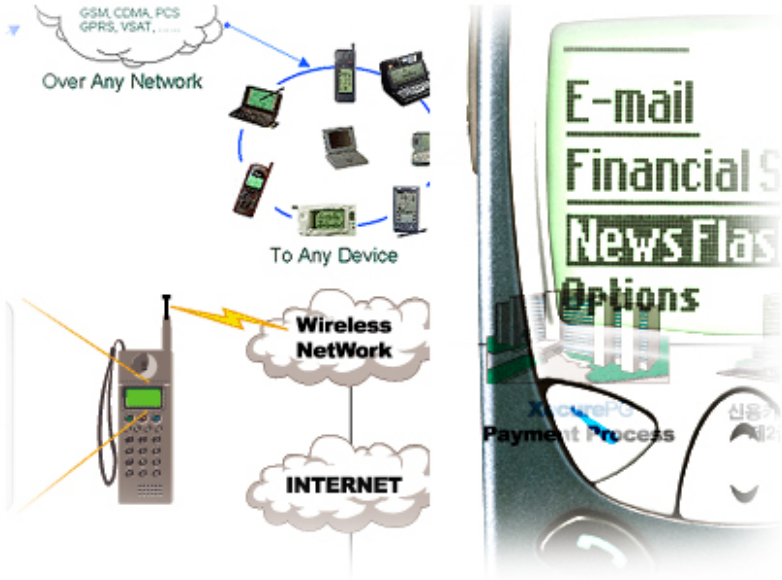
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الاتصالات

خطوط النقل والألياف البصرية- عملي

٢٣٥ تصل



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة

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

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني 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 للتعليم الفني والتدريب المهني 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 " خطوط النقل والألياف البصرية " لمتدربي قسم" اتصالات " للكليات 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

خطوط النقل والألياف البصرية

مدخل لمعمل الألياف البصرية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

المدخل إلى معمل الألياف البصرية

أهداف التجربة

- أن يتدرب المتدرب على استخدام بعض الأجهزة مثل مولد الذبذبات وراسم الذبذبات وجهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض.
- أن يقوم المتدرب بقياس تردد وجهد الإشارة المرسلة باستخدام راسم الذبذبات وجهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

١- جهاز مولد الذبذبات *Function Generator*.

٢- راسم الذبذبات *Oscilloscope*.

٣- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *Digital Multimeter*.

٤- أسلاك توصيل.

إجراءات التجربة

١- قم بضبط إعدادات مولد الذبذبات على النحو التالي :

نوع الموجة = موجة جيبية ~ *Sinusoidal wave*

التردد = 2 كيلوهيرتز

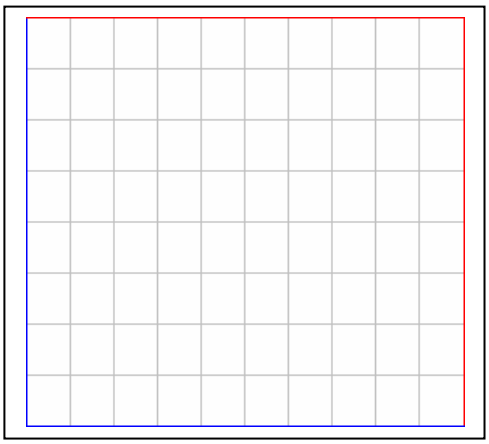
سعة الإشارة = 8 V_{pp}

الجزء المستمر (DC) = ٠ فولت.

٢- قم بالتأكد من أنه لا يوجد اختزال لقيمة الإشارة وذلك بجعل مفتاح التوهين *Attenuation* على الوضع ٠ ديسيبل *(dB)*.

٣- قم بوصل الخرج *Output* في جهاز مولد الذبذبات مع القناة الأولى CH_1 في جهاز راسم الذبذبات ثم اضغط على مفتاح الضبط التلقائي *Auto set*.

٤- قم برسم الإشارة الموجودة على شاشة الراسم في المكان المخصص لها وسجل الإحداثيات *(X, Y1)* بجانبها.



Y1/Div = _____
X/Div = _____

٥- بالنظر إلى الإشارة المعروضة في شاشة الراسم قم بحساب الكميات المحددة في الجدول التالي بالتفصيل:

V_P	
f	
V_{rms}	

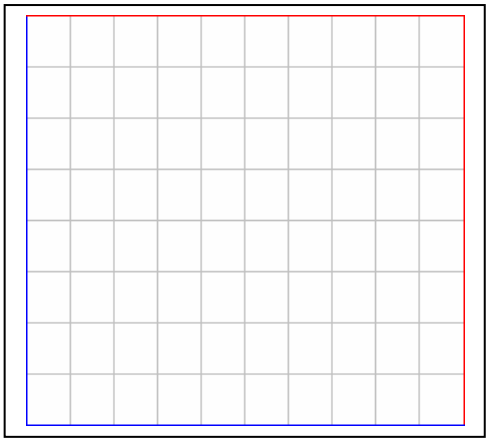
٦- استخدم الجهاز الرقمي متعدد الأغراض لقياس قيمة جهد الخرج V_{rms} للإشارة المعروضة :

V_{rms}	

٧- قم بوصل خرج الإشارة المربعة *TTL* من مولد الذبذبات مع قناة الراسم الثانية CH_2 عند نفس التردد السابق 2 كيلوهيرتز.

٨- قم بتفعيل القناة الثانية CH_2 واحصل على الإشارة بالضغط على مفتاح الضبط التلقائي *Auto set*.

٩- قم برسم الإشارة المعروضة في القناة الثانية في المكان المخصص لها مع تسجيل قيم الإحداثيات (Y_2 , X) بجانبها.



Y2/Div = _____
X/Div = _____

١٠- بالنظر إلى الإشارة المعروضة في القناة الثانية للراسم قم بتعيين الكميات المحددة في الجدول التالي:

V_{PP}	
f	

١١- استخدم الجهاز الرقمي متعدد الأغراض لقياس V_{rms} لخرج الإشارة TTL (يجب وضع مؤشر القياس على الوضع المستمر $DC\ position$ للحصول على قراءة صحيحة).

V_{rms}	

أسئلة تقييمية :

١- ما هي قيمة جهد الخرج V_{rms} لإشارة جيبية Sine wave سعتها (V_p) تساوي ٦ فولت؟

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

٢- ما هي قيمة جهد الخرج V_{rms} لإشارة مربعة *Square wave* سعتها (V_{pp}) تساوي ٦ فولت؟

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

٣- ما هو المقصود بالمصطلح TTL ؟

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

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

خطوط النقل والألياف البصرية

خصائص خط النقل المزدوج

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

المعاوقة النوعية لخط النقل المزدوج

Measurements on Two wire line

أهداف التجربة

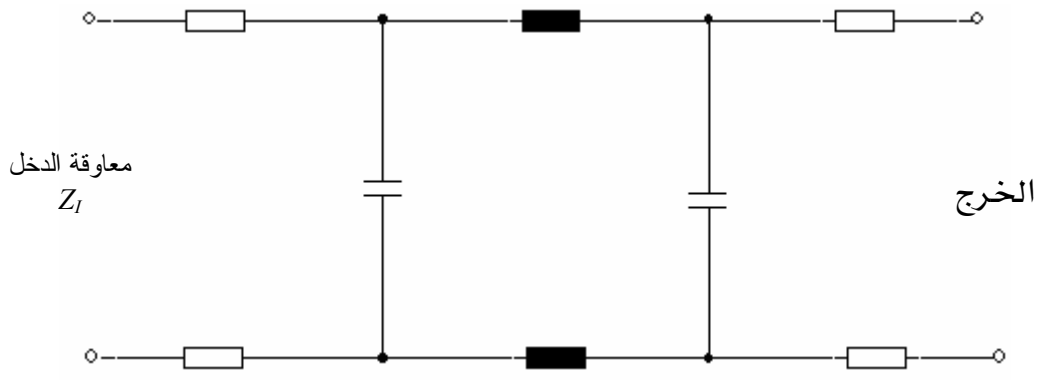
- تعيين المقاومة النوعية *(The characteristic impedance, Z_c)* لخط النقل المزدوج.
- دراسة العلاقة بين تردد الإشارة والمعاوقة النوعية لخط النقل المزدوج.
- دراسة أثر تغيير قطر وطول خط النقل المزدوج على المعاوقة النوعية للخط.

الأجهزة والأدوات المطلوبة

- دائرة محاكاة لخط نقل ثنائي طوله ٠,٢ كيلومتر وقطره ٠,٤ مليمتر.
- دائرة محاكاة لخط نقل ثنائي طوله 0.85 كيلومتر وقطره ٠,٩ مليمتر.
- مقاومتان قيمة كل منهما ٣٠٠ أوم *(Ω)*.
- مولد ذبذبات *Function generator*.
- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *Digital Multimeter*.
- أسلاك توصيل.

مقدمة نظرية

يوضح الشكل (١) الدائرة المكافئة لخط النقل الثنائي بطول *dx*.



تعطى المقاومة النوعية لخط النقل الثنائي بالعلاقة التالية:

$$Z_C = \sqrt{Z_{I,0} \cdot Z_{I,\infty}}$$

حيث إن:

$Z_{I,\infty}$: معاوقة الدخل عندما تكون معاوقة الخرج لانهائية (أي أن النهاية الطرفية لخط النقل الثنائي مفتوحة).

$Z_{I,0}$: معاوقة الدخل عندما تكون معاوقة الخرج مساوية للصفر(أي أن النهاية الطرفية لخط النقل الثنائي مغلقة).

إجراءات التجربة

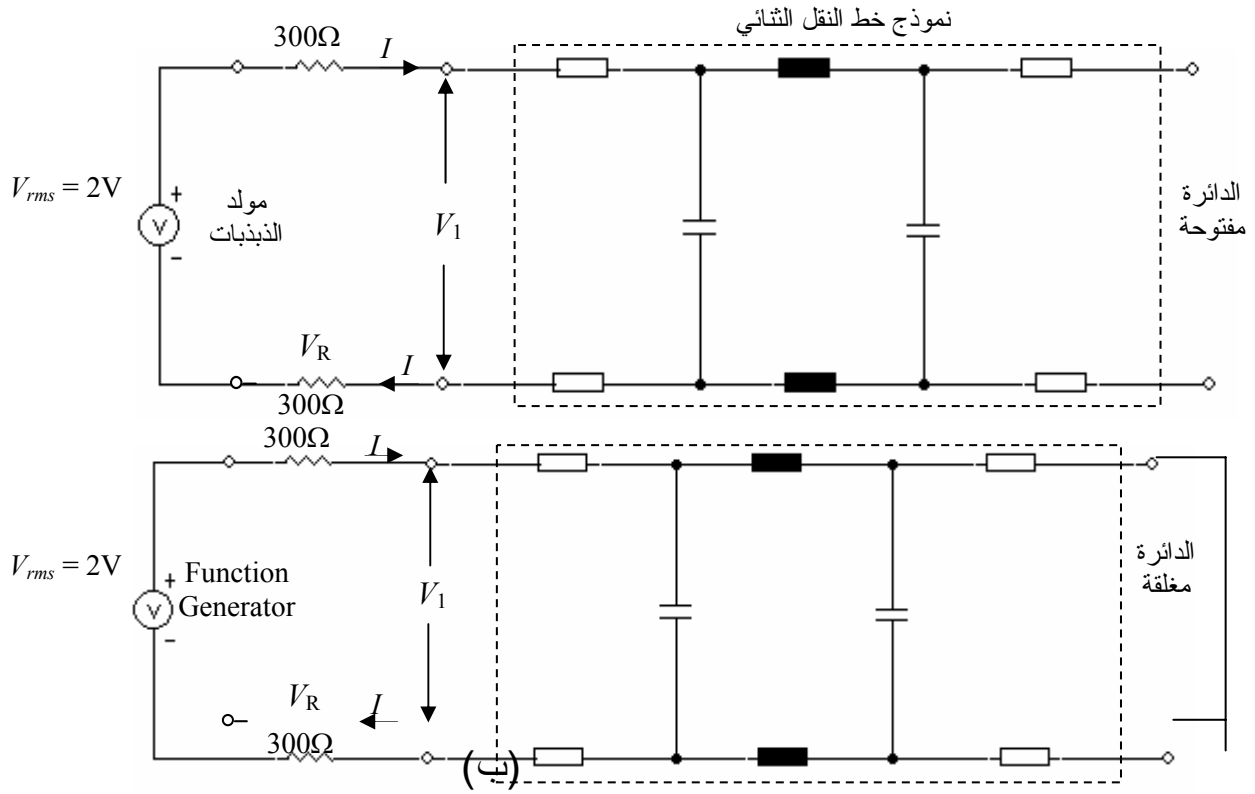
١- قم بضبط إعدادات مولد الذبذبات كالتالي:

- نوع الموجة = ~ *Sinusoidal wave* ، التردد = 2 كيلوهيرتز
- سعة الإشارة = V_{pp} 5.7 ما يعادل $2V_{rms}$ ، الجهد المستمر *(DC)* = ٠ فولت.
- مفتاح التوهين ATT على الوضع ٠ ديسيبل (dB).

٢- صل خط النقل الثنائي الذي طوله ٠,٢ كيلومتر وقطره ٠,٤ ميليمتر مع مولد الذبذبات والمقاومات كما بالشكل ٢(ا).

٣- قم بحساب فرق الجهد بين طرفي الخط الثنائي (V_I) والذي يكون مساويا لجهد الدخل وذلك عندما تكون النهاية الطرفية لخط النقل الثنائي مفتوحة *Open circuit* ،الشكل ٢(ا)، وسجل النتيجة في الجدول (١).

٤- قم بحساب فرق الجهد بين طرفي إحدى المقاومتين (V_R) وذلك عندما تكون النهاية الطرفية لخط النقل الثنائي مفتوحة *Open circuit* ،الشكل ٢(أ)، وسجل النتيجة في الجدول (١).



شكل (٢): الدائرة المستخدمة لتوصيل التجربة، (ا) عندما تكون النهاية الطرفية لخط النقل الثنائي مفتوحة، (ب) عندما تكون النهاية الطرفية لخط النقل الثنائي مغلقة.

٥- كرر الخطوتين ٣ و ٤ ولكن هذه المرة عندما تكون النهاية الطرفية لخط النقل الثنائي مغلقة *Short circuit*، الشكل ٢(ب)، وسجل النتيجة في الجدول (١).

٦- كرر الخطوات من ٣ إلى ٥ عند جميع الترددات الواردة في الجدول.

جدول (١): قياسات خط النقل المزدوج ٠,٢ كيلومتر / ٠,٤ ميليمتر.

Line Section: Wire diameter ϕ = 0.4mm.						Line length, l = 0.2 km	
	Open-Circuit			Short-Circuit			
f (Hz)	$V_1(mV)$	$V_R(mV)$	$Z_{I,\infty}$	$V_1(mV)$	$V_R(mV)$	$Z_{I,0}$	$Z_C(\Omega)$
100							
200							
300							
400							
500							
600							
800							
1000							
2000							
3000							
4000							
5000							
6000							
8000							
10000							

٧- قم باستخدام العلاقة التالية في حساب $Z_{I,\infty}$ ، $Z_{I,0}$ وسجل النتائج في الجدول:

$$Z_I = \frac{V_1}{V_R} * 300$$

٨- قم بحساب المعاوقة النوعية Z_c عند جميع الترددات في الجدول السابق باستخدام العلاقة التالية:

$$Z_C = \sqrt{Z_{I,0} \cdot Z_{I,\infty}}$$

٩- قم بإحلال خط النقل الثنائي الذي طوله ٠,٨٥ كيلومتر وقطره ٠,٩ ميليمتر مكان خط النقل المزدوج الأول ثم صل الدائرة كما بالشكل ٢(أ).

