمل.
٢. قيمة معامل الانعكاس لمختلف أنواع الحمل المدخل بالدليل الموجي.
٣. تحديد أطوال الموجات داخل الدليل الموجي وبالتالي تحديد تردد الموجات.

المهارات المكتسبة :

١. اكتساب الخبرة في التعامل مع خط القياس الشقي في قياسات المايكروويف المختلفة.
٢. التمكن من تحديد معامل الانعكاس لمركبات دوائر المايكروويف.
٣. كسب مهارة تحديد تردد موجات المايكروويف بواسطة خط القياس الشقي.

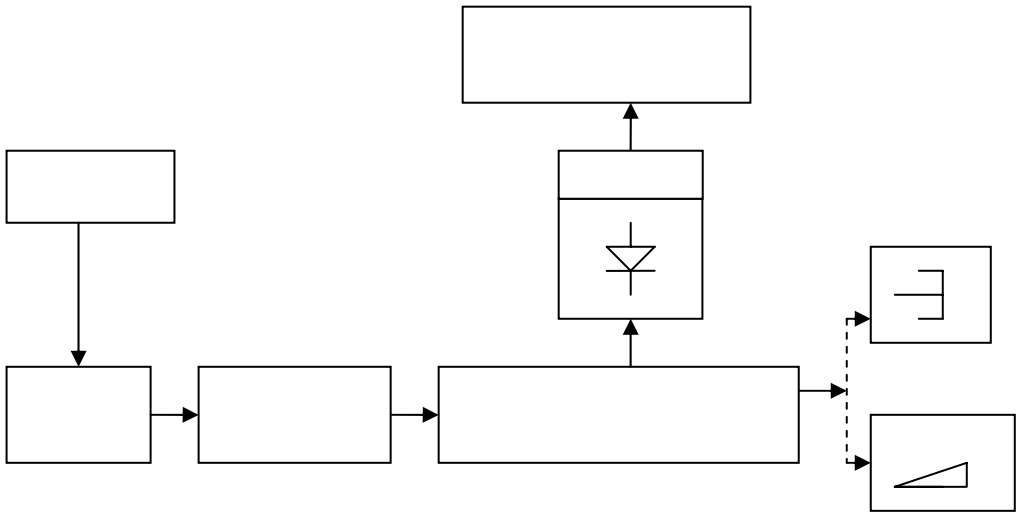
تجهيزات التجربة :

- ثنائي Gunn Diode مع الرنان المجوف.
- مصدر جهد مستمر متغير القيمة مع جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة (**SWR**)
- خط قياس شقي مع كشاف محوري coaxial detector.
- لوحة تماس معدنية short circuit-Plate
- حمل طرفي للدليل الموجي
- جهاز القيس المسمى SWR
- عدد من التوصيلات ذات ممانعة محورية.



مثال عملي لتركيب التجربة

خطوات التجربة :



شكل 2 : تصميم صندوقي للتجربة

١. قم بتثبيت التجهيزات حسب ماهو مبين في شكل٢
٢. ركب أولاً لوحة التماس في نهاية خط القياس.
٣. غذَّ مولد موجات المايكروويف بواسطة جهد مستقر بين 7v و 8v .
٤. قم بإزاحة مكشاف خطي القياس الشقي إلى نهاية جهد الحمل .
٥. أزح المكشاف في الاتجاه المعاكس حتى تحصل على أعلى قيمة للجهد.
٦. غير هذه القيمة القصوى على 0dB في مقياس نسبة الموجات المستقرة SWR.
٧. سجل موقع المكشاف x_o على خط القياس الشقي حسب السلم الميليمتري الموجود على مسطرة الخط الشقي.
٨. أزح المكشاف $x-x_o$ بخطوات ٢مم في اتجاه الرنان إلى الوصول إلى القيمة القصوى التالية.
٩. دون قيم الجهد المقاسة في كل خطوة وضعها في العمود الثاني من الجدول 1 التالي.
١٠. حدد البعد $\Delta x[mm]$ المرافق لقيمتين متتاليتين على جهاز SWR .
١١. أدخل هذه القيمة في نفس جدول١ في آخر السطر.

$x-x_o$ [mm]	القراءة (dB)	$10^{x[dB]/20}$	$Cos[2\Pi/\lambda_g(x-x_o)]$
0			
2			
4			
6			
8			
10			
12			
14			
16			
18			
20			
22			
24			
28			
$\Delta x[mm]=$		$\lambda_g= 2\Delta x=$	

جدول 1

دون استنتاجاتك :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

١٢.استبدل لوحة التماس بحمل موافق لمانعة الدليل الموجي.