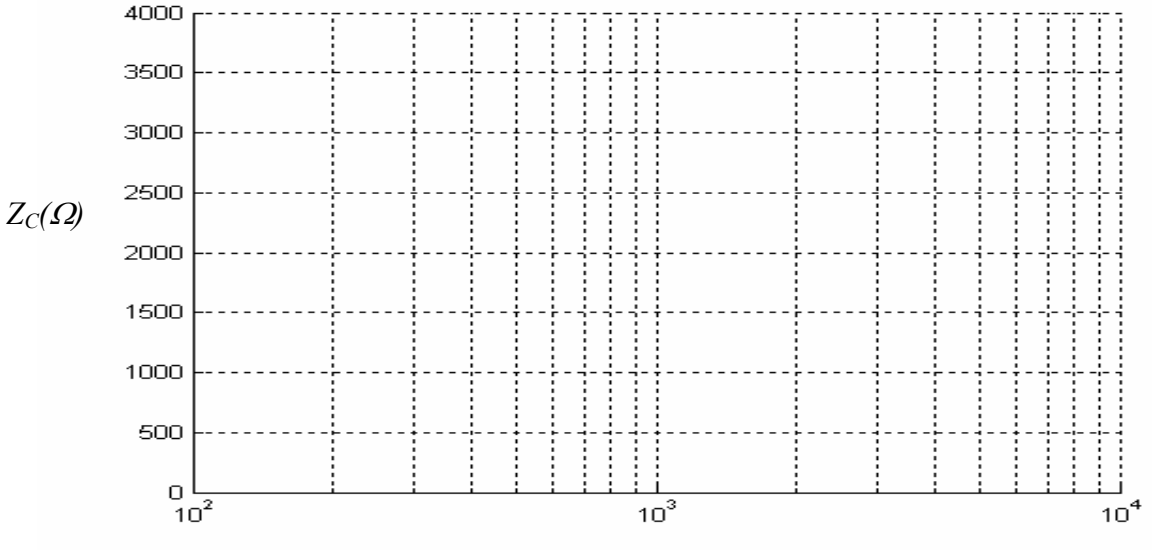
١٠- أعد الخطوات من ٣ إلى ٨ وسجل النتائج والحسابات في الجدول (٢).

جدول (٢): قياسات خط النقل المزدوج ٠,٨٥ كيلومتر / ٠,٤ ميليمتر.

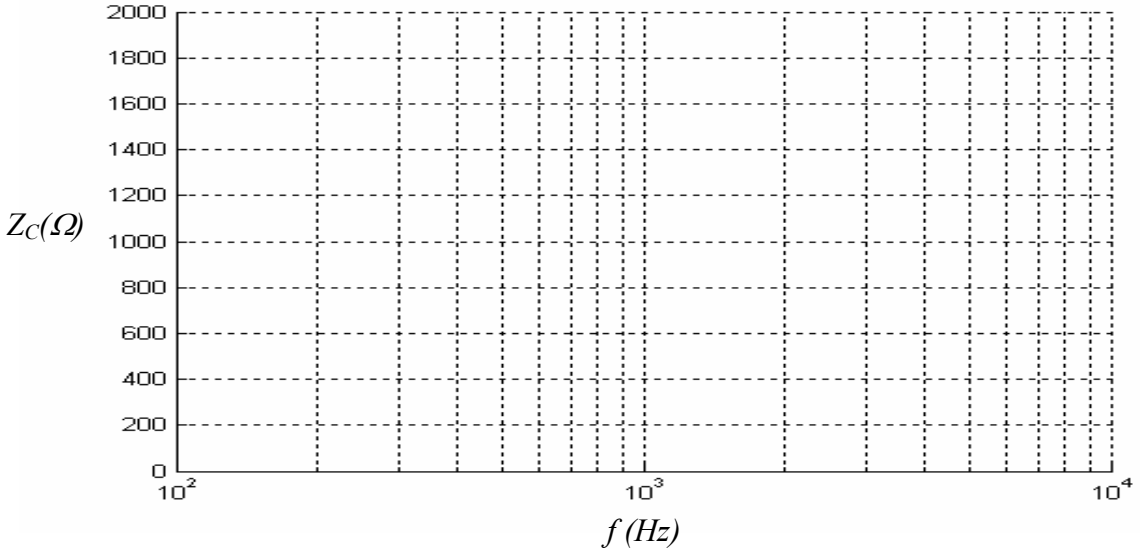
Line Section: Wire diameter $\phi = 0.9$mm.				Line length, $l = 0.85$ km			
	Open-Circuit			Short-Circuit			
f (Hz)	$V_1(mV)$	$V_R(mV)$	$Z_{I,\infty}$	$V_1(mV)$	$V_R(mV)$	$Z_{I,0}$	$Z_C(\Omega)$
100							
200							
300							
400							
500							
600							
800							
1000							
2000							
3000							
4000							
5000							
6000							
8000							
10000							

١١- قم برسم العلاقة بين تردد الإشارة (f) والمعاوقة النوعية (Z_c) لكل من خطي النقل المزدوج على التوالي في المخططات البيانية التالية.

مخطط بياني (١)



مخطط بياني (٢)



١٢- اكتب ملحوظاتك واستنتاجاتك عن الرسومات البيانية التي رسمتها وأطلع مدربك عليها.

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

أسئلة تقييمية :

١- ما هو مدى الترددات المناسب عند استخدام خط النقل المزدوج؟

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

٢- ما مدى تأثير قطر خط النقل المزدوج على المعاوقة النوعية للخط؟

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

خطوط النقل والألياف البصرية

خصائص الكابل المحوري

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

قياس الخصائص الكهربائية للكابل المحوري

Measurements on Coaxial Lines

أهداف التجربة

١- تعيين الخصائص الكهربائية للكابل المحوري مثل المعاوقة الأومية *(R)* ، والمعاوقة الحثية *(L)* ، والمعاوقة السعوية *(C)*.

٢- دراسة الخصائص الكهربائية السابقة لنوعين من الكابلات المحورية *RG 174* و *RG 58*.

٣- تعيين أثر هذه الخصائص على المعاوقة النوعية *(Z_c)* للكابل المحوري.

الأدوات والأجهزة المطلوبة

- مولد ذبذبات *Function Generator*.
- راسم ذبذبات *Oscilloscope*.
- جسر مقاومات *Wheatstone Bridge*.
- وصلة مواءمة خاصة بالكابل المحوري *Coaxial Adapter*.
- لفتين من الكابل المحوري *(RG 58)* طول كل لفة ٥٠ متر.
- لفتين من الكابل المحوري *(RG 174)* طول كل لفة ٥٠ متر.

وصف موجز لبعض الأجهزة

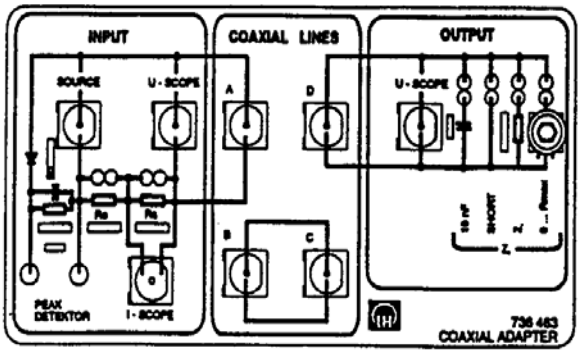
أولا : وصلة المواءمة الخاصة بالكابل المحوري *Coaxial Adapter*.

يمثل الشكل ١(أ) صورة لوصلة المواءمة الخاصة بقياسات الكابل المحوري ، حيث يوصل مولد الذبذبات بالنقطة المسماة بالمصدر *(Source)* في الجزء الخاص بالدخل *(Input field)* ، بينما تكون لفتي الكابل المحوري موصلة في النقاط *A, B, C, D*. من جهة أخرى فإن قياسات الجهد والتيار تؤخذ بوصل كل من النقطتين U-scope و I-scope بقناتي راسم الذبذبات CH_1 و CH_2 على التوالي.

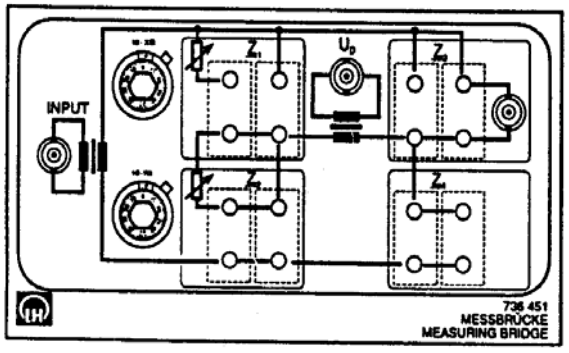
الجزء الثاني من وصلة المواءمة هو الجزء الخاص بالخرج *(Output field)* ويحتوي على أربعة جسور متتالية بالترتيب التالي *(10 nF, Short circuit, Z_c, o-R_{max})* وتجدر الإشارة هنا إلى أن الجسر الخاص بفتح أو غلق الدائرة *(Short circuit)* هو الذي سيستخدم في هذه التجربة وذلك بوضع غالق صغير بين طرفيه *(Jumper)* عند الحاجة لذلك.

ثانيا: جسر المقاومات *Wheatstone Bridge*

يوضح الشكل ١(ب) صورة لهذا الجهاز والمستخدم في تعيين المعاوقة الأومية *(R)* ، والمعاوقة الحثية *(L)* ، والمعاوقة السعوية *(C)* ويتكون من نقاط توصيل شاغرة لأربع مقاومات على الترتيب *(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4)* حيث تكون Z_3 هي المقاومة المجهولة (مقاومة الكابل المحوري) بينما تكون بقية المقاومات معلومة القيمة بالإضافة إلى أنه يمكن أن تكون المقاومتان *(Z_1,Z_2)* مقاومتين متغيرتين إحداهما أو كلاهما وذلك لحدوث حالة الاتزان بين المقاومات التي تجعل الجهد القطري V_D بينها يساوي الصفر تقريبا.



(أ)



(ب)

شكل (١) أ- وصلة المواءمة الخاصة بالكابل المحوري *Coaxial Adapter* ،

ب- جسر ويتستون *Wheatstone Bridge*.

إجراءات التجربة

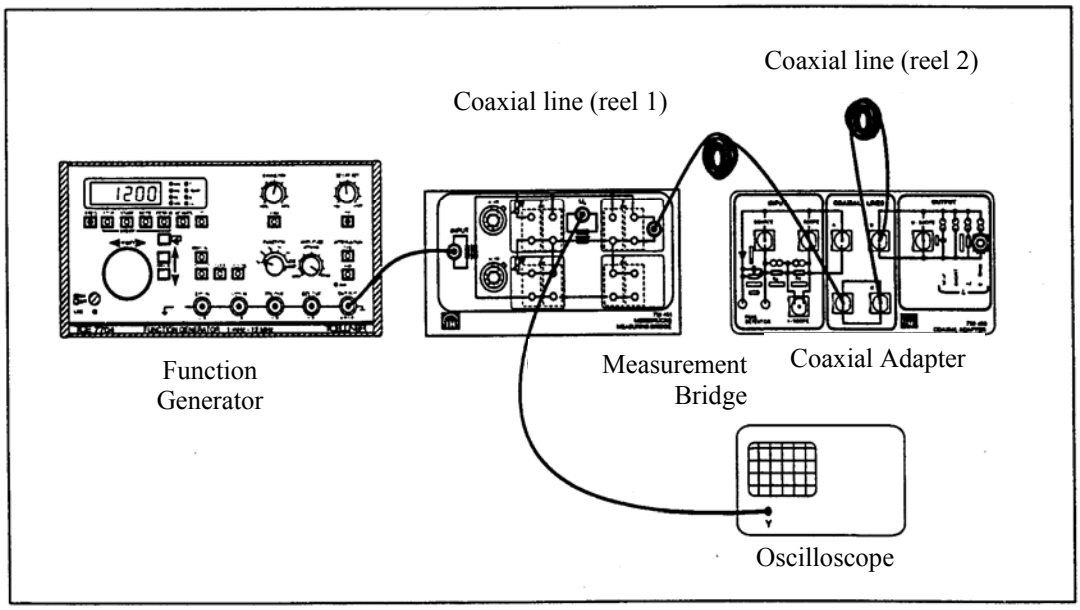
أولا: تعيين قيمة مقاومة الكابل المحوري *(R)* عند مرور الإشارة الكهربائية خلاله:

١- قم بضبط إعدادات مولد الذبذبات كالتالي :

- نوع الموجة = ~ *Sinusoidal wave*
- التردد = ١٠ كيلوهيرتز
- سعة الإشارة = 2 V_{pp}
- الجزء المستمر *(DC)* = ٠ فولت.
- مفتاح التوهين *ATT* على الوضع ٠ ديسيبل *(dB)*.

٢- قم بتوصيل جميع أدوات التجربة كما بالشكل (٢).

٣- استخدم لفتين من الكابل المحوري *RG 174* وذلك للحصول على طول قدره ١٠٠ متر حيث يوصل أحد طرفي اللفة الأولى بالنقطة *B* بينما يوصل أحد طرفي اللفة الثانية مع النقطة *C* في وصلة المواءمة الخاصة بالكابل المحوري كما هو موضح في الشكل (٢).

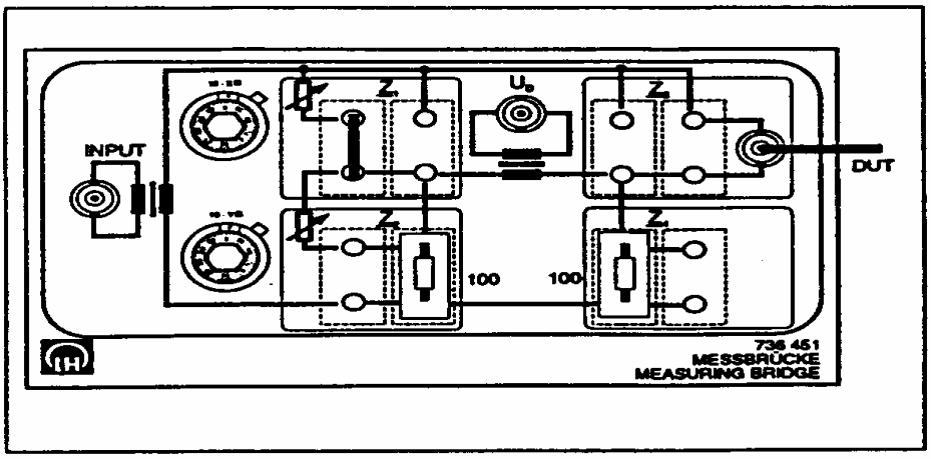


٤- استخدم غالقاً صغيراً *(Jumper)* لعمل غلق للدائرة *(short circuit)* في الجزء الخاص بالخرج في وصلة المواءمة للكابل المحوري.

٥- قم بتوصيل مقاومتين قيمة كل منهما 100 أوم *(Ω)* في المكان المخصص لـ Z_2 و Z_4 بينما Z_3 تعبر عن مقاومة ١٠٠ متر من الكابل المحوري *RG 174* وكذلك قم بوضع غالق عند المقاومة المتغيرة حول Z_1 والتي يعبر عنها بـ X ، انظر الشكل (٣).

ولمزيد من التوضيح فإننا نستعرض جميع المقاومات رياضيا:

$R_1 = 10X\ \Omega, \quad 0 < X < 10$	$Z_1 = R_1$ *(مقاومة متغيرة)*
$R_2 = 100\Omega$	$Z_2 = R_2$
$R_4 = 100\Omega$	$Z_4 = R_4$
مقاومة ١٠٠ متر من الكابل المحوري	$Z_3 = R_3$ *(المقاومة المراد تعيينها)*



شكل (٣) جسر ويتستون عند استخدامه لقياس مقاومة الكابل المحوري *(R)*.

٦- قم بتوصيل الجهد القطري بين المقاومات في جسر ويتستون *(U_D)* مع القناة الأولى لراسم الذبذبات ثم اضغط على مفتاح الضبط التلقائي لراسم الذبذبات *(Autoset)*.

٧- قم بتغيير قيمة المقاومة المتغيرة *$Z_1(X)$* في الاتجاه الذي تقل فيه قيمة الجهد القطري *(U_D)* حتى تصل إلى حالة اتزان المقاومات التي تكون عندها قيمة الجهد القطري أقل قيمة ممكنة *($U_{D\,min}$)* مع ملاحظة أن حساسية الراسم هنا قد تبلغ *(5mV/Div)* نظرا لأن الجهد المقاس هنا يكون صغيرا جدا.

٨- قم بأخذ قيمة المقاومة المتغيرة عند حالة الاتزان المشارإليها في الخطوة (٧) وقيمة الجهد القطري *($U_{D\,min}$)* التي حدث عندها الاتزان في الجدول التالي.

	Cable RG 174, l = 100m			*Cable RG 58, l = 100m*		
f (kHz)	*X*	*U_{Dmin} (V_{PP})*	*R (Ω)*	*X*	*U_{Dmin} (V_{PP})*	*R (Ω)*
10						

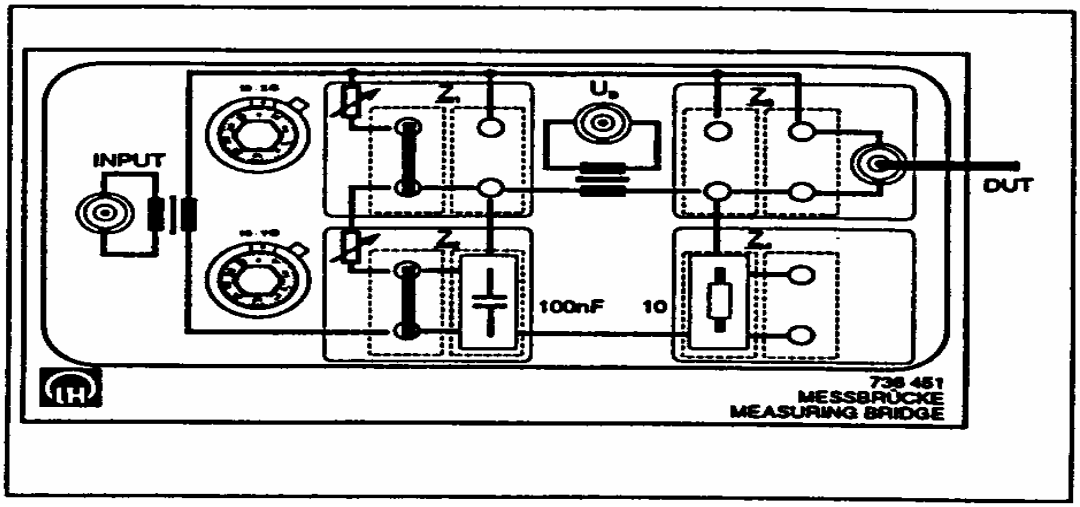
٩- قم بحساب قيمة مقاومة الكابل المحوري (١٠٠ متر) *R_3* باستخدام العلاقة التالية:

$$R_3 = \frac{R_4}{R_2} \cdot R_1 = 10X \quad \Omega$$

١٠- قم بإعادة الخطوات (٣- ٩) ولكن هذه المرة مع الكابل المحوري من النوع *RG 58* وسجل النتائج في الجدول السابق.

ثانيا: تعيين قيمة الحث الكهرومغناطيسي *(L)* عند مرور الإشارة الكهربائية خلال الكابل المحوري:

١- قم بإعادة ترتيب جسر ويتستون كما هو موضح في الشكل (٤) مستخدما لفتين من الكابل المحوري *RG 174* مع المحافظة على الشكل العام للتوصيل كما بالجزء الأول من التجربة.



شكل (٤) تعيين الحث الكهرومغناطيسي *(L)* باستخدام جسر ويتستون.

٢- قم بتطبيق الإعدادات التالية مع إشراك المقاومتين المتغيرتين *$Z_1(X)$* و *$Z_2(Y)$* في دائرة التوصيل، وإليك الجدول التالي لمزيد من التوضيح:

$R_1 = 10X\ \Omega, \quad 0 < X < 10$	$Z_1 = R_1$ (مقاومة متغيرة)
$R_2 = 10Y\ \Omega, \quad 0 < Y < 10$ $C_2 = 100\ nF$	$Z_2 = R_2 // C_2$ (مقاومة متغيرة)
$R_4 = 10\Omega$	$Z_4 = R_4$
(المقاومة المراد تعيينها)	$Z_3 = R_3$

٣- قم بتغيير تردد الإشارة المرسلة من مولد الذبذبات إلى ٢٠ كيلوهيرتز *(kHz)*.

٤- بعد الضغط على مفتاح الضبط التلقائي في الراسم قم بالحصول على حالة الاتزان الذي يكون فيها الجهد القطري أقل ما يمكن *($U_{D\,min}$)* وذلك بالتغير في قيمتي المقاومتين المتغيرتين *$Z_2(Y)$, $Z_1(X)$* على التوالي في الاتجاه الذي تقل فيه قيمة الجهد.

٥- قم بتسجيل النتائج في الجدول التالي :

	Cable RG 174, l = 100m			Cable RG 58, l = 100m		
f (kHz)	X	Y	L (μH)	X	Y	L (μH)
20						

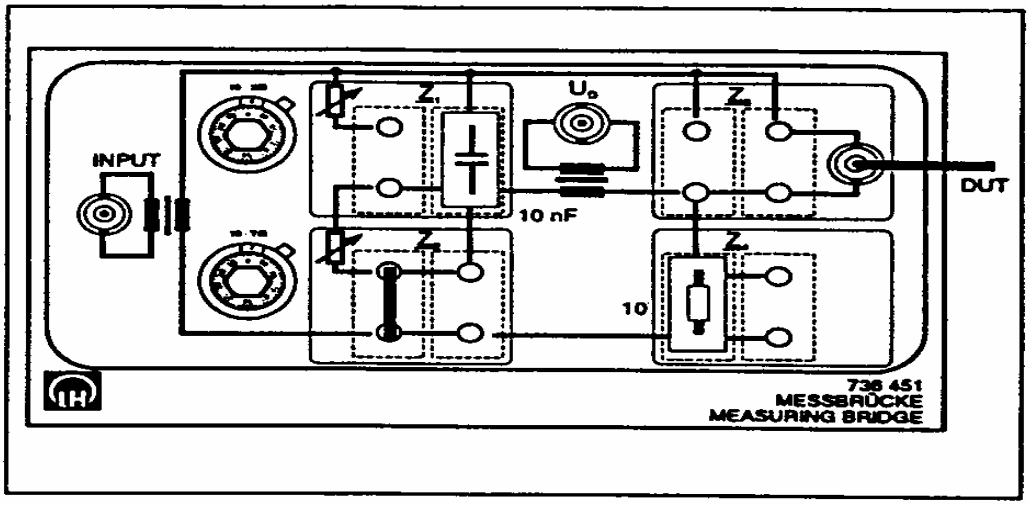
٦- قم بإحلال لفتي الكابل المحوري من النوع *RG 58* في المكان المخصص لها ثم أعد الخطوتين ٣ و ٤.

٧- قم بحساب L في كلا الحالتين مستخدما العلاقة التالية:

$$L_3 = R_1 R_4 C_2$$
$$L_3 = 10 \cdot X \qquad \mu H$$

ثالثا: تعيين قيمة السعة الكهربائية (C) للكابل المحوري عند مرور الإشارة الكهربائية خلاله:

١- قم بإعادة ترتيب جسر ويتستون كما هو موضح في الشكل (٥) مستخدما لفتين من الكابل المحوري *RG 174* مع المحافظة على الشكل العام للتوصيل كما بالجزء الأول من التجربة.



شكل (٥) تعيين قيمة السعة الكهربائية للكابل المحوري باستخدام جسر ويتستون.

٢- قم بتطبيق الإعدادات التالية مع إشراك المقاومة المتغيرة $Z_2(Y)$ فقط هذه المرة في دائرة التوصيل ، والجدول التالي يوضح المقاومات والمكثفات الكهربائية المستخدمة:

$Z_1 = C_1$	$C_1 = 10\ nF$
$Z_2 = R_2$ (مقاومة متغيرة)	$R_2 = 10Y\ \Omega, \quad 0 < Y < 10$
$Z_4 = R_4$	$R_4 = 10\Omega$
$Z_3 = R_3$	(المقاومة المراد تعيينها)

٣- قم بإزالة الغالق الصغير *(Jumper)* الموضوع لغلق الدائرة في خرج وصلة المواءمة *coaxial adapter*.

٤- قم بإعادة ضبط التردد في جهاز مولد الذبذبات ليصبح 10 كيلوهيرتز.

٥- بعد الضغط على مفتاح الضبط التلقائي في الراسم قم بالحصول على حالة الاتزان الذي يكون فيها الجهد القطري أقل ما يمكن $(U_{D\,min})$ وذلك بالتغيير في قيمة المقاومة المتغيرة $Z_2(Y)$ في الاتجاه الذي تقل فيه قيمة الجهد مع الأخذ بعين الاعتبار أن حساسية راسم الذبذبات يمكن أن تصل هنا إلى *(2 mV/Div)*.

٦- قم بتسجيل قيمة المقاومة المتغيرة عند حالة الاتزان في الجدول التالي:

	Cable RG 174, l = 100m		Cable RG 58, l = 100m	
f (kHz)	Y	$C(nF)$	Y	$C(nF)$
10				

٧- قم بإحلال لفتي الكابل المحوري من النوع *RG 58* في المكان المخصص لها ثم أعد الخطوتين ٦ ، ٧.

٨- قم بحساب C في كلا الحالتين مستخدما العلاقة التالية:

$$C_3 = \frac{R_2}{R_4} C_1 = 10 \cdot Y \qquad nF$$

٩- قم بترتيب النتائج السابقة في الجدول التالي بعد ضربها بمعامل ضرب مساو للعشرة (١٠) لتحويلها إلى الوحدات الواردة في الجدول التالي:

	RG174	*RG58*
$R'/\Omega\ km^{-1}$		
$L'/\mu H\ km^{-1}$		
$C'/nF\ km^{-1}$		

تطبيق حسابي :

١- باستخدام الكميات الواردة في الجدول الأخير قم بحساب المعاوقة النوعية لنوعي الكابلات المحورية المستخدمة في التجربة مع إهمال قيمة التوصيلية *(G = 0)* وذلك عند الترددات الواردة في الجدول التالي.

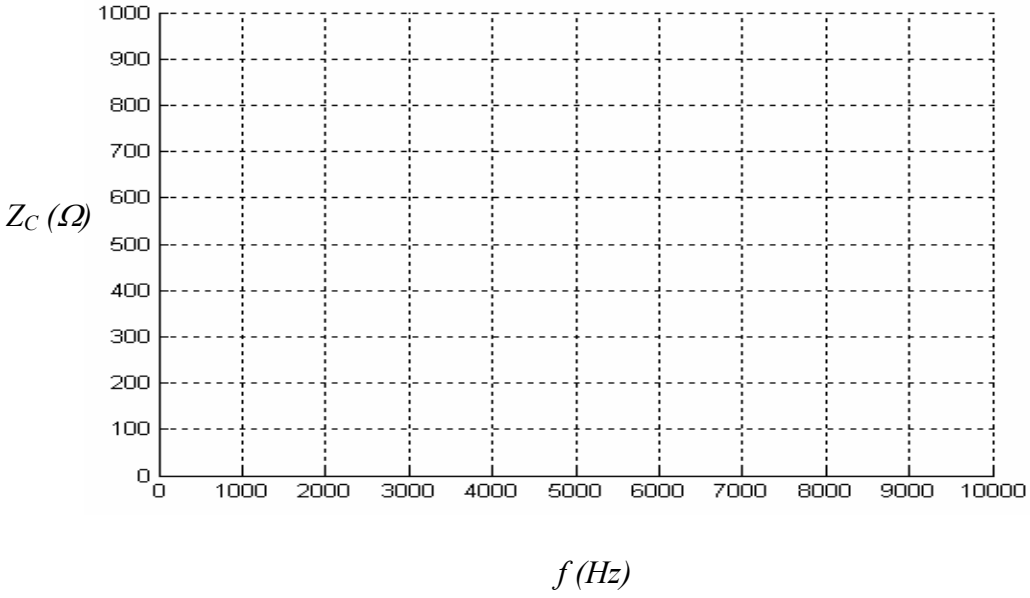
$$|Z_C| = \sqrt{\frac{\sqrt{R^2 + (wL)^2}}{\sqrt{G^2 + (wC)^2}}}$$

حيث إن :

$$w = 2\pi f$$

	RG174	*RG58*
f (kHz)	$\mid Z_C \mid (\Omega)$	$\mid Z_C \mid (\Omega)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

ب- قم برسم العلاقة بين المعاوقة النوعية (Zc) لكلا النوعين من الكوابل المحورية وتردد الإشارة (f) في المخطط البياني التالي.



خطوط النقل والألياف البصرية

المعاوقة النوعية للكابل المحوري

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

دراسة المعاوقة النوعية (Z_c) للكابل المحوري

Characteristics impedance of coaxial cables

أهداف التجربة

- تعيين المعاوقة النوعية (Z_C) للكابل المحوري كدالة في التردد.
- دراسة تأثير نوع الكابل المحوري على المعاوقة النوعية له.

مقدمة نظرية

تعطى المقاومة النوعية للكابل المحوري عمليا بالعلاقة التالية:

$$Z_C = \sqrt{Z_{I,0} \cdot Z_{I,\infty}}$$

حيث إن:

$Z_{I,\infty}$: معاوقة الدخل عندما تكون معاوقة الخرج (Z_2) لانهائية (أي أن النهاية الطرفية للكابل المحوري الواقعة في خرج الدائرة تكون مفتوحة).

$Z_{I,0}$: معاوقة الدخل عندما تكون معاوقة الخرج (Z_2) مساوية للصفر(أي أن النهاية الطرفية للكابل المحوري الواقعة في خرج الدائرة تكون مغلقة).

من جهة أخرى فإنه يمكن حساب $Z_{I,\infty}$ و $Z_{I,0}$ من العلاقة التالية:

$$Z = \frac{V_I}{I}$$

حيث V_I هو جهد الدخل في الدائرة. I هو التيار المار بالدائرة.

الأدوات والأجهزة المطلوبة

- مولد ذبذبات *Function Generator*.
- راسم ذبذبات *Oscilloscope*.
- وصلة موائمة خاصة بالكابل المحوري *Coaxial Adapter*.
- لفتين من الكابل المحوري من النوع *(RG 58)* طول كل لفة ٥٠ متر.
- لفة واحدة من الكابل المحوري من النوع *(RG 174)* طولها ٥٠ متر.
- أسلاك توصيل.

إجراءات التجربة

١- قم بإعداد الأدوات على طاولة المعمل كما بالشكل (١) مستخدما لفة واحدة فقط (٥٠ متر) من الكابل المحوري من النوع *RG 174*.

٢- قم بضبط إعدادات مولد الذبذبات كما يلي:

نوع الموجة = ~ *Sinusoidal wave*

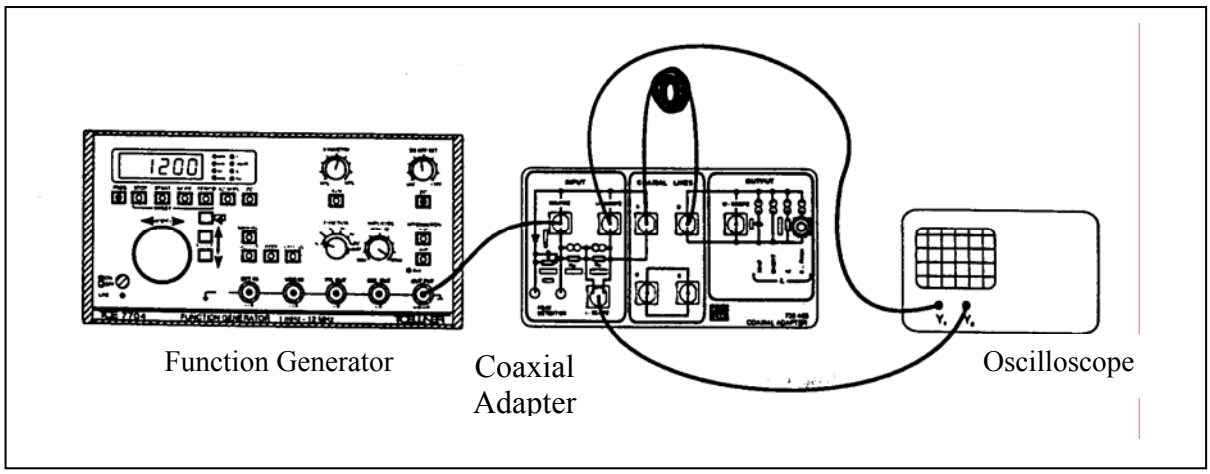
التردد = ٥٠٠ كيلوهيرتز

سعة الإشارة = $10\ V_{pp}$

الجزء المستمر *(DC)* = ٠ فولت.

مفتاح التوهين *ATT* على الوضع ٠ ديسيبل *(dB)*.

٣- قم بتوصيل جميع أجهزة التجربة مثل ما هو موضح بالشكل (١) حيث يوصل خرج جهاز مولد الذبذبات بدائرة الدخل *(Input field)* في وصلة المواءمة الخاصة بالكابل المحوري وتوصل لفة الكابل المحوري بين النقطتين *A* و *D* بينما توصل النقطتان *U-scope* و *I-scope* بقناتي راسم الذبذبات الأولى والثانية على التوالي.



شكل (١) توصيل الأجهزة قبل البدء في التجربة.

٤- قم بإزالة الغالق الصغير *(Jumper)* حول المقاومة R_s إن كان موجودا وكذلك جميع الغوالق الصغيرة إن وجدت في دائرة الخرج في وصلة المواءمة الخاصة بالكابل المحوري (أي أن دائرة الخرج تكون مفتوحة).

٥- بعد تنشيط قناتي راسم الذبذبات قم بالضغط على مفتاح الضبط التلقائي.

٦- احصل على قراءة الجهد (V_1) من قناة الراسم الأولى الموصلة بالنقطة *U-scope* في وصلة المواءمة وذلك عند التردد 500 كيلوهيرتز وسجل النتيجة في الجدول (١).