١٣.أعد الخطوات من ٦ إلى ٩ ودون النتائج في جدول٢.

$x-x_0$ [mm]	القراءة (dB)	$10^{x[dB]/20}$
0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		
22		
24		
28		

جدول 2

١٤.من الجدول 2 خذ نسبة أقصى قيمة مقاسة Umax إلى أدنى قيمة مقاسة Umin و احسب قيمة نسبة الموجات المستقرة حسب القانون التالي : $S= (U_{max}/ U_{min})^{1/2}$

١٥.دون استنتاجاتك:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

معامل الانعكاس المركب

الوحدة الثامنة : معامل الانعكاس المركب

تمهيد :

في دوائر المايكروويف عند إيصال النبائط مع خط الإرسال تكون في الحالة المثالية موافقة matched لخط الإرسال فتحصل النبائط على كل الطاقة المرسلة .

أما في حالة عدم التوافق mismatched مع خط الإرسال فإن جزءا من هذه الطاقة ينعكس إلى المصدر وبالتالي نحصل على فقد في نظام المايكروويف . فأصبح من الضروري معرفة معامل الانعكاس للنبائط المستعملة في دوائر المايكروويف حتى تتخذ الإجراءات اللازمة لتخفيف الفقد ويربط معامل الانعكاس بين الموجة المرسلة U_T والموجة المنعكسة U_R حسب العلاقة التالية:

$$\Gamma = U_R / U_T = |\Gamma| \exp(j\varphi)$$

وهي قيمة مركبة أي أنها تحتوي على القيمة المطلقة $|\Gamma|$ والطور φ .

أهداف التجربة :

تهدف هذه التجربة إلى تحديد وقياس العناصر التالية:

١. القيمة المطلقة لمعامل الانعكاس عن طريق تحديد نسبة الموجات المستقرة باستعمال القانون الآتي:

$$|\Gamma| = (S-1)/(S+1)$$

٢. تحديد الطور عن طريق الموقع x_{min} للقيمة الأدنى للجهد المقاس في وسط الدليل الموجي الشقي:

$$\varphi = -180 + 720\, x_{min} / \lambda_g$$

حيث طول الموجة λ_g في الدليل الموجي يمكن تحديدها حسب ما تم تبيانه في التجربة السابعة.

٣. من القيم المتحصلة عليها في ١و٢ استنتج قيمة ممانعة الحمل حسب القانون التالي :

$$Z = Z_0 (1+\Gamma) / (1-\Gamma)$$

Z_0 هي قيمة الممانعة الذاتية لخط الإرسال.

المهارات المكتسبة :

هذه التجربة تمكن المتدرب من استكشاف المهارات التالية

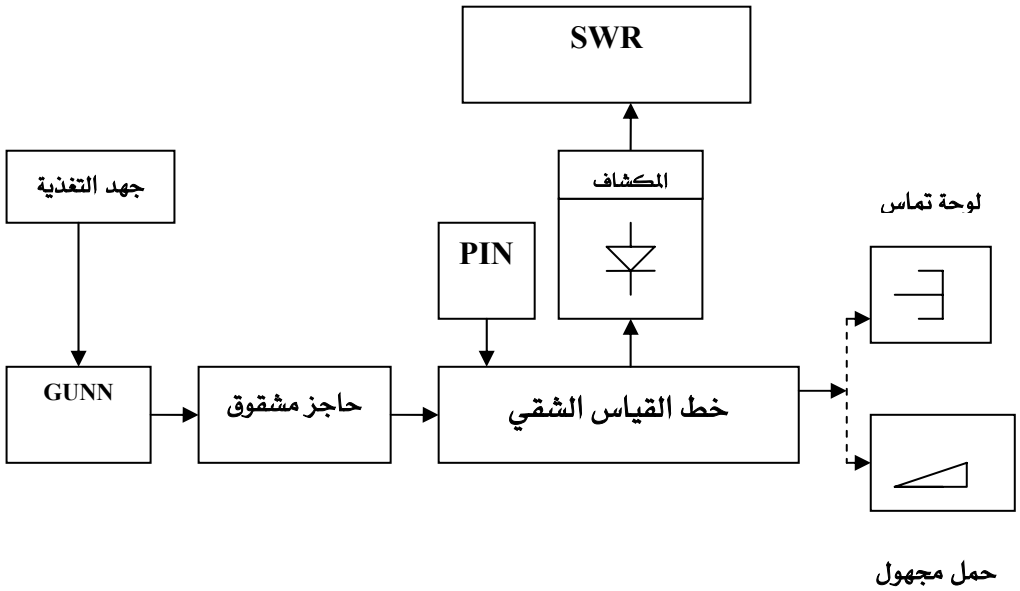
١. استيعاب مفهوم الموافقة بين النبائط وخط الإرسال.
٢. التمكن من تحديد معامل الانعكاس لأي حمل في دوائر المايكروويف
٣. إتقان تحديد الممانعة المجهولة في دوائر المايكروويف.