٧- احصل على قراءة التيار من قناة الراسم الثانية الموصلة بالنقطة *I-scope* في وصلة المواءمة وذلك عند التردد ٥٠٠ كيلوهيرتز وسجل النتائج في الجدول (١) تجدر الإشارة هنا إلى أن القناة الثانية تعطي قيمة الجهد بين طرفي المقاومة R_s في وصلة المواءمة وحيث إن قيمة المقاومة هي الوحدة أي ١ *أوم* (Ω) لذا فإن القيمة العددية للجهد مساوية للقيمة العددية للتيار.

٨- قم بغلق الدائرة بوضع غالق صغير في دائرة الخرج في وصلة المواءمة عند الجسر المسجل عنده (*Short circuit*) ثم احصل على قراءة الجهد (V_I) وقراءة التيار (I) مرة أخرى عند نفس التردد ٥٠٠ هيرتز ثم سجل النتائج في الجدول (١)..

٩- أعد الخطوات من ٦ إلى ٨ عند جميع الترددات الواردة في الجدول (١) وسجل جميع النتائج في الجدول.

١٠- قم بحساب $Z_{I,\infty}$ و $Z_{I,0}$ من العلاقة التالية وسجل النتائج في الجدول (١):

$$Z = \frac{V_I}{I}$$

١١- احسب Z_c عند جميع الترددات الواردة في الجدول (١) من العلاقة التالية:

$$Z_C = \sqrt{Z_{I,0} \cdot Z_{I,\infty}}$$

جدول (١) تعيين المعاوقة النوعية للكابل المحوري من النوع RG 174.

Cable: RG174			*l = 50m*				*R_S = 1Ω*
	Open-Circuit			*Short-Circuit*			
f (kHz)	*V_1*	*I_1*	*$Z_{1,\infty}$*	*V_1*	*I_1*	*$Z_{1,0}$*	*Z_C*
500							
1000							
1500							
2000							
2500							

١٢- أعد جميع الخطوات السابقة بعد إحلال لفتين (١٠٠ متر) من الكابل المحوري من النوع *RG 58* وسجل النتائج في الجدول (٢).

جدول (٢) تعيين المعاوقة النوعية للكابل المحوري من النوع RG 58.

Cable: RG58			*l = 100m*				*R_S = 1Ω*
	Open-Circuit			*Short-Circuit*			
f (kHz)	*V_1*	*I_1*	*$Z_{1,\infty}$*	*V_1*	*I_1*	*$Z_{1,0}$*	*Z_C*
500							
1000							
1500							
2000							
2500							

١٣- دون ملحوظاتك واستنتاجاتك عن التجربة وأطلع المدرب عليها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خطوط النقل والألياف البصرية

خصائص الثنائي الضوئي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

دراسة خصائص الباعث الضوئي
Characteristics of LED's

أهداف التجربة

- دراسة العلاقة بين الجهد المطبق على الثنائي الضوئي والتيار المار به عندما يكون الباعث الضوئي محيزا تحييزا أماميا.
- دراسة العلاقة بين قدرة الإشارة الضوئية الخارجة من الثنائي الضوئي وتيار الإنحياز الأمامي للباعث الضوئي.
- تعيين جهد العتبة *(Threshold voltage)* لثلاثة بواعث ضوئية مختلفة.

أدوات التجربة

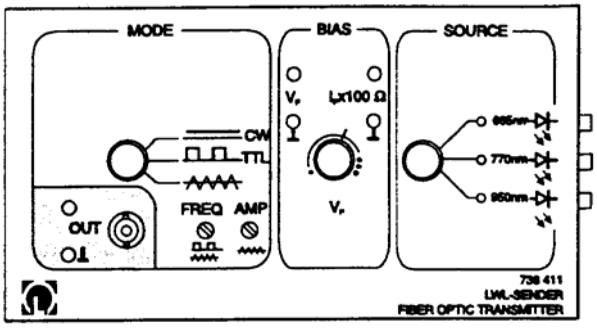
- جهاز الإرسال الضوئي الخاص بالليف البصري *Fiber Optic Transmitter*:

ويوضح الشكل (١) مكونات جهاز الإرسال وهي كما يلي:

١- ثلاثة بواعث ضوئية لها الأطوال الموجية التالية ٦٦٥ ، ٧٧٠ ، ٩٥٠ نانومتر *(nm)* على التوالي مع مفتاح للتبديل بين البواعث الضوئية الثلاثة.

٢- مفتاح للتحكم بجهد التحييز الأمامي المطبق بين طرفي الباعث *Potentiometer*.

٣- مولد إشارة داخلي *(Internal Signal Generator)* يمكنه إعطاء الأنماط التالية: موجة مثلثية حادة *(triangular wave)* ، موجة مربعة *(TTL)* ، وموجة مستمرة *(CW)*.



شكل (١) جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية.

- جهازي قياس رقمي متعدد الأغراض (Two Digital Multimeters).
- محول طاقة كهربائية (Transformer) : يقوم بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ٢٢٠/١٢٧ فولت (AC) إلى ١٢ فولت (AC).
- أسلاك توصيل متنوعة.

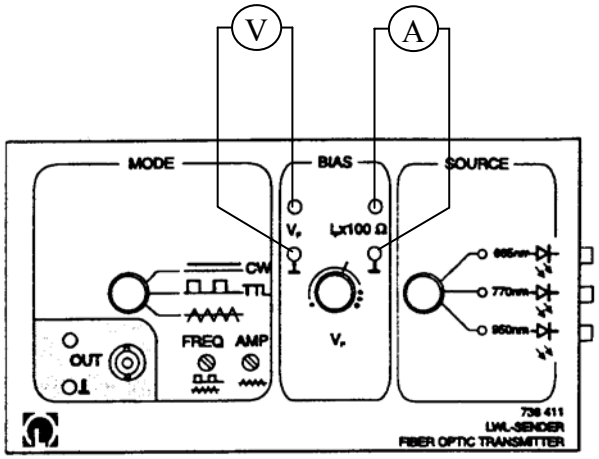
إجراءات التجربة

١- قم بتغذية جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية عن طريق وصله بمحول الطاقة الكهربائية حيث إنه يلزم لتشغيله جهد متردد مقداره ١٢ فولت *(AC)*.

٢- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

- نوع النمط : موجة مستمرة *(CW)*
- مفتاح التحكم بالجهد (V_f) على الوضع الصفري *(Minimum)*.
- المصدر الضوئي : الباعث الضوئي ذو الطول الموجي 665 نانومتر.

٣- قم بتوصيل الجهازين الرقميين متعددي الأغراض أحدهما لقياس الجهد (V_f) والآخر لقياس التيار (I_f) في جهاز الإرسال مثل ما هو موضح في الشكل (٢).



شكل (٢) إعدادات وتوصيلات التجربة.

٤- قم بضبط جهد الإنحياز الأمامي (V_f) على القيم الواردة في الجدول (١) وخذ قيم التيار (I_f) المقابلة لها.

٥- قم بتكرار الخطوة (٤) مع الباعثين الآخرين ٧٧٠ نانومتر و ٩٥٠ نانومتر.

٦- قم بحساب قدرة الإشارة الخارجة من البواعث الثلاثة لجميع القراءات الواردة في الجدول من العلاقة التالية:

$$P_I = I_f \times V_f$$

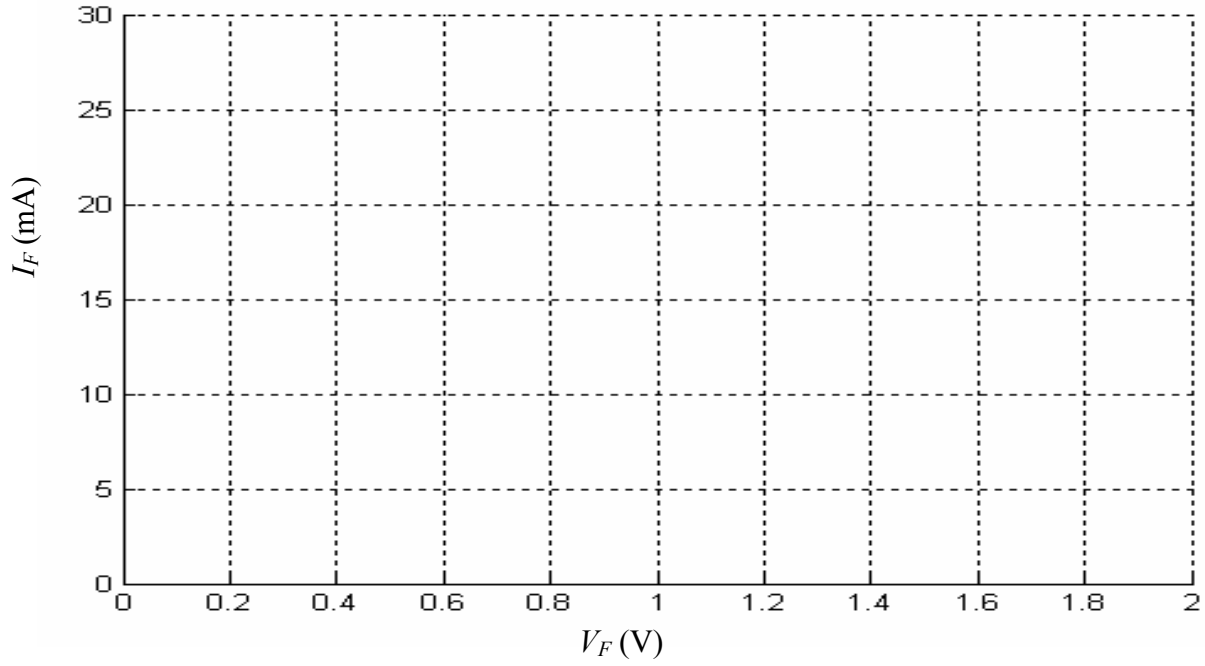
جدول (١) قياسات خصائص الثنائي الضوئي.

$\lambda = 950\ nm$			$\lambda = 770\ nm$			$\lambda = 655\ nm$		
V_F (V)	I_F (mA)	P_1 (mW)	V_F (V)	I_F (mA)	P_1 (mW)	V_F (V)	I_F (mA)	P_1 (mW)
0.5			0.5			0.5		
0.6			1.4			1.5		
0.8			1.42			1.6		
1			1.44			1.62		
1.02			1.46			1.64		
1.04			1.48			1.66		
1.06			1.5			1.68		
1.08			1.52			1.7		
1.1			1.54			1.72		
1.12			1.56			1.74		
1.14			1.58			1.76		
1.16			1.6			1.78		
1.18			1.62			1.8		
1.2			1.64			1.82		
1.22			1.66			1.84		
1.24			1.68			1.86		
1.26			1.7			1.88		
1.28			1.72			2		

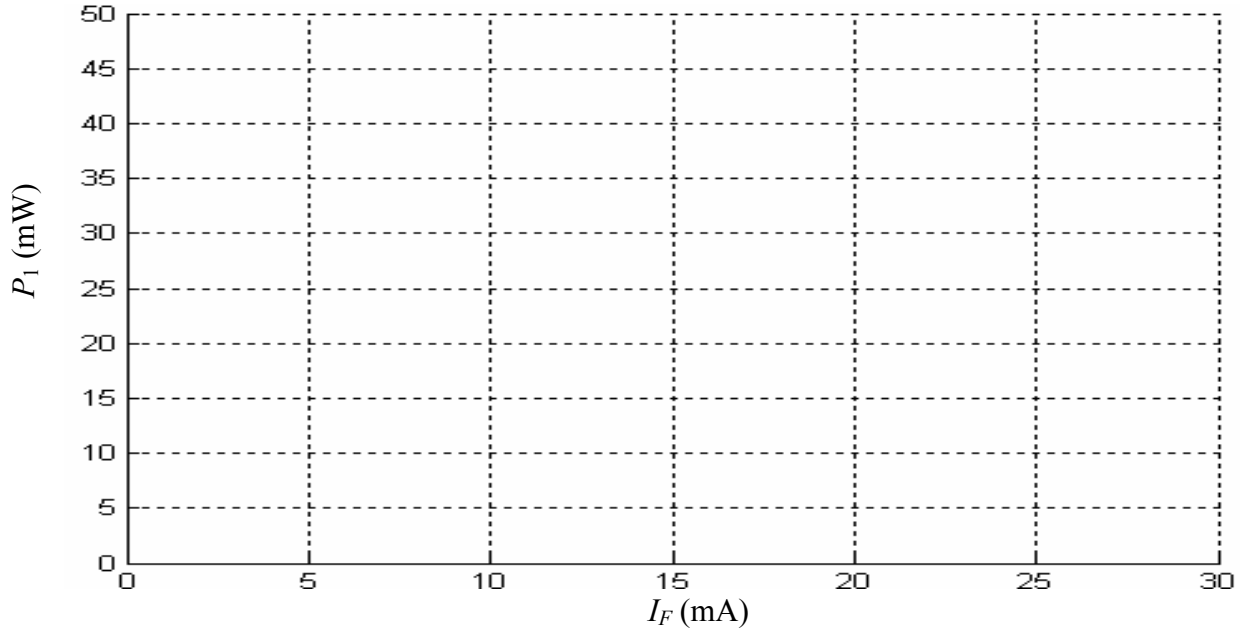
٧ - ارسم العلاقة بين الجهد (V_f) والتيار (I_f) لجميع الثنائيات الضوئية الثلاثة وذلك في المخطط البياني المخصص لذلك (شكل ٣) ثم عين قيمة جهد العتبة *(Threshold Voltage)* لكل واحد على حدة.

٨- ارسم العلاقة بين التيار (I_f) والقدرة (P_1) لجميع الثنائيات الضوئية الثلاثة في المكان المخصص لذلك (شكل ٤).

٩- دوّن ملحوظاتك عن الرسومات البيانية التي عملتها وأطلع مدربك عليها.



شكل (٣) العلاقة البيانية بين الجهد (V_f) و التيار (I_f) للثنائي الضوئي.



شكل (٤) العلاقة البيانية بين التيار (I_f) والقدرة (P_1) للثنائي الضوئي.

الملحوظات والاستنتاجات:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خطوط النقل والألياف البصرية

مكبرالمعاوقة العابرة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

دراسة خصائص مكبر المعاوقة العابرة

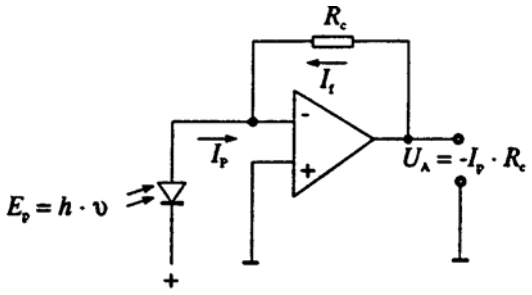
(Trans-impedance Amplifier)

أهداف التجربة

- دراسة كيفية تحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية في جهاز الاستقبال.
- دراسة تأثير مقاومة التغذية الرجعية على قيمة التكبير الحاصل للإشارة عند دخولها دائرة التكبير الموجودة في جهاز الاستقبال.
- دراسة العلاقة بين جهد الإشارة المستقبلة في جهاز الاستقبال وطول الليف البصري.

مقدمة نظرية

تتكون أبسط دائرة كاشف ضوئي *(PIN Circuit)* من ثنائي ضوئي ومقاومة حمل *(Load resistor)* كما هو مبين بالشكل *(١)*.



شكل (١) دائرة تكبير الإشارة المستقبلة (PIN Circuit).

وكما نرى من الشكل (١) فإن اتجاه التيار الضوئي يكون بعكس استقطاب الثنائي الضوئي مما يجعل الثنائي يتصرف وكأنه منبع تيار يمثل المصعد *(Anode)* طرفه الموجب ، وهذا هو اتجاه التيار المستقطب عكسيا. من جهة أخرى فإن هذا التيار العكسي يتناسب طرديا مع شدة الضوء الساقط على الثنائي الضوئي. من جهة أخرى فإن تكبير الإشارة يعتمد على قيمة المقاومة R_c والتي تسمى مقاومة التغذية الرجعية وسوف ندرس في هذه التجربة تأثيره على التكبير الحاصل للإشارة عند دخولها دائرة التكبير.

الأدوات والأجهزة المطلوبة

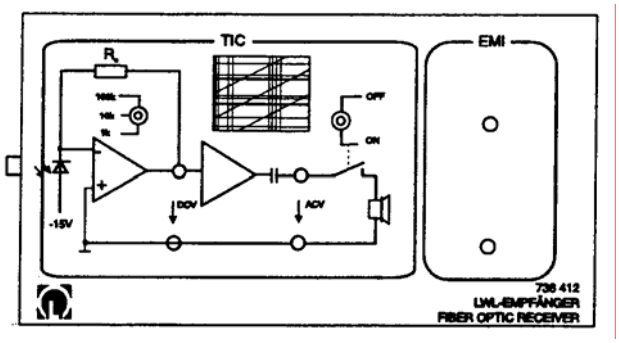
- جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic transmitter*.
- جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic receiver*.
- ألياف بصرية من النوع *(PMMA)* ذات أطوال ٥ ، ١٠ ، ٢٠ متر.
- محولا طاقة كهربائية *(Two Transformers)* : تقوم بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ٢٢٠/١٢٧ فولت *(AC)* إلى ١٢ فولت *(AC)*.
- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *(Multimeter)*.

وصف لجهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية

يوضح الشكل (١) مكونات جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية والمكون مما يلي:

- كاشف ضوئي *(Photodetector)* : يستخدم لتحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية.
- مكبر المعاوقة العابرة *Transimpedance Amplifier*.

- مخرجين مستقلين لقياس جهد الإشارة المستقبلة أحدهما *(DCV)* والآخر *(ACV)*.
- سماعة صوتية مدمجة *Built-in piezo loudspeaker*.



شكل (٢) جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية.

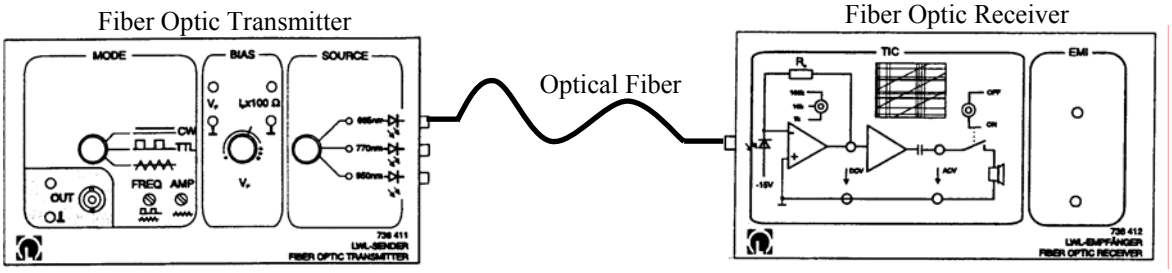
إجراءات التجربة

١- قم بتغذية جهاز الإرسال والاستقبال الخاص بالألياف البصرية عن طريق وصله بمحولي الطاقة الكهربائية كلا على حدة حيث إنه يلزم لتشغيل كلا منهما جهد متردد مقداره ١٢ فولت *(AC)*.

٢- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

- نوع النمط : موجة مستمرة *(CW)*
- مفتاح التحكم بالجهد *(V_f)* على القيمة القصوى *(Maximum)*.
- المصدر الضوئي المستخدم : الباعث الضوئي ذو الطول الموجي *665* نانومتر.

٣- قم بتوصيل أجهزة وأدوات التجربة كما هو موضح بالشكل (٣) مستخدما ليفاً بصرياً طوله ٥ متر مع ملاحظة توصيل جهاز القياس متعدد الأغراض عند مخرج *(DCV)* في جهاز الاستقبال لقياس الجهد المستمر V_{DCV}.



شكل (٣): توصيل أدوات وأجهزة التجربة.

٤- قم بوضع مؤشر قيمة مقاومة التغذية الرجعية (R_c) على القيمة ١ كيلو أوم وسجل قيمة جهد الإشارة المستقبلة V_{DCV} في الجدول (١- أ).

٥- قم بتغيير قيمة مقاومة التغذية الرجعية (R_c) على القيمة ١٠ كيلو أوم ثم ١٠٠ كيلو أوم وسجل قيمة جهد الإشارة المستقبلة V_{DCV} في الجدول (١- أ).

٦- أعد الخطوتين ٤ ، ٥ باستخدام مصدري الضوء الآخرين ٧٧٠ ، ٩٥٠ نانومتر وسجل القيم في الجدولين (١- ب) و (١- جـ).

٧- أعد الخطوات من ٤ إلى ٦ باستخدام ألياف بصرية من النوع نفسه بأطوال ١٠ و ٢٠ متر وسجل النتائج في الجدولين ٢ و ٣.

λ = 665 nm, *l* = 5m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(أ)

λ = 770 nm, *l* = 5m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(ب)

λ = 950 nm, *l* = 5m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(جـ)

جدول (١)

λ =665 nm, *l* = 10m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(أ)

λ = 770 nm, *l* = 10m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(ب)

λ = 950 nm, *l* = 10m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(جـ)

جدول (٢)

λ =665nm, *l* = 20m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(أ)

λ = 770 nm, *l* = 20m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(ب)

λ = 950 nm, *l* = 20m	
RC (kΩ)	U_{DC}(V)
1	
10	
100	

(جـ)

جدول (٣)

٨- قم بتسجيل ملحوظاتك عن تأثير قيمة مقاومة التغذية الرجعية R_c على جهد الإشارة المستقبلة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خطوط النقل والألياف البصرية

مقياس القدرة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

قياس قدرة الإشارة الضوئية المستقبلة عند نهاية الليف البصري

باستخدام جهاز مقياس القدرة (Powermeter)

أهداف التجربة

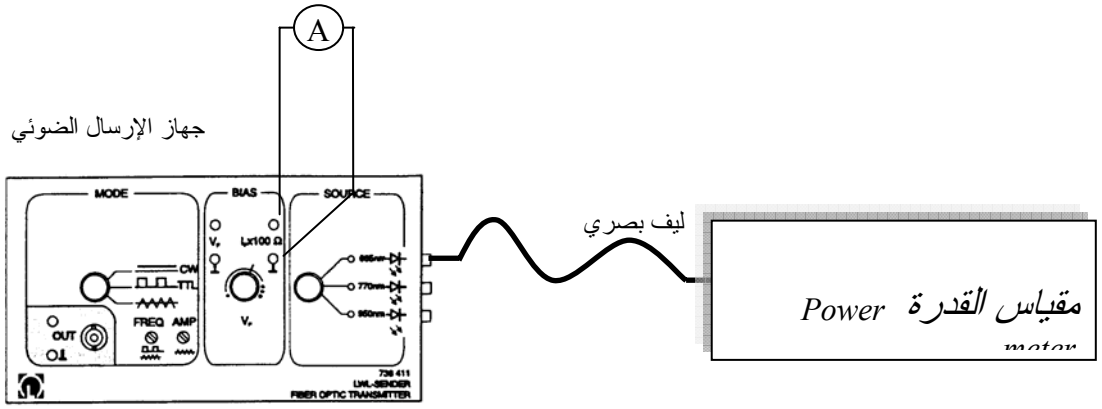
- قياس قدرة الإشارة الضوئية المستقبلة (P_2) كدالة في تيار الانحياز الأمامي للباعث الضوئي (I_f) باستخدام جهاز مقياس القدرة (Powermeter).
- دراسة كيفية تحويل وحدة قياس القدرة من ديسيبل ميللي *(dBm)* إلى وحدة الميكروواط *(μW)*.

الأدوات والأجهزة المطلوبة

- جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic transmitter*.
- محول طاقة كهربائية *(Transformer)* : يقوم بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ٢٢٠/١٢٧ فولت (AC) إلى ١٢ فولت *(AC)*.
- جهاز مقياس القدرة *(Powermeter)*.
- ليف بصري *(Optical fiber)* طوله ١ متر مزود به وصلة ربط في أحد طرفيه.
- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *(Multimeter)*.

إجراءات التجربة

١- قم بتوصيل أجهزة التجربة كما بالشكل (١) مستخدما ليفا بصريا بلاستيكيا من النوع *(PMMA)* طوله١ متر مع وصل جهاز القياس متعدد الأغراض لقياس *(I_f)*.



شكل (١) توصيل أجهزة وأدوات التجربة.

٢- قم بتغذية جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية عن طريق وصله بمحول الطاقة الكهربائية حيث إنه يلزم لتشغيله جهد متردد مقداره ١٢ فولت *(AC)*.

٣- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

- نوع النمط : موجة مستمرة *(CW)*
- مفتاح التحكم بالجهد على الوضع الصفري *(Minimum)*.
- المصدر الضوئي المستخدم: الباعث الضوئي ذو الطول الموجي 665 نانومتر.

٤- قم بتشغيل جهاز قياس القدرة ثم قم باختيار الطول الموجي الملائم لعملية القياس ويكون عادة قريبا من طول موجة المصدر الضوئي أو مساو له (٦٥٠ نانومتر) وكذلك قم باختيار وحدة القياس ولتكن *(dBm)*.

٥- قم بضبط قيمة تيار الانحياز الأمامي *(I_f)* على القيمة ٢ ميللي أمبير *(mA)* وسجل قراءة مقياس القدرة عند هذا التيار في الجدول (١).

٦- قم بزيادة قيمة التيار بمقدار ٢ ميللي أمبير مرات عدة وفي كل مرة سجل قراءة مقياس القدرة المقابلة لكل تيار حتى تصل إلى نهاية الجدول (١).

٧- قم بتحويل وحدة قياس القدرة من ديسيبل ميللي *(dBm)* إلى وحدة الميكروواط *(μW)* باستخدام العلاقة التالية:

$$P_2(\mu W) \Rightarrow 1000 \times (10^{0.1 \times P_2(dBm)})$$

٨- أعد جميع الخطوات السابقة مستخدما المصدر الضوئي الذي يبعث طولا موجيا مقداره 950 نانومتر وسجل النتائج في الجدول (١).

٩- اكتب استنتاجاتك من خلال النتائج التي حصلت عليها وأطلع مدربك عليها.

.....

.....

.....

.....

جدول (١) قياس القدرة الضوئية (P_2) باستخدام مقياس القدرة.

	$\lambda = 665\ nm$		$\lambda = 950\ nm$	
$I_F\ (mA)$	*Power Meter (dBm)*	$P_2\ (\mu W)$	*Power Meter (dBm)*	$P_2\ (\mu W)$
2				
4				
6				
8				
10				
12				
14				
16				
18				
20				
22				
24				
26				
28				
30				

خطوط النقل والألياف البصرية

قدرة الإشارة المستقبلة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

قياس قدرة الإشارة الضوئية المستقبلة

كدالة في تيار الانحياز الأمامي للباعث الضوئي.

أهداف التجربة

- قياس قدرة الإشارة الضوئية المستقبلة (P_2) كدالة في تيار الانحياز الأمامي للباعث الضوئي (I_f).
- تعيين كفاءة تحويل الإشارة من شكلها الضوئي إلى شكلها الكهربائي.

الأدوات والأجهزة المطلوبة

- جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic transmitter*.
- جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic receiver*.
- ليف بصري من النوع *(PMMA)* طوله ١٠ متر.
- محولا طاقة كهربائية *(Two Transformers)* : تقوم بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ٢٢٠/١٢٧ فولت *(AC)* إلى ١٢ فولت *(AC)*.
- جهازا قياس متعددا الأغراض.
- أسلاك توصيل.

إجراءات التجربة

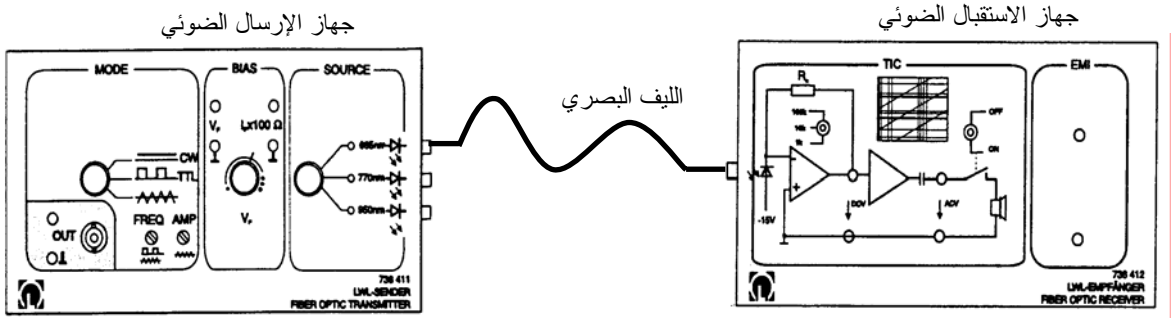
الجزء الأول: *قياس قدرة الإشارة الضوئية المستقبلة (P_2) كدالة في تيار الانحياز الأمامي (I_f) للباعث الضوئي*

١- قم بتغذية جهاز الإرسال والاستقبال الخاص بالألياف البصرية عن طريق وصله بمحولي الطاقة الكهربائية كلا على حدة حيث إنه يلزم لتشغيل كلا منهما جهد متردد مقداره ١٢ فولت *(AC)*.

٢- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

- نوع النمط : موجة مستمرة *(CW)*.
- مفتاح التحكم بالجهد *(V_f)* على الوضع الصفري *(Minimum)*.
- المصدر الضوئي المستخدم : الباعث الضوئي ذو الطول الموجي 665 نانومتر.

٣- قم بتوصيل أجهزة وأدوات التجربة كما هو موضح بالشكل (١) مستخدما ليفا بصريا طوله ١٠ متر مع ملاحظة توصيل أحد جهازي القياس متعدد الأغراض لقياس التيار *(I_f)* في جهاز الإرسال وصل الآخر عند مخرج *(DCV)* في جهاز الاستقبال لقياس الجهد المستمر V_{DCV}.



شكل (١): توصيل أدوات وأجهزة التجربة.

٤- قم بضبط قيمة المقاومة R_c على القيمة ١٠٠ كيلوأوم *($k\Omega$)* في جهاز الاستقبال.

٥- قم بتحريك مفتاح الجهد (V_f) بحذر حتى تصبح قيمة تيار الانحياز الأمامي (I_f) مساوية لـ ٢ ميللي أمبير وخذ قراءة الجهد (V_{DCV}) *المقابلة في جهاز الاستقبال وسجل هذه القراءات في الجدول (١).*

٦- *أعد الخطوة (٥) عند جميع التيارات الموضحة بالجدول وسجل النتائج في الجدول.*

٧- قم بحساب قدرة الإشارة الضوئية المستقبلة (P_2) في الجدول (١) من العلاقة التالية:

$$P_2 = K \cdot V_{DCV}$$

حيث إن K هو معامل التحويل ويعتمد على قيمة مقاومة التغذية الرجعية (R_c) كما هو موضح في الجدول (٢).

٨- قم بإعادة الخطوات من ٥ إلى ٧ مستخدما المصدر الضوئي ذي الطول الموجي (٧٧٠ نانومتر) ثم المصدر الضوئي ذي الطول الموجي (٩٥٠ نانومتر) وقم بتدوين جميع القراءات والحسابات في الجدول (١).

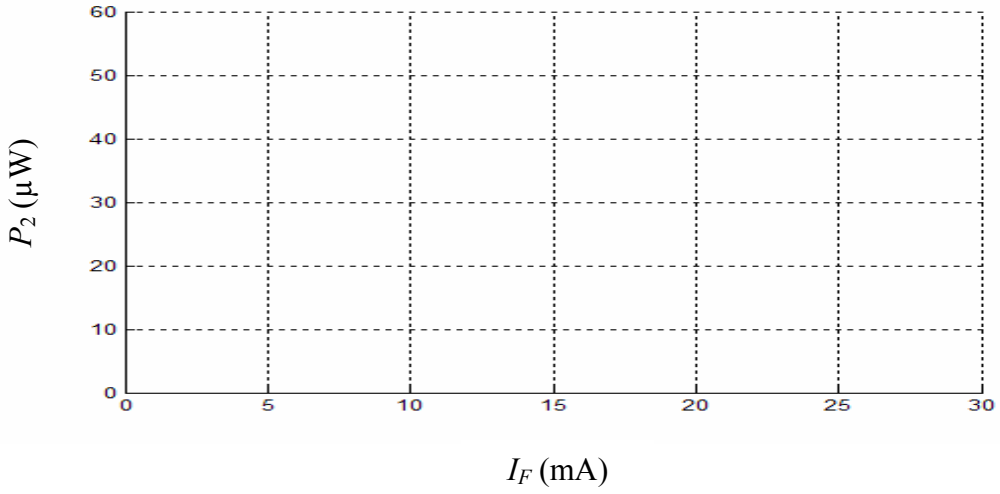
جدول (١) قياس قدرة الإشارة المستقبلة (P_2) تبعاً لقيمة الجهد المستقبل (V_{DCV}).

	$\lambda = 665\ nm$		$\lambda = 770\ nm$		$\lambda = 950\ nm$	
$I_F\ (mA)$	$V_{DCV}\ (V)$	$P_2\ (\mu W)$	$V_{DCV}\ (V)$	$P_2\ (\mu W)$	$V_{DCV}\ (V)$	$P_2\ (\mu W)$
2						
4						
6						
8						
10						
12						
14						
16						
18						
20						
22						
24						
26						
28						
30						

جدول (٢) اعتمادية قيمة معامل التحويل (K) على قيمة مقاومة التغذية الرجعية (R_c).