تجهيزات التجربة :

- ثنائي **Gunn Diode** مع الرنان المجوف.
- مصدر جهد مستمر متغير القيمة مع جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة (**SWR**)
- ثنائي التعديل PIN Diode
- خط قياس شقي مع كشاف محوري coaxial detector.
- لوحة تماس معدنية short circuit-Plate
- حمل طرفي للدليل الموجي
- جهاز القياس المسمى SWR
- عدد من التوصيلات ذات ممانعة محورية
- حمل مجهول الممانعة ،مثلا خذ Thermistor

مثال عملي لتركيبة التجربة

خطوات التجربة :



الشكل 1

١. أوصل التغذية بمولد الموجات الدقيقة حسب ماهو مبين في الشكل١
٢. ضع مكشاف المجال الكهربائي على بعد ٣مم من البوق بحيث تبعده عن المحور جانبيا بـ٣مم.
٣. أوصل المكشاف بالأسيلوسكوب في مدخل الجهد المستمر .
٤. ركب التماس على الفوهة المفتوحة لخط قياس شقي مثل ماهو مبين في شكل١.
٥. وصل ثنائي PIN المعدل للموجة الأساسية في جهاز SWR
٦. قس الموضع Xmax و Xmin على السلم المليمتري لخط القياس الشقي والموافق للقيمة الأدنى والقيمة القصوى المعطاة على جهاز نسبة الموجات المستقرة (SWR-meter) عند تحريك مكشاف خط القياس على طول الخط.
٧. دون هذه القياسات في جدول١.
٨. عوض لوحة التماس بحمل مجهول الممانعة على سبيل المثال Thermistor.
٩. أزح المكشاف من موقعة السابق (في نفس اتجاه التحريك السابق) حتى تصل إلى القيمة الأدنى.
١٠. دون هذه القيمة X1 في الجدول الأول.

١١.سجل القيمة القصوى والقيمة الأدنى للجهد المعطاة على جهاز (SWR-meter) V_{max} و V_{min} ودونهما في الجدول١

قياسات لوحة التماس						
$V_{max,mV}$	$V_{min,mV}$	$X1,mm$	X_{L},mm	S	$\lvert\Gamma\rvert$	φ

جدول 1

نتائج القياسات:

١. احسب قيمة نسبة الموجات المستقرة S باستعمال القانون الآتي:

$$S=(V_{max}/V_{min})^{1/2}$$

٢. احسب قيمة طول الموجة داخل الدليل الموجي λg باستعمال العلاقة التالية:

$$\lambda g = 4\,(X_{max} - X_{min})$$

وضع القيمة في الجدول٢

قياسات لوحة التماس		
$X_{max}[mm]$	$X_{min}[mm]$	λg

جدول 2

٣. احسب المسافة XL وسجلها في الجدول١

$$X_L = X_{min} - X_1$$

٤. استنتج القيمة ٣ المطلقة لمعامل الانعكاس حسب القانون الآتي:

$$\lvert\Gamma\rvert=(S-1)/(S+1)$$

٥. حدد قيمة طور معامل الانعكاس φ حسب القانون الآتي:

$$\varphi = -180 + 720\ x_{min} / \lambda_g$$

٦. حدد القيمة المركبة لعامل الانعكاس

$$\Gamma = |\Gamma| \exp(j\varphi) = |\Gamma| \cos\varphi + j|\Gamma| \sin\varphi$$

٧. دون تلك النتائج في الجدول 3

قياسات الحمل المجهول الممانعة						
$V_{max,mV}$	$V_{min,mV}$	$X1_{,mm}$	$X_{L,mm}$	S	$\lvert\Gamma\rvert$	φ

جدول 3

دون استنتاجاتك من الجدول 1 والجدول 2 والجدول 3 بالنسبة لمعامل الانعكاس:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

قياس الممانعة باستعمال مخطط سميث

الوحدة التاسعة : قياس المانعة باستعمال مخطط سميث

تمهيد :

أهم خاصية لمعرفة مركبات دوائر المايكروويف هي الممانعة المركبة للنبائط. لذلك فتحديد الممانعة أمر أساسي في دوائر المايكروويف حتى يمكن حساب الطاقة المرسلة والمستقبلة وبالتالي إيجاد سبل توافق matching بين مختلف مركبات دائرة المايكروويف

وفي حالات مركبات مجهولة الممانعة يستطيع تقني الموجات الدقيقة بطريقة القياس تحديد تلك الممانعة وذلك بتحديد القيمة المطلقة وطورها بشكل دقيق.