	R_C = 1 kΩ	R_C = 10 kΩ	R_C = 100 kΩ
$K = \left[\frac{\mu W}{V}\right]$	3300	330	33

٩- قم برسم العلاقة البيانية بين قدرة الإشارة المستقبلة (P_2) وبين تيار الانحياز الأمامي (I_f) في جهاز الإرسال وذلك في المخطط البياني التالي.



الجزء الثاني: تعيين كفاءة تحويل الإشارة من شكلها الضوئي على شكلها الكهربائي

(The electro-optical efficiency)

١- قم بقياس جهد الانحياز الأمامي (V_f) للباعث الضوئي (٦٦٥ نانومتر) في جهاز الإرسال عندما تكون قيمة تيار الانحياز الأمامي (I_f) مساوية لـ ١٠ ، ٢٠ ميللي أمبير على التوالي وسجل النتائج في الجدول (٣).

٢- *قم بحساب قدرة الإشارة المرسلة بالعلاقة التالية:*

$$P_I = I_f \times V_f$$

٣- أعد الخطوتين (٢,١) مع المصدرين الآخرين (٧٧٠ ، ٩٥٠ نانومتر) وسجل النتائج في الجدول (٣).

٤- قم بترتيب نتائج قياس القدرة المرسلة (P_I) والقدرة المستقبلة (P_2) في الجدول (٤) عند قيمتي تيار الانحياز الأمامي (I_f) المذكورة سابقا ١٠ ، ٢٠ ميللي أمبير.

٥- قم بحساب كفاءة تحويل الإشارة عند التيارين السابقين لجميع المصادر الضوئية الثلاثة باستخدام العلاقة التالية:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

جدول (٣) تعيين قدرة الإشارة المرسلة *(P_I)*.

	$\lambda = 665\ nm$		$\lambda = 770\ nm$		$\lambda = 950\ nm$	
$I_F\ (mA)$	$V_F\ (v)$	$P_1\ (mW)$	$V_F\ (v)$	$P_1\ (mW)$	$V_F\ (v)$	$P_1\ (mW)$
10						
20						

جدول (٤) دراسة كفاءة تحويل الإشارة.

	I_F (mA) = 10 mA			I_F (mA) = 20 mA		
λ (nm)	P_1 (mW)	P_2 (μW)	η (%)	P_1 (mW)	P_2 (μW)	η (%)
665						
770						
950						

خطوط النقل والألياف البصرية

التوهين في الألياف البصرية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

قياس التوهين في الألياف البصرية

Attenuation in optical fibers

أهداف التجربة

- تعيين معامل التوهين في الألياف البصرية.
- دراسة تأثير طول الليف البصري على التوهين خلال الألياف البصرية.

مقدمة نظرية

يعرف التوهين *(The Attenuation)* في الألياف البصرية على أنه الفقد في قدرة الإشارة المارة خلال الليف البصري. وهناك سببان رئيسان للتوهين هما الامتصاص والتشتت والتي تحصل للإشارة الضوئية عند مرورها خلال الليف البصري.

ومن أبرز طرق قياس التوهين هي ما يعرف بطريقة القطع *(Cutoff method)* حيث تقاس القدرة المستقبلة (P_2) خلال نهاية الليف البصري والذي طوله في البداية يكون (l_2) ثم يقطع جزء من الليف البصري بحدود مترين تقريبا ليصبح طوله (l_1) وتقاس القدرة المستقبلة (P_2) عند هذا الطول الجديد وباستخدام المعادلة (١) نستطيع حساب معامل التوهين (α):

$$\alpha = \frac{10000}{\Delta l} log\left(\frac{P_{l_1}}{P_{l_2}}\right) \qquad (dB\ km^{-1})$$

وأبرز مميزات هذه الطريقة أن القياس في الحالتين يتم عند نفس الظروف تقريبا بشرط عدم تغيير الطول الموجي للمصدر غير أنها لا تخلو من مشاكل عملية حيث إنه بعد سلسلة من القياسات المتعاقبة يصبح طول الليف البصري قصيراً جدا فينتج عن ذلك مصاعب جمة في الواقع العملي.

ويمكن بطريقة مشابهة استخدام أطوال مختلفة لنوع واحد من الألياف البصرية في قياس معامل التوهين كما سنرى في هذه التجربة بشرط أن يكون الطول الموجي للمصدر الضوئي ثابتا أثناء إجراء هذه القياسات.

أدوات وأجهزة التجربة

- جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic transmitter*.
- جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic receiver*.
- ألياف بصرية من النوع *(PMMA)* ذات أطوال ٥ ، ١٠ ، ٢٠ ، ٥٠ متر.
- محولا طاقة كهربائية *(Two Transformers)*: تقوم بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ٢٢٠/١٢٧ فولت *(AC)* إلى ١٢ فولت *(AC)*.
- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *(Multimeter)*.

إجراءات التجربة

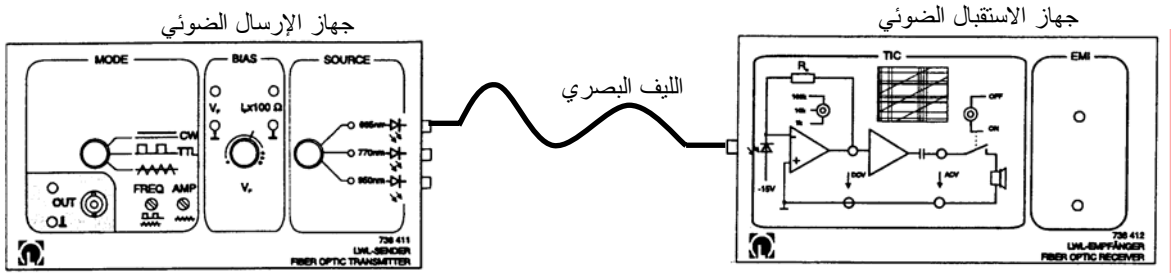
١- قم بتغذية جهازي الإرسال والاستقبال الخاصين بالألياف البصرية عن طريق وصلهما بمحولي الطاقة الكهربائية كلا على حدة حيث إنه يلزم لتشغيل كلا منهما جهد متردد مقداره ١٢ فولت *(AC)*.

٢- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

نوع النمط: موجة مربعة *(TTL)*.

المصدر الضوئي: ثنائي ضوئي طول موجته ٦٦٥ نانومتر.

٣- قم بتوصيل أجهزة وأدوات التجربة مستخدما ليفا بصريا من النوع *(PMMA)* طوله ٥ متر كما هو موضح في الشكل (١).



شكل (١) الشكل العام لتوصيل أجهزة التجربة.

٤- قم بتوصيل جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض عند مخرج *(ACV)* في جهاز الاستقبال لقياس جهد الإشارة المستقبلة *(V_{ACV})*.

٥- قم بوضع قيمة مقاومة التغذية الرجعية *(R_c)* على القيمة ١٠ كيلوأوم *($k\Omega$)*.

٦- قم بأخذ قيمة جهد الإشارة المستقبلة *(V_{ACV})* وسجل ذلك في الجدول (١).

٧- قم بتكرار الخطوة (٦) باستخدام ألياف بصرية من نفس النوع *(PMMA)* وذات أطوال ١٠ ، ٢٠ ، ٥٠ متر وسجل النتائج في الجدول (١).

٨- قم بحساب معامل التوهين *(α)* بتطبيق المعادلة التالية:

$$\alpha = \frac{10000}{\Delta l} log\left(\frac{P_{l_1}}{P_{l_2}}\right) \qquad (dB\ km^{-1})$$

حيث إن: Δl هو فرق الطول بين الليف البصري الأول والليف البصري الثاني $(\Delta l = l_2 - l_1)$.

P_{l_1} : قدرة الإشارة المستقبلة خلال الليف البصري ذي الطول l_1.

P_{l_2} : قدرة الإشارة المستقبلة خلال الليف البصري ذي الطول l_2.

جدول (١) التوهين في الألياف البصرية عند ٦٦٥ نانومتر.

λ = 665 nm			R_C = 10 kΩ
l (m)	V_{ACV}	Δl (m)	α dB km^{-1}
5			
10			
20			
50			

(ملحوظة: لا تكتب في المربعات المظللة).

٩- قم بتكرار جميع الخطوات السابقة مستخدما الثنائي الذي يبعث ضوءاً طول موجته ٧٧٠ نانومتر وسجل النتائج في جدول (٢).

جدول (٢) التوهين في الألياف البصرية عند ٧٧٠ نانومتر.

$\lambda = 770$ nm			$R_C = 10$ kΩ
l (m)	V_{ACV}	Δl (m)	α dB km^{-1}
5			
10			
20			
50			

(ملحوظة: لا تكتب في المربعات المظللة).

١٠- قم بتكرار جميع الخطوات السابقة مستخدما الثنائي الذي يبعث ضوءاً طول موجته ٩٥٠ نانومتر بعد ضبط قيمة مقاومة التغذية الرجعية *(R_c)* الموجودة قي جهاز الاستقبال على ١٠٠ كيلوأوم *($k\Omega$)* وسجل النتائج في جدول (٣).

جدول (٣) التوهين في الألياف البصرية عند ٩٥٠ نانومتر.

λ = 950 nm			R_C = 100 kΩ
l (m)	V_{ACV}	Δl (m)	α dB km^{-1}
5			
10			
20			
50			

(ملحوظة: لا تكتب في المربعات المظللة).

١١- قم بحساب متوسط معامل التوهين α_{avg} في كل من الثلاثة جداول السابقة وضع النتائج في الجدول التالي:

λ (nm)	α_{avg} (dB km^{-1})
665	
770	
950	

١٢- قم بتدوين ملحوظاتك واستنتاجاتك وأطلع عضو هيئة التدريب عليها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خطوط النقل والألياف البصرية

التوهين في نوعين من الألياف

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

قياس التوهين لنوعين مختلفين من الألياف البصرية

أهداف التجربة

- قياس التوهين في نوعين مختلفين من الألياف البصرية مثل الـ *PMMA* و *HCS*.

مقدمة نظرية

علمنا مما سبق أن التوهين ينشأ نتيجة امتصاص وتشتت الإشارة الضوئية خلال مادة الليف البصري مما يعني أن التوهين في الليف البصري يعتمد على نوع مادة الليف البصري. وحيث إن صناعة الليف البصري تتطلب استخدام الزجاج أو البلاستيك فإننا نتوقع إختلاف قياسات التوهين في الحالتين نظرا لاختلاف خصائص المادتين.

في هذه التجربة ستجرى قياسات التوهين على نوعين من الألياف البصرية أحدهما مصنّع من البلاستيك (*PMMA*) والآخر مصنّع من الزجاج (*HCS*) وبنفس طريقة القياس التي تعلمتها في التجربة التاسعة.

الأدوات والأجهزة المستخدمة

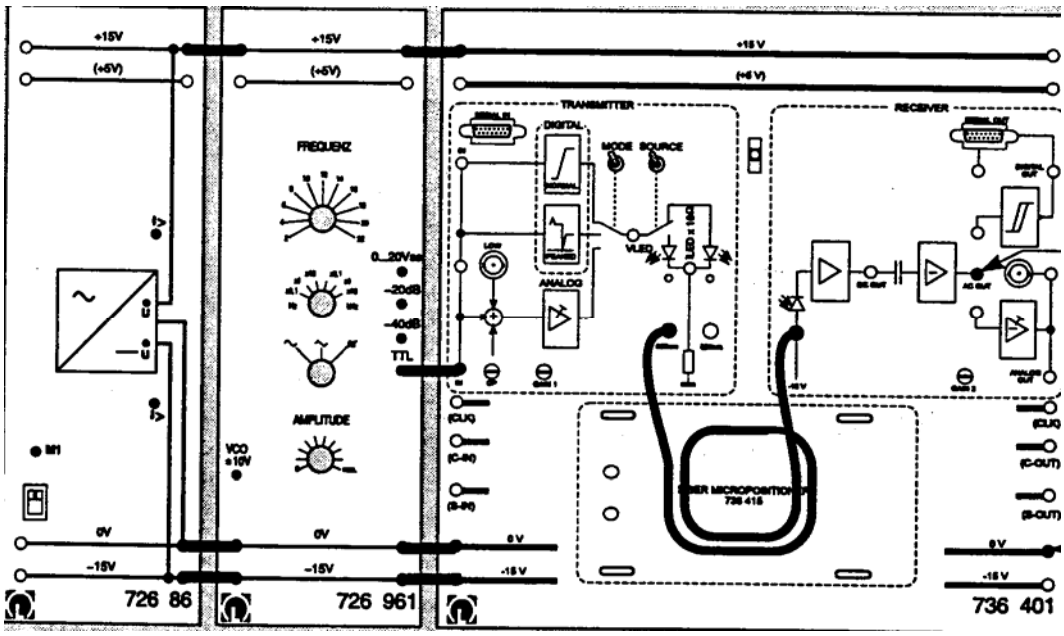
- جهاز توليد طاقة كهربائية *(Power supply)*.
- جهاز مولد الذبذبات *Function generator*.
- وحدة الإرسال / الاستقبال الخاصة بالألياف البصرية *Fiber optic adapter*.
- ألياف بصرية طولها ٥ ، ٥٠ متر من النوع *PMMA* والنوع *HCS* مع وصلات ربط عند الأطراف.
- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *Multimeter*.

إجراءات التجربة

١- قم بتوصيل أجهزة التجربة كما بالشكل (١).

٢- قم بضبط إعدادات مولد الذبذبات بحيث يكون التردد ٢ كيلوهيرتز ونوع الموجة المستخدمة تكون مربعة من النوع *TTL*.

٣- في وحدة الإرسال في اللوحة قم بضبط نوع النمط ليصبح : رقمي / عادي *(Digital/normal)*.



شكل (١) الشكل العام للتجربة.

٤- قم بتوصيل ليف طوله ٥ متر بصري من النوع PMMA بين جهازي الإرسال والاستقبال في اللوحة مستخدما المصدر الضوئي ذي الطول الموجي ٦٦٥ نانومتر.

٥- قم بوصل جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض عند مخرج *(AC)* في وحدة الاستقبال في اللوحة الخاصة ثم قم بأخذ قيمة جهد الإشارة المستقبلة (V_{ACV}) وسجل هذه القيمة في الجدول (١).

٦- قم باستبدال الليف البصري الأول بليف بصري آخر من نفس النوع طوله ٥٠ متر وسجل قيمة جهد الإشارة المستقبلة (V_{ACV}) وسجل هذه القيمة في الجدول (١).

٧- أعد الخطوتين ٦ ، ٧ مستخدما المصدر الضوئي الآخر الذي طول موجته ٩٥٠ نانومتر وسجل النتائج في الجدول (١).

٨- قم بحساب معامل التوهين (α) بتطبيق المعادلة التالية:

$$\alpha = \frac{10000}{\Delta l} log\left(\frac{P_{l_1}}{P_{l_2}}\right) \qquad (dB\ km^{-1})$$

حيث إن: Δl هو فرق الطول بين الليف البصري الأول والليف البصري الثاني ($\Delta l = l_2 - l_1$).

P_{l_1} : قدرة الإشارة المستقبلة خلال الليف البصري ذي الطول l_1.

P_{l_2} : قدرة الإشارة المستقبلة خلال الليف البصري ذي الطول l_2.

جدول (١) التوهين في الألياف البصرية البلاستيكية من النوع PMMA.

	λ = 665 nm		λ = 820 nm	
l (m)	V_{ACV} (mV)	a dB km^{-1}	V_{ACV} (mV)	α dB km^{-1}
5				
50				

(ملحوظة: لا تكتب في المربعات المظللة).

٩- أعد الخطوات من ٥ إلى ٩ مستخدما هذه المرة الألياف الزجاجية من النوع *HCS* بنفس الطولين السابقين ٥٠/٥ متر وسجل القياسات في الجدول (٢).

جدول (٢) التوهين في الألياف الزجاجية من النوع *HCS*.

	λ = 665 nm		λ = 820 nm	
l (m)	V_{ACV} (mV)	a dB km^{-1}	V_{ACV} (mV)	α dB km^{-1}
5				
50				

(ملحوظة: لا تكتب في المربعات المظللة).

١٠- قم بالمقارنة بين التوهين في كلا النوعين من الألياف البصرية ثم حاول أن توجد تفسيرات لذلك وأطلع مدربك عليها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خطوط النقل والألياف البصرية

طرق الإرسال الضوئي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

طرق الإرسال المستخدمة في نظام اتصالات الألياف البصرية

Transmission Methods Used in
Fiber-optic Communication Systems

أهداف التجربة

- دراسة طرق الإرسال المستخدمة بنوعيها التماثلي والرقمي والمستخدمة في نظام اتصالات الألياف البصرية.

أدوات وأجهزة التجربة

- جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic transmitter*.
- جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic receiver*.
- ليف بصري من النوع *(PMMA)* طوله ١٠ متر.
- راسم ذبذبات *Oscilloscope*.
- محولا طاقة كهربائية *(Two Transformers)* : تقوما بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ١٢٧/٢٢٠ فولت *(AC)* إلى ١٢ فولت *(AC)*.
-

إجراءات التجربة

أولا : الإرسال التماثلي *Analog Transmission*

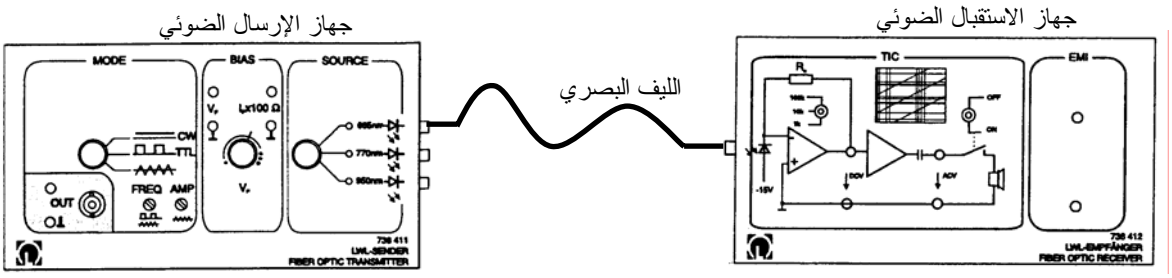
١- قم بتغذية جهازي الإرسال والاستقبال الخاصين بالألياف البصرية عن طريق وصلهما بمحولي الطاقة الكهربائية كلا على حدة حيث إنه يلزم لتشغيل كلا منهما جهد متردد مقداره ١٢ فولت (AC).

٢- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

نوع النمط: موجة مثلثية حادة *(Triangular wave)*.

المصدر الضوئي: ثنائي ضوئي طول موجته ٦٦٥ نانومتر.

٣- قم بتوصيل أجهزة وأدوات التجربة مستخدما ليفا بصريا من النوع *(PMMA)* طوله ١٠ متر كما هو موضح في الشكل (١).



شكل (١) توصيل أجهزة التجربة.

٤- قم بوصل مخرجي الجهد *(V_f)* في جهاز الإرسال مع القناة الأولى لراسم الذبذبات وفي نفس الوقت قم بوصل مخرجي الجهد *(ACV)* في جهاز الاستقبال مع القناة الثانية للراسم.

٥- قم بوضع مؤشر مقاومة التغذية الرجعية (R_c) على القيمة ١٠ كيلوأوم.

٦- قم بتغيير مفتاح الجهد *(V_f)* في جهاز الإرسال إلى المنتصف تقريبا.

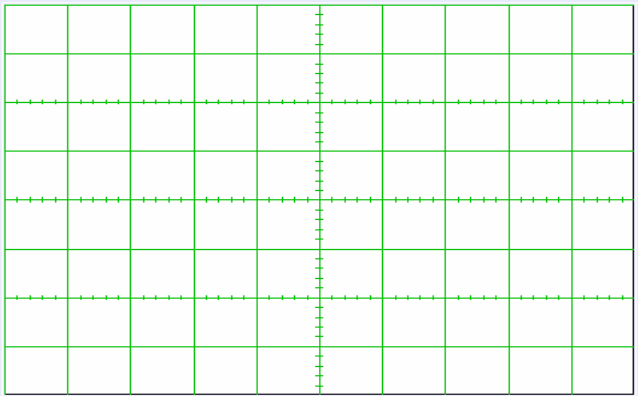
٧- قم بالحصول على الموجة المرسلة والمستقبلة معاً على شاشة عرض الراسم ثم قم بالضغط على مفتاح الضبط التلقائي للراسم *(Autoset)*.

٨- حاول أن تحصل على الموجة المستقبلة بدون أي تشويه في الشكل معتمدا في ذلك على تعديل مفتاح الجهد *(V_f)* ومفتاح تعديل السعة *(AMP)* حتى تصبح الموجة المرسلة والموجة المستقبلة متشابهة الشكل تقريبا.

٩- قم برسم الموجة المرسلة *(Modulated signal)* والموجة المستقبلة *(Demodulated signal)* في المخطط البياني رقم (١) ثم سجل قياسات سعة الموجة *(V_{pp})* لكل من الموجتين.

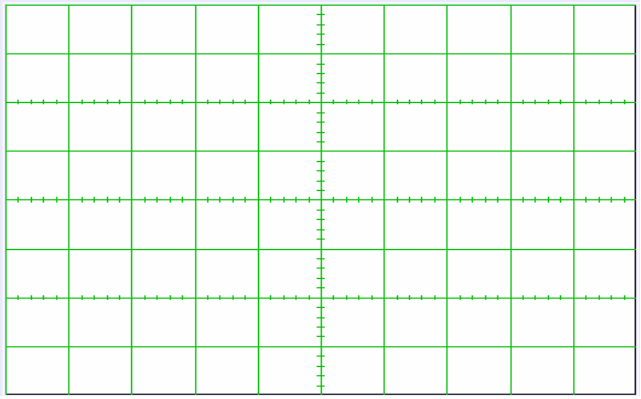
مخطط (١) الإرسال التماثلي *Analog Mode*

الموجة المرسلة



V / Div	
V_{PP}	

الموجة المستقبلة



V / Div	
V_{PP}	

ثانيا: الإرسال الرقمي *Digital transmission*

١- قم بتغيير نوع نمط الموجة المستخدم إلى موجة مربعة *(TTL)*.

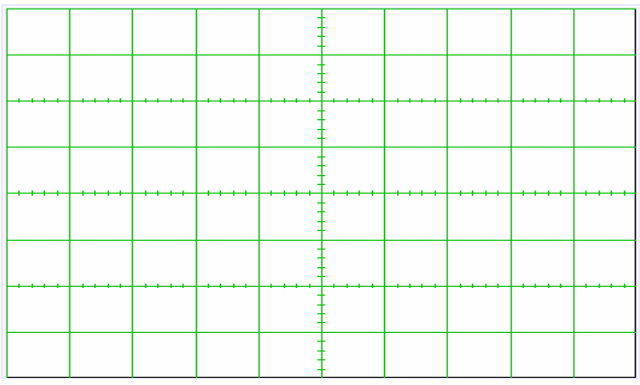
٢- صل مخرجي خرج الموجة المربعة *(TTL)* في جهاز الإرسال مع القناة الأولى لراسم الذبذبات وفي نفس الوقت قم بوصل مخرجي الجهد *(ACV)* في جهاز الاستقبال مع القناة الثانية للراسم.

٣- قم بالحصول على الموجة المرسلة والمستقبلة معاً على شاشة عرض الراسم ثم قم بالضغط على مفتاح الضبط التلقائي للراسم *(Autoset)*.

٤- قم برسم الموجة المرسلة *(Modulated signal)* والموجة المستقبلة *(Demodulated signal)* في المخطط البياني رقم (٢) ثم سجل قياسات سعة الموجة *(V_{pp})* لكل من الموجتين.

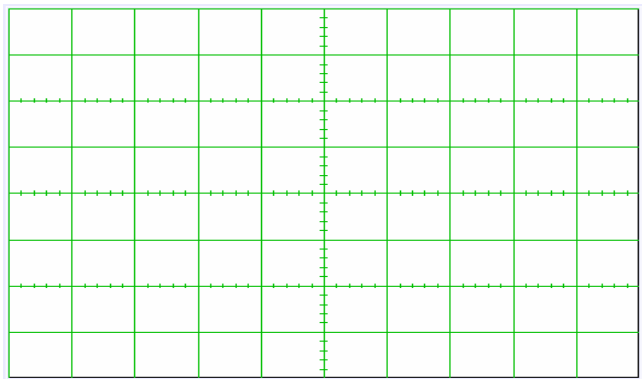
مخطط (٢) الإرسال الرقمي *Digital Mode*

الموجة المرسلة



V / Div	
V_{PP}	

الموجة المستقبلة



V / Div	
V_{PP}	

٥- قم بكتابة استنتاجين على الأقل من هذه التجربة وأطلع مدربك عليها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خطوط النقل والألياف البصرية

ربط الألياف البصرية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

دراسة الفقد الناتج عن ربط الألياف البصرية

Fiber / Fiber Coupling Losses

أهداف التجربة

- تعيين الفقد الناتج عند ربط ليف بصري بليف آخر باستخدام جهاز الربط الدقيق.
- دراسة تأثير كفاءة الربط الجانبي على جهد الإشارة المستقبلة.

مقدمة نظرية

عند حدوث قطع في الليف البصري فإنه لابد من عملية الربط بين طرفي الليف في منطقة القطع ويستخدم لهذا الغرض أجهزة ربط دقيقة ومتطورة غير أن الفكرة الرئيسة في ذلك هو عمل موازنة دقيقة على الإحداثيات التالية (θ, X, Y, Z) بين طرفي الليف باستخدام جهاز الربط الدقيق *(Micropositioner)*.بعد أن تكون عملية تهيئة طرفي الليف تمهيدا لربطهما من جديد قد استكملت.

أي أن كفاءة الربط تعتمد على ما يلي:

١- المسافة الفاصلة بين طرفي الليف البصري *Axial separation*.

٢- الربط الجانبي *Lateral offset*.

٣- زاوية الربط *Angular offset*.

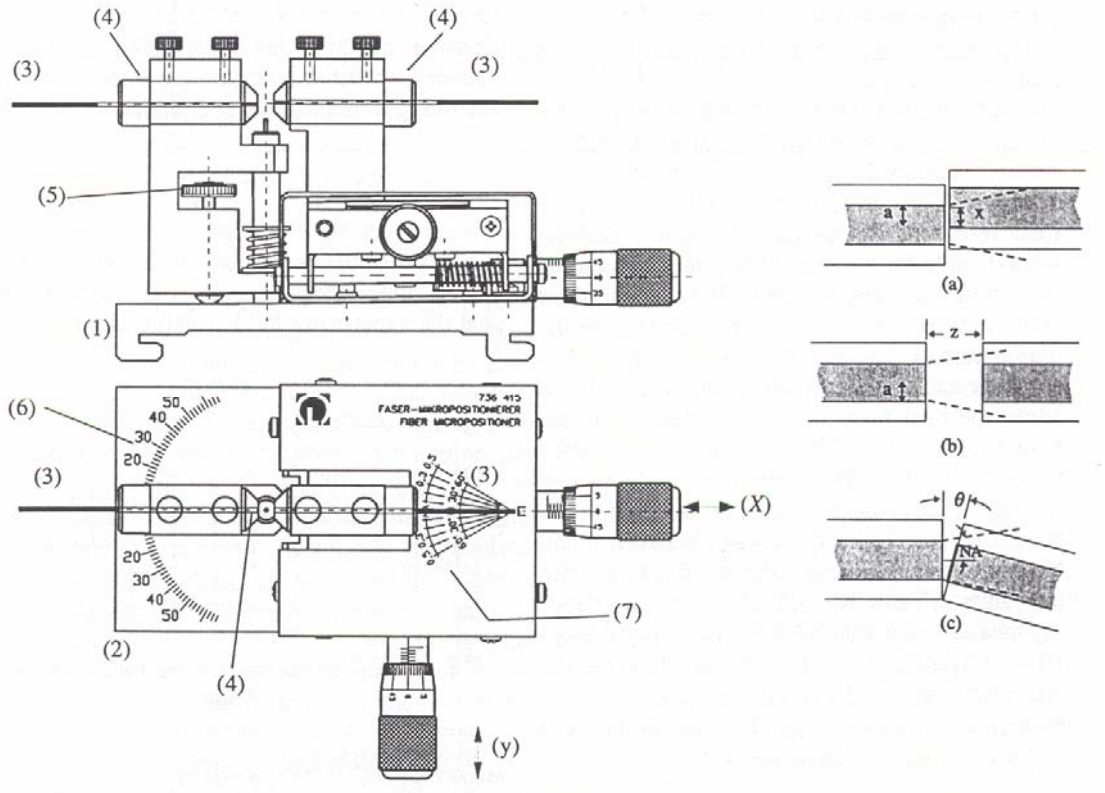
نبذة مختصرة عن جهاز الربط الدقيق *Micropositioner*

يوضح الشكل (١) منظرا علويا وجانبيا لجهاز الربط الدقيق حيث تشير الأرقام الموجودة بالشكل إلى ما يلي:

١- منظر جانبي ٢- منظر علوي ٣- ليف بصري ٤- وصلة ربط لليف المقطوع

٥- مفتاح لضبط الارتفاع ٦- زاوية نفوذ الأشعة خلال الليف البصري *Aperture angle* θ_o

٧- زاوية القبول لليف البصري *Acceptance angle* θ_A



شكل (١) جهاز الربط الدقيق وأنواع الربط غير الدقيق.

وتبين الأشكال الجانبية (*c, b, a*) بعض أنواع الربط غير الدقيق والذي يكون عنده الفقد عال جدا وهي:

- عدم دقة الربط الجانبي *Lateral offset* ويتضح ذلك في الشكل *(a)*.
- زيادة المسافة الفاصلة بين طرفي الليف *Axial separation* ويتضح ذلك في الشكل *(b)*.

عدم دقة الربط الزاوي *Angular offset* ويتضح ذلك في الشكل *(c)*.

أدوات وأجهزة التجربة

- جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic transmitter*.
- جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic receiver*.
- قطعتان من ليف بصري من النوع *(PMMA)* طول كل منهما ١ متر.
- جهاز الربط الدقيق الخاص بالألياف البصرية *Micropositioner*
- محولا طاقة كهربائية *(Two Transformers)* : تقوما بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ٢٢٠/١٢٧ فولت *(AC)* إلى ١٢ فولت *(AC)*.
- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *(Multimeter)*.

إجراءات التجربة

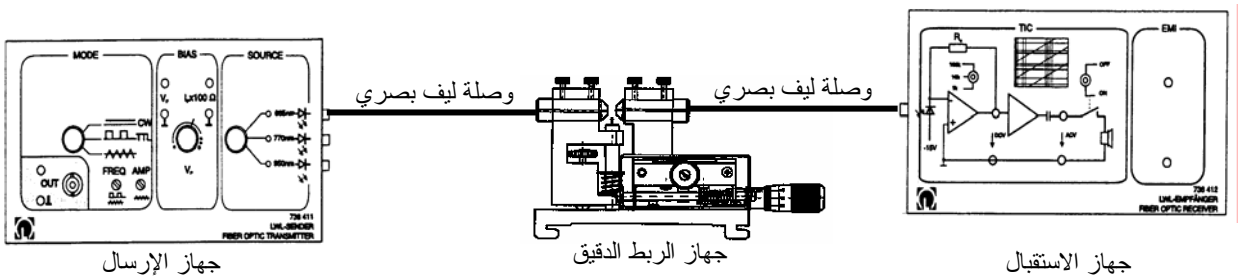
أولا : دراسة الفقد الناتج عن زيادة المسافة الأفقية بين وصلتي الليف البصري عند ربطهما

١- قم بتغذية جهاز الإرسال والاستقبال الخاص بالألياف البصرية عن طريق وصله بمحولي الطاقة الكهربائية كلا على حدة حيث إنه يلزم لتشغيل كلا منهما جهد متردد مقداره ١٢ فولت *(AC)*.

٢- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

- نوع النمط : موجة مربعة *(TTL)*.
- المصدر الضوئي المستخدم : الباعث الضوئي ذو الطول الموجي *665* نانومتر.

٣- قم بتوصيل أجهزة وأدوات التجربة كما هو موضح بالشكل (2) مستخدما قطعتي ليف بصري طول كل منهما ١ متر مع ملاحظة توصيل جهاز القياس متعدد الأغراض عند مخرج *(ACV)* في جهاز الاستقبال لقياس جهد الإشارة المستقبلة V_{ACV}.



شكل (٢) الشكل العام لتوصيل أجهزة التجربة.

٤- قم بوضع مؤشر قيمة مقاومة التغذية الرجعية *(R_c)* على القيمة ١٠٠ كيلو أوم في جهاز الاستقبال.

٥- قم بضبط قيمة الإحداثي الأفقي *(X)* في جهاز الربط الدقيق على القيمة ٠ ميكرومتر واضبط المسافة بين وصلتي الليف البصري المثبتة بواسطة وصلات الربط بحيث تكون في حدود ٢ ميللي متر تقريبا.

٦- اجعل الزاوية بين وصلتي الليف البصري صفرا بحيث تكون الوصلتين على استقامة واحدة ثم غير في الإحداثيات *(Z , Y)* في الاتجاه الذي تزيد فيه قيمة الإشارة المستقبلة حتى تحصل على أعلى قيمة ممكنة وسجل هذه القيمة في الجدول (١) ثم قم بتثبيت هذا الوضع حتى نهاية التجربة. .