هدف التجربة :

تهدف هذه التجربة إلى تحويل المفاهيم النظرية عن الممانعة عند المتدرب إلى معلومات عملية محسوسة عند المتدرب وذلك حسب المراحل التالية :

١. إعطاء المتدرب فكرة عن استعمال نسبة الموجات المستقرة لتحديد الممانعة.
٢. ربط النتائج العملية.
٣. ربط المفاهيم النظرية لمخطط سميث بواقع التجربة المحسوس عند المتدريب.

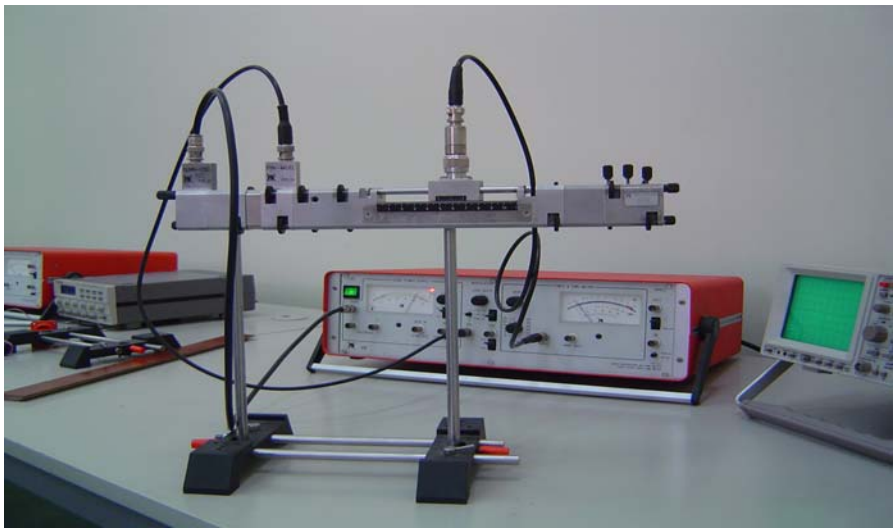
المهارات المكتسبة :

تنفيذ هذه التجربة يمكن المتدرب من اكتساب المهارات التالية :

١. الخبرة العملية في إيجاد التركيب المناسب لقياس أي ممانعة كانت في دوائر المايكروويف .
٢. إتقان التعامل مع مخطط سميث.
٣. تمكين المتدرب من طريقة الاستنتاج المرحلي حتى يربط نتائج التجربة بالقوانين النظرية المكتسبة.

تجهيزات التجربة :

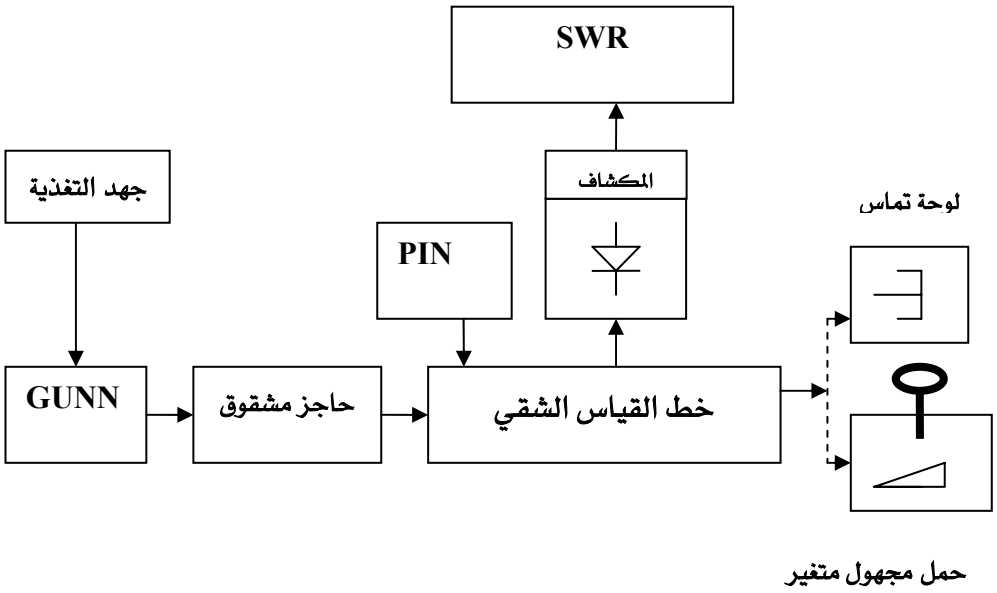
- ثنائي Gunn Diode مع الرنان المجوف.
- مصدر جهد مستمر متغير القيمة مع جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة (SWR)
- ثنائي التعديل PIN Diode
- خط قياس شقي مع كشاف محوري coaxial detector.
- لوحة تماس معدنية short circuit-Plate
- حمل طرفي للدليل الموجي
- جهاز القياس المسمى SWR
- عدد من التوصيلات ذات ممانعة محورية
- حمل مجهول الممانعة ، مثلا حمل من نوع المحول دليل موجي ذي براغي تعديل



مثال عملي لتركيب التجربة

خطوات التجربة :

١. أوصل التغذية بمولد الموجات الدقيقة حسب ماهو مبين في الشكل١



الشكل 1

٢. ضع مكشاف المجال الكهربائي على بعد ٣مم من البوق بحيث تبعده عن المحور جانبيا بـ٣مم.

٣. وصل المكشاف بالأسيلوسكوب في مدخل الجهد المستمر .

٤. ركب التماس على الفوهة المفتوحة لخط قياس شقي مثل ماهو مبين في شكل١.

٥. وصل ثنائي PIN المعدل باللوحة الأساسية في جهاز SWR

٦. قس الموضع X_{max} و X_{min} على سلم المليمتري لخط القياس الشقي والموافق للقيمة الأدنى والقيمة القصوى المعطاة على جهاز نسبة الموجات المستقرة (SWR-meter) عند تحريك مكشاف خط القياس على طول الخط.

٧. دون هذه القياسات في جدول١.

٨. عوض لوحة التماس بحمل مجهول الممانعة على سبيل المثال.

٩. أزح المكشاف من موقعه السابق (في نفس اتجاه التحريك السابق) حتى تصل إلى القيمة الأدنى.

١٠.دون هذه القيمة X_1 في الجدول الأول.

١١.سجل القيمة القصوى والقيمة الأدنى للجهد المعطاة على جهاز (SWR-meter) V_{max} و V_{min} ودونهما في الجدول٢

نتائج القياسات:

١. احسب قيمة نسبة الموجات المستقرة S باستعمال القانون الآتي:

$$S=(V_{max}/V_{min})^{1/2}$$

٢. احسب قيمة طول الموجة داخل الدليل الموجي λg باستعمال العلاقة التالية:

$$\lambda g = 4\,(X_{max} - X_{min})$$

وضع القيمة في الجدول١

قياسات لوحة التماس		
$X_{max}[mm]$	$X_{min}[mm]$	λg

جدول 1

٣. احسب المسافة X_L وسجلها في الجدول١

$$X_L = X_{min} - X_1$$

٤. استنتج القيمة ٣ المطلقة لمعامل الانعكاس حسب القانون الآتي:

$$|\Gamma| = (S-1)/(S+1)$$

٥. حدد قيمة طور معامل الانعكاس φ حسب القانون الآتي:

$$\varphi = -180 + 720\, X_{min}/\lambda_g$$

٦. حدد القيمة المركبة لعامل الانعكاس

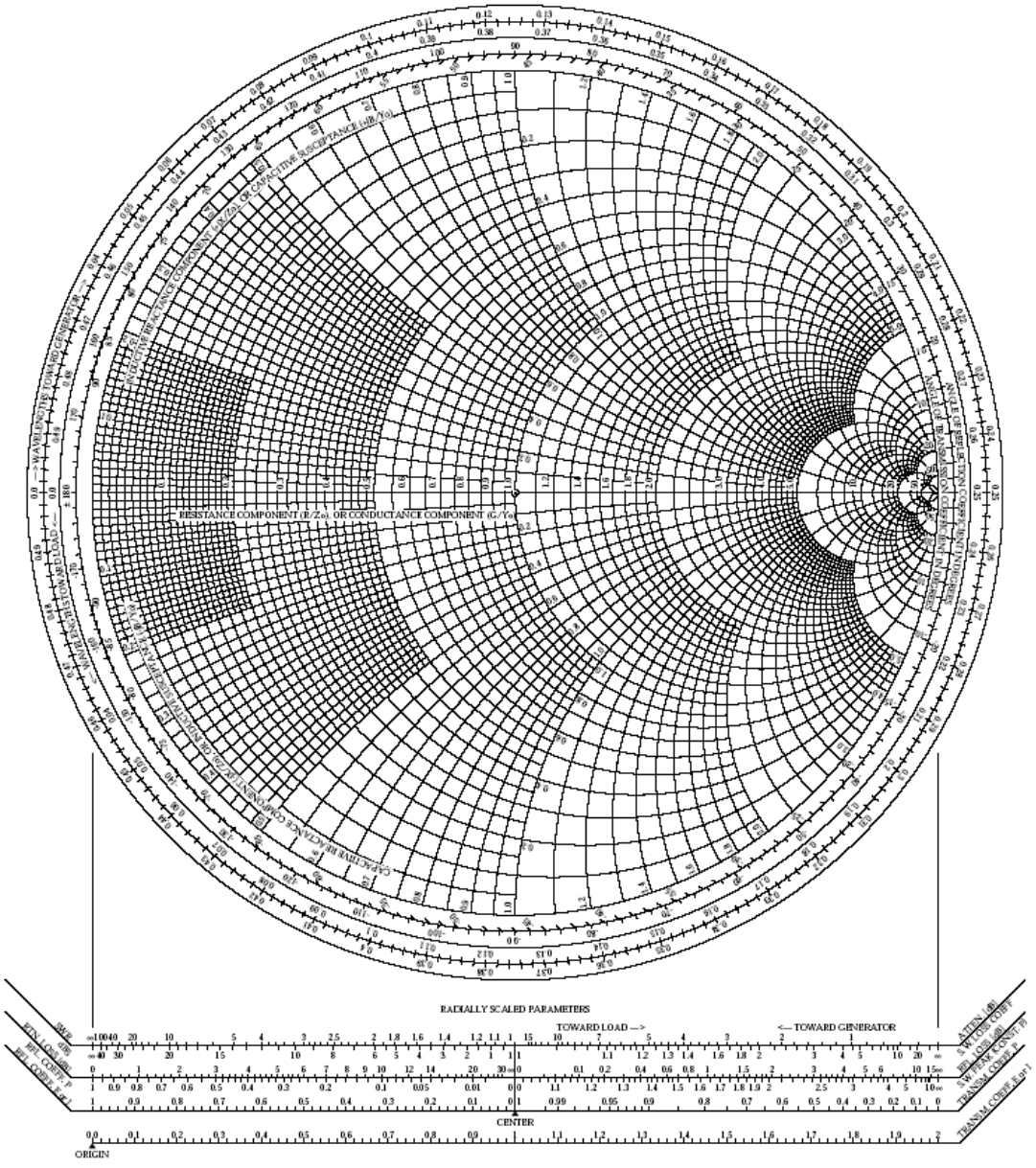
$$\Gamma = |\Gamma| \exp(j\varphi) = |\Gamma| \cos\varphi + j\,|\Gamma| \sin\varphi$$

٧. دون تلك النتائج في الجدول 2

قياسات الحمل المجهول الممانعة						
Vmax,mV	Vmin,mV	X1,mm	XL,mm	S	$\lvert\Gamma\rvert$	φ

جدول 2

٨. ارسم دائرة تمثل القيمة المطلقة لمعامل الانعكاس $|\Gamma|$ متمركزة في وسط مخطط سميث.



٩. ارسم على دائرة معامل الانعكاس النقطة الموافقة للقيمة الأدنى للجهد (تقاطع الدائرة مع قطر الأفقي لمخطط سميث على جهة اليسار).

١٠.انطلق من النقطة **A** أعلاه في اتجاه الحمل بمسافة $X_L/\lambda g$ وحدد هذه النقطة على دائرة معامل الانعكاس **B** حسب مخطط سميث .

١١.اقرأ من مخطط سميث الجزء الحقيقي والجزء التخيلي الموافق لنقطة (**B**) r و x .

١٢.حدد الممانعة حسب القانون التالي

$$Z=Z_0(r + jx)$$

١٣.قارن هذه النتيجة حسابيا بالقانون التالي:

$$Z=Z_0(1+ \Gamma)/(1- \Gamma)$$

دون استنتاجاتك المتعلقة باستعمال مخطط سميث لتحديد الممانعة و ما تحصلت عليه :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تقنيات المايكروويف و الأقمار الاصطناعية - عملي

الهوائي ذو الشق الواحد

الوحدة العاشرة: الهوائي ذو الشق الواحد

تمهيد:

في بعض تطبيقات المايكروويف يراد إيصال الطاقة إلى أنباط أو مركبات يصعب إيصالها عن طريق الدليل الموجي وبالتالي نحتاج إيصال الطاقة عن طريق عنصر يحول الانتشار في الهواء وهو ما يسمى بالهوائي حتى يكون هذا الهوائي مع الدليل الموجي نستعمل ما يسمى بالهوائي ذي الشق . وهذا الهوائي يحصل فيه الإشعاع لأنه متكون من دليل موجي يحمل شقاً (أو شقوق) يقطع خطوط توزيع التيار على جدار الدليل الموجي.

أهداف التجربة:

تهدف هذه التجربة إلى ترسيخ المفاهيم التالية:

١. كيفية تحويل الموجات المنقادة في الدليل الموجي إلى الموجات المشعة.
٢. التعرف على مدى موافقة matching الهوائي مع خط النقل.
٣. قياس المجالات المشعة من هوائي الشق.

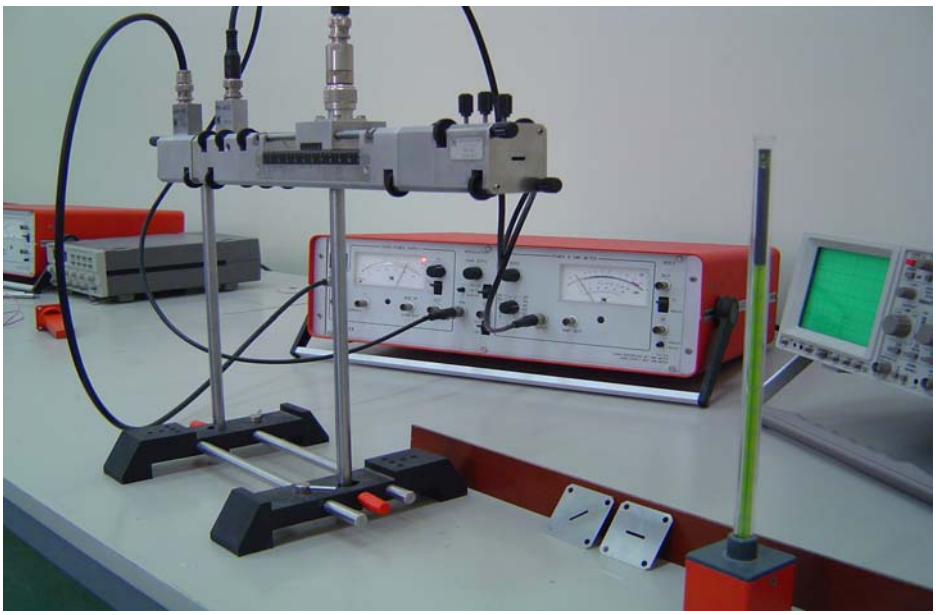
المهارات المكتسبة:

١. التمكن من تحديد موضع الشق بحيث يحصل على أقصى أشعة ممكنة من الدليل الموجي.
٢. تركيب هوائي شق حسب حاجيات التطبيق.
٣. إتقان قياسات الموجات المشعة في الهوائي.
٤. اكتساب خبرة في معالجة تقليل الإشعاع من صناديق دوائر الموجات الدقيقة.

تجهيزات التجربة:

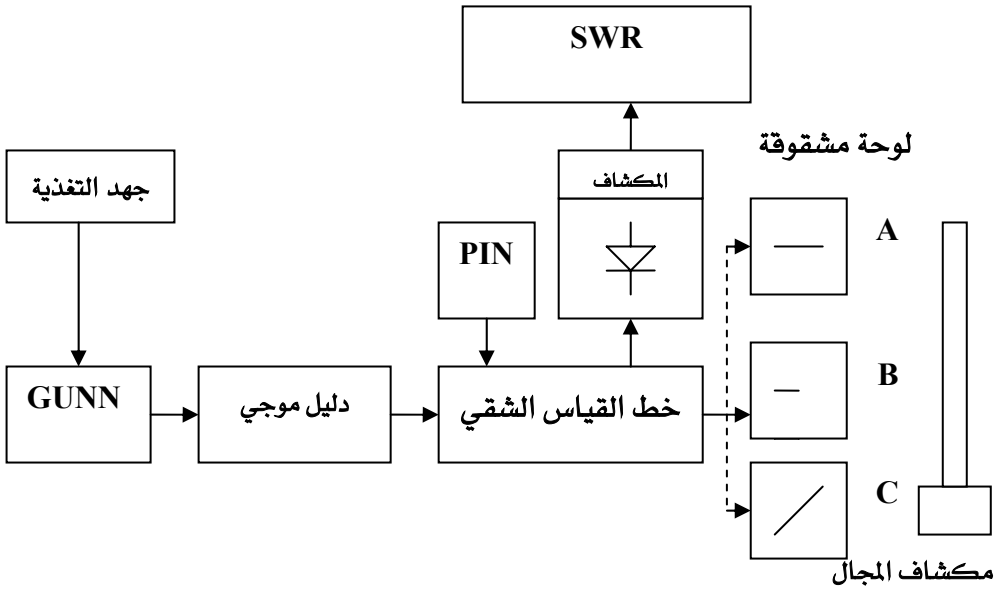
- ثنائي **Gunn Diode** مع الرنان المجوف.
- مصدر جهد مستمر متغير القيمة مع جهاز قياس نسبة الموجات المستقرة (**SWR**)
- ثنائي التعديل PIN Diode
- خط قياس شقي مع كشاف محوري coaxial detector.
- لوحة تماس معدنية short circuit-Plate

- مكشاف المجال الكهربائي
- جهاز القياس المسمى SWR
- دليل موجي طول 200 ملم
- لوحات معدنية طرفية ذات شقوق مختلفة
- عدد من التوصيلات ذات ممانعة محورية



مثال عملي لتركيب التجربة

خطوات التجربة :



شكل 1 : تصميم صندوقي للتجربة

١. أوصل التغذية بمولد الموجات الدقيقة حسب ماهو مبين في الشكل١
٢. ضع مكشاف المجال الكهربائي على بعد ٣مم من البوق بحيث تبعده عن المحور جانبيا بـ٣مم.
٣. ركب اللوحة ذات الشق الأفقي في نهاية الدليل الموجي.
٤. اقرأ على جهازSWR نسبة الموجات المستقرة **S** واستنتج $|\Gamma|$ وضعهما في الجدول١.

نوع اللوحة المشقوقة	S	$\|\Gamma\|$
A شق أفقي 10مم		
B شق أفقي 15مم		
C شق مائل		

جدول 1

٥. أعد نفس القياسات BوC ودونهما في الجدول١.

٦. صل المكشاف بجهاز قياس نسبة الموجات المستقرة وضعه على بعد ٣٠مم من هوائي الشق.

٧. أدره حول محوره بزاوية وسجل القيمة المقاسة في الأوضاع الثلاثة التالية:

$\alpha = 0$ ، $\alpha = 45^\circ$ ، $\alpha = 90^\circ$

مع المحافظة على بقاء ثنائي قطب المكشاف على محور الهوائي.

٨. دون هذه القياسات في جدول٢

نوع اللوحة المشقوقة	قياس جهد الخرج U1		
	$\alpha = 0^o$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
A شق أفقي 10مم			
B شق أفقي 15مم			
C شق مائل			

جدول 2

٩. أعد نفس قياسات ٨ بالنسبة للوحات الأخرى.

١٠.من الجدول السابق ثبت المكشاف على أفضل وضعية استقبال .

١١.ثبت محول في نهاية الدليل الموجي ثم أوصل لوحة **A** .

١٢.عدل براغي المحول حتى تحصل على أصغر قيمة لنسبة الموجات المستقرة (SWR) عن طريق الخط القياس الشقي.

١٣.أعد نفس خطوات من ٦ إلى ٩ ودون النتائج في جدول٣

نوع اللوحة المشقوقة	قياس الجهد U_2
	α_{opt} =
A شق أفقي **10**مم	
B شق أفقي **15**مم	
C شق مائل	

جدول 3

١٤. ضع المكشاف أمام هوائي شق على بعد ٣٠ملم وفي وضعية α_{opt} ودون قياسات الجهد الموافقة للثلاث لوحات ودونها في جدول٢.

نتائج القياسات:

استنتج من المقارنة بين نتائج الجدول ٢ وجدول٣ الأهمية القصوى للتوافق matching بإعطاء الفارق في الجهد المشاع ودوّن الاستنتاجات في جدول٤ .

نوع اللوحة المشقوقة	U_1,dBm	U_2,dBm	ΔU,dBm
A شق أفقي **10**مم			
B شق أفقي **15**مم			
C شق مائل			

المحتويات

مقدمة.....
الوحدة الأولى : مولد الموجات الدقيقة ١
الوحدة الثانية : استقطاب مجال البث ٧
الوحدة الثالثة : الانعكاس و الانتقالية ١٢
الوحدة الخامسة : تأثير ظاهرة (دوبلر) ٢١
الوحدة السادسة : قياسات بواسطة أجهزة الفقد ٢٥
الوحدة السابعة : خط القياس الشقي ٢٩
الوحدة الثامنة : معامل الانعكاس المركب ٣٤
الوحدة التاسعة : قياس الممانعة باستعمال مخطط سميث ٣٩
الوحدة العاشرة : الهوائي ذو الشق الواحد..... ٤٥