٧- قم بزيادة المسافة بين الوصلتين بمقدار ٥٠٠ ميكرومتر وفي كل مرة سجل قيمة جهد الإشارة المستقبلة V_{ACV} حتى نهاية الجدول (١).

٨- قم بحساب الكمية V_{ACV}/V_{MAX} الواردة في الجدول وذلك بقسمة جميع القراءات على القيمة العظمى لجهد الإشارة المستقبلة والتي حصلت عليها عندما كانت X مساوية للصفر.

٩- قم بحساب الفقد *(a) والناتج عن زيادة المسافة الأفقية بين وصلتي الليف البصري عند ربطهما عن طريق العلاقة التالية:*

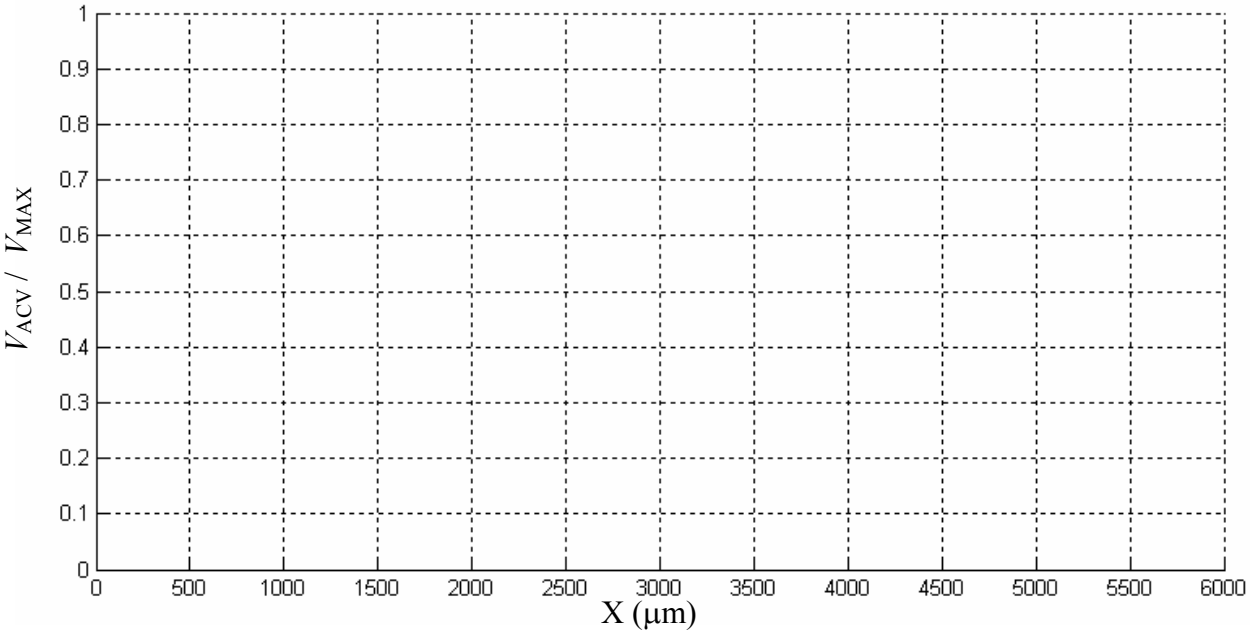
$$dB\,a = 10 \cdot \log\left(\frac{V_{MAX}}{V_{ACV}}\right)$$

١٠- قم بوصل قطعة الليف البصري بالمصدر الضوئي الذي طول موجته ٩٥٠ نانومتر ثم أعد قيمة الإحداثي الأفقي (X) إلى الصفر (٠) وكرر ما قمت به في الخطوات من ٦ إلى ٩ وسجل القيم في الجدول (١).

١١- قم برسم العلاقة في كلا الحالتين بين المسافة الأفقية التي تفصل بين وصلتي الليف البصري (X) وبين الفقد الناتج عن زيادة هذه المسافة في المخطط البياني التالي.

جدول (١) الفقد الناتج عن زيادة المسافة الأفقية بين وصلتي الليف البصري عند ربطهما.

	λ = 665 nm R_C = 100 kΩ			λ = 950 nm R_C = 100 kΩ		
X (μm)	V_{ACV} (mV)	$\frac{V_{ACV}}{V_{MAX}}$	a (dB)	V_{ACV} (mV)	$\frac{V_{ACV}}{V_{MAX}}$	a (dB)
0						
500						
1000						
1500						
2000						
2500						
3000						
3500						
4000						
4500						
5000						
5500						
6000						



ثانيا : أثر الضبط الجانبي على قيمة الإشارة المستقبلة

١- قم باستخدام المصدر الضوئي ذي الطول الموجي ٦٦٥ نانومتر مرة أخرى مع الإبقاء على نفس الاعدادات السابقة وإرجاع قيمة الإحداثي الأفقي (X) إلى الصفر (٠).

٢- قم اجعل الزاوية بين وصلتي الليف البصري صفرا بحيث تكون الوصلتين على استقامة واحدة ثم غير في الإحداثيات (Z , Y) في الاتجاه الذي تزيد فيه الإشارة حتى تحصل على أعلى قيمة ممكنة لجهد الإشارة المستقبلة (V_{ACV}) وعين قيمة الإحداثي الرأسي (الجانبي) Y عند هذا الوضع.

٣- قم بتقليل قيمة Y حتى تصبح قيمة جهد الإشارة المستقبلة صغيرة جدا (في حدود ٤- ٩ ميللي فولت) ثم سجل قيمة Y عند هذه الحالة في الجدول (٢).

٤- قم بزيادة قيمة Y بمقدار ١٠٠ ميكرومتر حتى تصل على نهاية الجدول (٢) وفي كل مرة سجل قيمة جهد الإشارة المستقبلة (V_{ACV}).

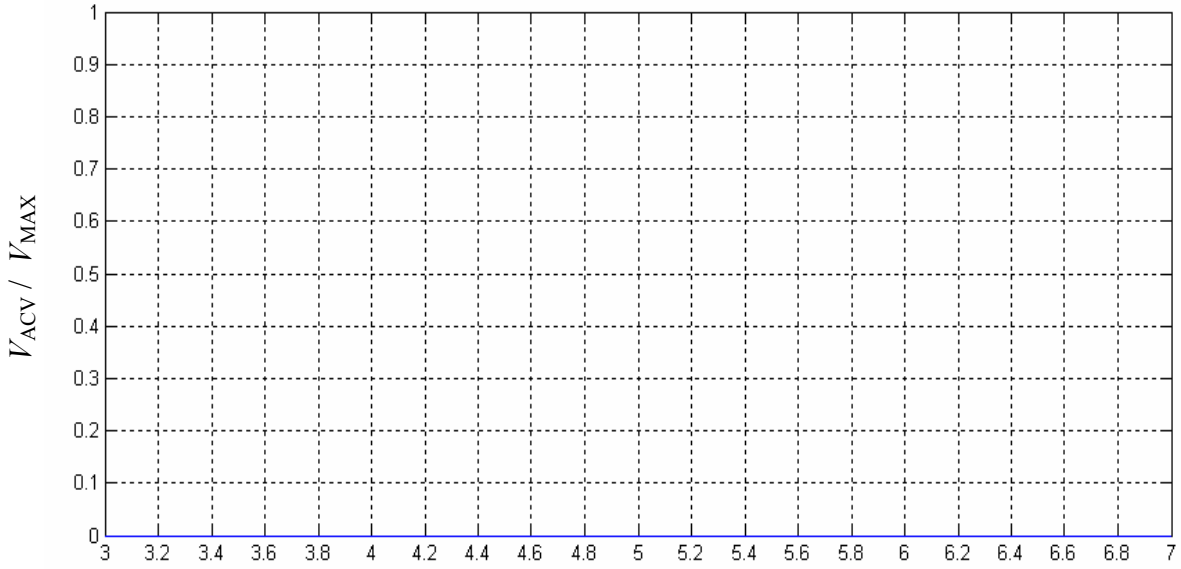
٥- قم بتغيير قيمة X لتصبح ٢٥٠٠ ميكرومتر ثم أعد الخطوتين ٣ و ٤ عند نفس قراءات Y الموجودة في الجدول (٢).

٦- قم بحساب الكمية V_{ACV}/V_{MAX} الواردة في الجدول وذلك بقسمة جميع القراءات على القيمة العظمى لجهد الإشارة المستقبلة مع ملاحظة أن أكبر قيمة يمكن أن تصل لها الكمية V_{ACV}/V_{MAX} هي الوحدة.

٧- قم برسم العلاقة في كلا الحالتين بين مسافة الضبط الجانبي (Y) وبين الكمية V_{ACV}/V_{MAX} في المخطط البياني التالي.

جدول (٢) أثر الضبط الجانبي (Y)على قيمة الإشارة المستقبلة

	$\lambda = 665$ nm $R_C = 100$ kΩ			
	X = 0 µm		X = 2500 µm	
Y (µm)	V_{ACV} (mV)	$\frac{V_{ACV}}{V_{MAX}}$	V_{ACV} (mV)	$\frac{V_{ACV}}{V_{MAX}}$



٨- دون ملحوظاتك واستنتاجاتك عن هذه التجربة وأطلع مدربك عليها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خطوط النقل والألياف البصرية

فتحة النفوذ العددية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

قياس فتحة النفوذ العددية للألياف البصرية

Determination of the Numerical Aperture

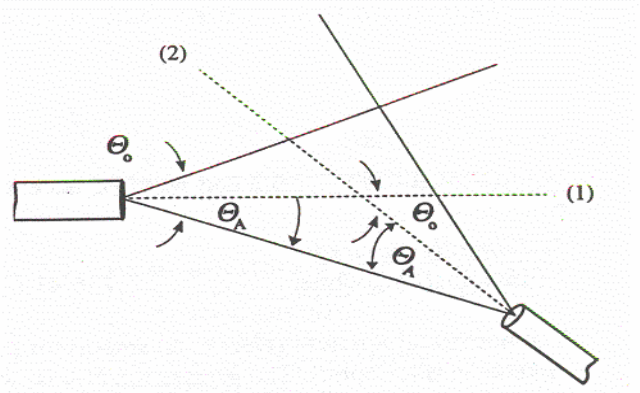
الأهداف

- تعيين فتحة النفوذ العددية لليف البصري.

مقدمة نظرية

فتحة النفوذ العددية هي من أهم خصائص الليف البصري حيث إنها تحدد كمية الأشعة الضوئية الداخلة في الليف البصري بمعنى أنه كلما كانت فتحة النفوذ العددية لليف البصري كبيرة كلما كانت الأشعة الداخلة أكبر وبالتالي تزيد كفاءة ربط الليف البصري بالمصدر الضوئي أو عند وصله بليف بصري آخر.

في هذه التجربة نستخدم جهاز الربط الدقيق لحساب زاوية القبول (Acceptance angle, θ_A) والتي هي عبارة عن نصف زاوية نفوذ الأشعة الضوئية خلال الليف البصري (The aperture angle θ_o) كما نلاحظ من الشكل (١).



شكل (١) قياسات زاوية القبول لليف البصرى (θ_A).

تجدر الإشارة هنا إلى أن العلاقة بين θ_o و θ_A و فتحة النفوذ العددية NA تعطى كالتالي:

$$\theta_o = 2\theta_A = 2\sin^{-1}(NA)$$

أدوات وأجهزة التجربة

- جهاز الإرسال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic transmitter*.
- جهاز الاستقبال الخاص بالألياف البصرية *Fiber optic receiver*.
- قطعتان من ليف بصري من النوع *(PMMA)* طول كل منهما ١ متر.
- جهاز الربط الدقيق الخاص بالألياف البصرية *Micropositioner*
- محولا طاقة كهربائية *(Two Transformers)* : تقوما بتحويل الجهد الكهربائي المتردد من ٢٢٠/١٢٧ فولت *(AC)* إلى ١٢ فولت *(AC)*.
- جهاز القياس الرقمي متعدد الأغراض *(Multimeter)*.

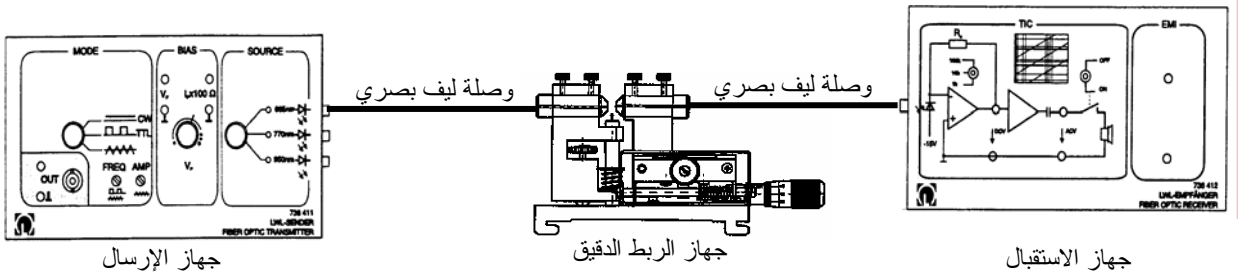
إجراءات التجربة

١- قم بتغذية جهاز الإرسال والاستقبال الخاصة بالألياف البصرية عن طريق وصله بمحولي الطاقة الكهربائية كلا على حدة حيث إنه يلزم لتشغيل كلا منهما جهد متردد مقداره ١٢ فولت *(AC)*.

٢- قم بضبط إعدادات جهاز الإرسال كالتالي:

- نوع النمط : موجة مربعة *(TTL)*.
- المصدر الضوئي المستخدم : الباعث الضوئي ذو الطول الموجي *665* نانومتر.

٣- قم بتوصيل أجهزة وأدوات التجربة كما هو موضح بالشكل (2) مستخدما قطعتي ليف بصري طول كل منهما ١ متر مع ملاحظة توصيل جهاز القياس متعدد الأغراض عند مخرج *(ACV)* في جهاز الاستقبال لقياس جهد الإشارة المستقبلة V_{ACV}.



شكل (٢) الشكل العام لتوصيل أجهزة التجربة.

٤- قم بوضع مؤشر قيمة مقاومة التغذية الرجعية (R_c) على القيمة ١٠٠ كيلو أوم في جهاز الاستقبال.

٥- قم بضبط قيمة الإحداثي الأفقي *(X)* في جهاز الربط الدقيق على القيمة ٠ ميكرومتر واضبط المسافة بين وصلتي الليف البصري المثبتة بواسطة وصلات الربط بحيث تكون في حدود ٢ ميللي متر تقريبا.

٦- اجعل الزاوية بين وصلتي الليف البصري صفرا بحيث تكون الوصلتين على استقامة واحدة ثم غير في الإحداثيات *(Z , Y)* في الاتجاه الذي تزيد فيه قيمة جهد الإشارة المستقبلة حتى تحصل على أعلى قيمة ممكنة وسجل هذه القيمة في الجدول (١) ثم قم بتثبيت هذا الوضع حتى نهاية التجربة.

٧- قم بتغيير الزاوية نحو اليمين حتى تصبح قيمة جهد الإشارة المستقبلة مساوية تقريبا لـ ٠,٠٥٪ من قيمتها العظمى وسجل قيمة الزواية من جهاز الربط الدقيق ولتكن θ_{01}^{o} وسجل النتيجة في الجدول (١).

٨- قم بتغيير الزاوية نحو اليسار حتى تصبح قيمة جهد الإشارة المستقبلة مساوية تقريبا لـ ٠,٠٥٪ من قيمتها العظمى وسجل قيمة الزواية من جهاز الربط الدقيق ولتكن θ_{02}^{o} وسجل النتيجة في الجدول (١).

٩- قم بحساب زاوية القبول θ_A وفتحة النفوذ العددية NA لليف البصري باستخدام العلاقتين التاليتين:

$$\theta_A = \left(\frac{\theta_{01} + \theta_{02}}{4} \right)$$

$$NA = \sin(\theta_A)$$

١٠- أعد الخطوات من ٥ إلى ٩ باستخدام المصدرين الضوئيين الآخرين ٧٧٠ ، ٩٥٠ نانومتر وسجل النتائج في الجدول (١).

جدول (١) قياسات فتحة النفوذ العددية لليف البصري.

$V_{ACV}\ (max) =$		$\lambda = 665$ nm	
NA	θ_A^0	θ_{02}^{o}	θ_{01}^{o}
$V_{ACV}\ (max) =$		$\lambda = 770$ nm	
NA	θ_A^0	θ_{02}^{o}	θ_{01}^{o}
$V_{ACV}\ (max) =$		$\lambda = 950$ nm	
NA	θ_A^0	θ_{02}^{o}	θ_{01}^{o}

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم
المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة
GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS