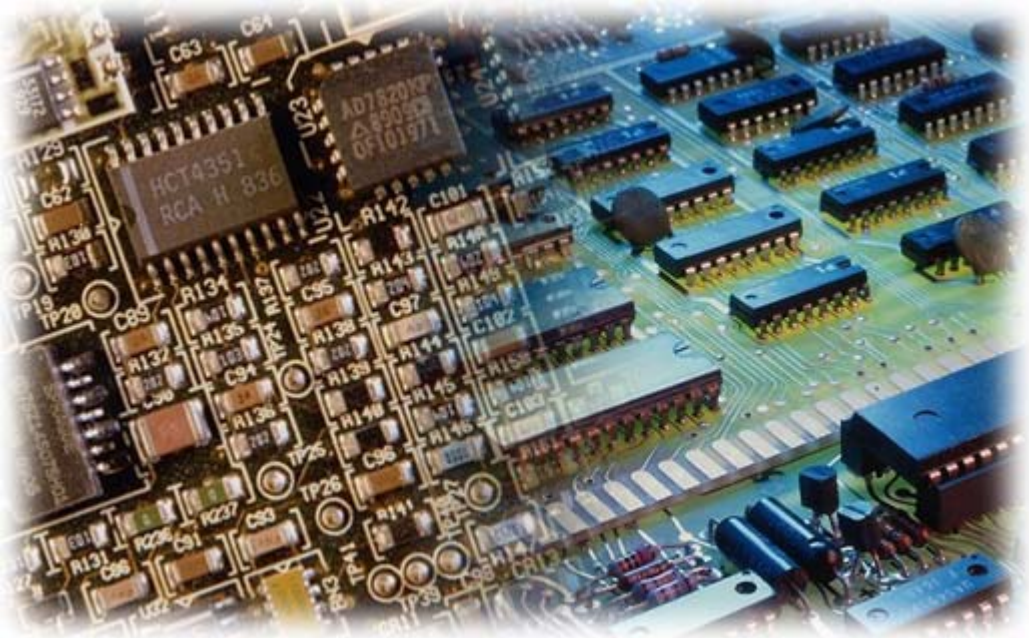
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

إلكترونيات صناعية وتحكم

دوائر الكترونية (عملي)

٢٤٠ الك



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 " دوائر الكترونية (عملي) " لمتدربي قسم" إلكترونيات صناعية وتحكم " 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

دوائر إلكترونية (عملي)

التدريب العملي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمة :

عندما تركب دائرة تحتوي على مكبر عمليات يجب عليك أن تتأكد من النقاط التالية :

١. حدد جهد مصدر التغذية بالقيمة المطلوبة ثم شغل ووصل التغذية لأطراف مكبر العمليات.
٢. لتجنب أي عطل يستحسن فك التغذية عند توصيل عناصر الدائرة.
٣. تأكد أن مصدر جهد التيار المتناوب(ac) مفصول قبل توصيله بالدائرة.
٤. تأكد من توصيلة الأسلاك لتفادي التذبذبات و التأثيرات غير المرغوب فيها.
٥. بعد ذلك شغل مصدر التغذية dc.
٦. ثم شغل مصدر التغذية ac. لتفادي أي عطل بمكبر العمليات يجب على الجهدac أن يكون أقل من جهد مصدرdc.
٧. إذا ظهرت تذبذبات استعمل مكثفات مقارنة(Decoupling Capacitors).

سعة المكثفات تكون محصورة بين 0.1 µF و 1 µF و تربط طرفاً من أطراف مكبر العمليات و الأرضي.

٨. عند الانتهاء من المعمل قلل مصدر التغذيةac إلى صفر أولا. تأكد من هذا قبل فك مصدر التغذية dc.
٩. المرحلة الأخيرة هي فك مصدر التغذيةdc

الأجهزة والعناصر :

- ✓ مولد إشارات(Function Generator)
- ✓ مصدر جهد dc ±15V (Power Supplies: ±15 V)
- ✓ مكبر عمليات 741C (Op Amp)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w): 2 x 100 Ω ، 1 kΩ ، 2 x 10 kΩ ، 100 kΩ ، 2 x 220 kΩ.
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope)
- ✓ لوحة توصيل
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM)

طريقة العمل :

الدخل الحيدي (Input Offset) و التيار الانحيازي (Bias Currents)

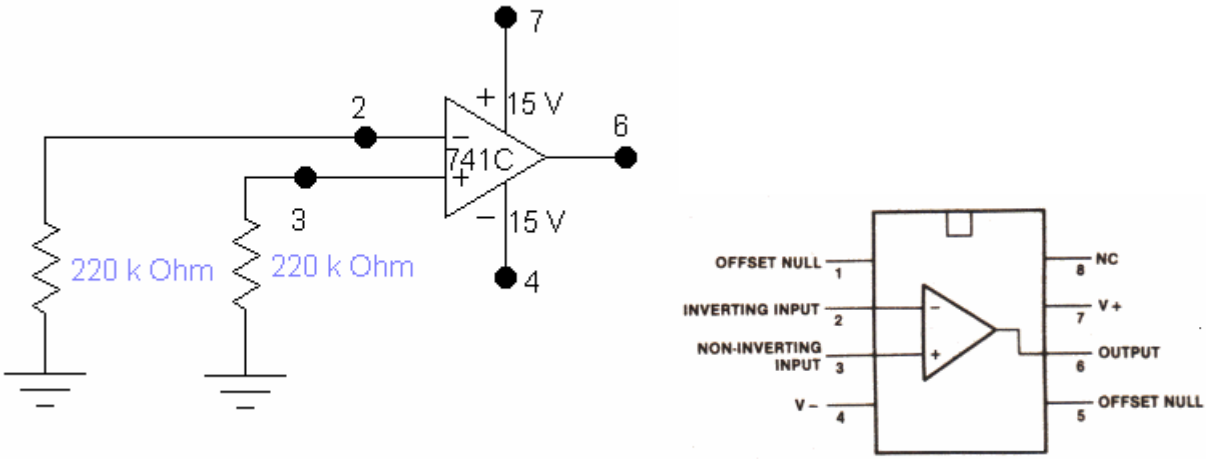
١. للمكبر 741C تيار دخل بقيمة $I_{in(bias)}$=80 nA . افترض أن هذا التيار هو تيار القاعدة الذي يمر في المقاومتين الموضحتين في الشكل١ -١ . احسب الجهد dc عند الدخل غير العاكس (Noninverting input) وعند الدخل العاكس(Inverting input). سجل النتائج في الجدول١ -١.

٢. وصل الدائرة كما هو موضح بالشكل١ -١.

٣. قس الجهدdc عند الدخل غير العاكس(Noninverting input). سجل النتائج في الجدول١ -١.

٤. قس الجهدdc عند الدخل العاكس(Inverting input). سجل النتائج في الجدول١ -١.

٥. باستعمال معلومات الجدول١ -١ احسب تيار الدخل ثم احسب قيم $I_{in(off)}$ و $I_{in(bias)}$.



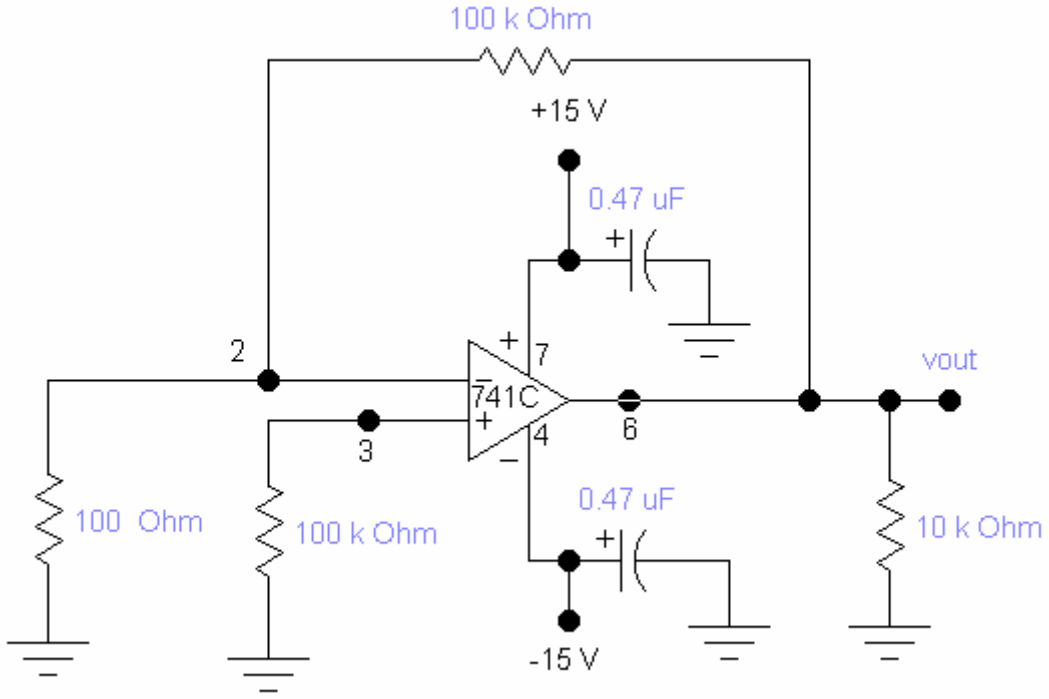
الشكل١ -

جهد الخرج الحيدي (Output Offset Voltage)

٦. وصل الدائرة كما هو موضح بالشكل١ -٢. مكثفات تحويل موصلة بمصادر الجهد لتفادي التذبذبات.

٧. قس جهد الخرج dc ($V_{out(off)}$). سجل ($V_{out(off)}$) في الجدول١ -٢

٨. كسب جهد الدائرة الموضحة في الشكل١ -٢ يساوي 1000. احسب جهد الخرج الحيدي باستعمال العلاقة: $V_{in(off)} = V_{out(off)} / 1000$. سجل النتائج في الجدول١ -٣.



الشكل١ -

أقصى جهد الخرج (Maximum Output Current)

٩. فك الطرف الأيمن للمقاومة 100 kΩ عند الخرج.

١٠. وصل الطرف الأيمن للمقاومة 100 kΩ بالعقدة 15 V+. هذه العملية تؤدي إلى وجود جهد في الدخل العاكس بقيمة 15 mV تقريبا مما يكفي لتشبع مكبر العمليات.

١١. عوض مقاومة الحمل(10 kΩ) بجهاز قياس التيار. بما أن مقاومة هذا الجهاز صغيرة جدا نقيس تيار الخرج للدائرة في حالة القصور(Short Circuit Output Current).

١٢. سجل التيار الأقصى (I_{max}) في الجدول١ -٣.

معدل الالتفاف (Slew Rate)

١٣. وصل الدائرة كما هو موضح بالشكل١ -٣ مع R_2=100 kΩ.

١٤. استعمل راسم الإشارات (خذ مقياس الزمن 20 µs/DIV) لقياس خرج مكبر العمليات. ثبت تردد قيمته 5 kHz.

١٥. قس تغير الجهد و تغير الزمن لشكل الموجة. احسب و سجل معدل الالتفاف في الجدول١ -٤.

عرض نطاق القدرة (Power Bandwidth)

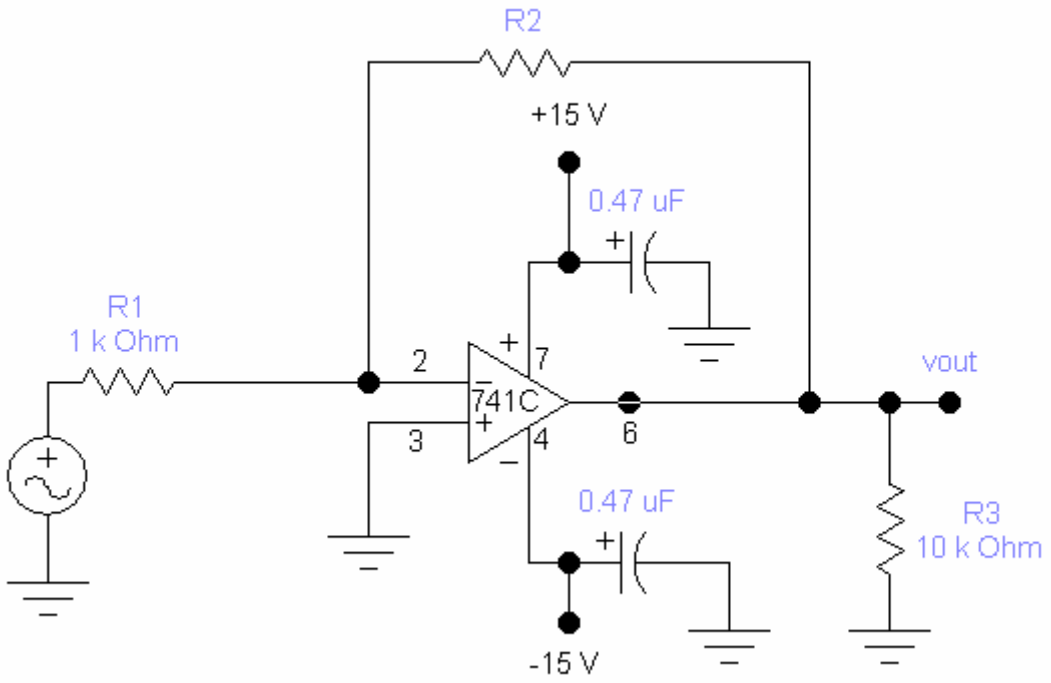
١٦. عوض المقاومة R_2 بقيمة 10 kΩ. ثبت مولد الإشارات على 1 kHz. ثبت مستوى الإشارة حيث يكون الخرج عند مكبر العمليات يساوي 20 V_{PP}.

١٧. غير التردد من 1 إلى 20 kHz و انظر إلى شكل الموجة. تشويش معدل الالتفاف يبدو واضحا عند ترددات أكبر من 8 kHz لأن شكل الموجة يكون مثلثاً و السعة تتناقص.

١٨. سجل التردد تقريبيا عند بداية ظهور تشويش معدل الالتفاف في الجدول١ -٣.

أقصى جهد من القمة إلى القاع (Maximum Peak to peak Value)

١٩. ثبت التردد عند 1 kHz. زد مستوى الإشارة حتى يبدأ القاع و القمة بالتشوه. سجل النتائج في الجدول١ -٤.



تصليح (Troubleshooting)

٢٠. قس جهد الخرج dc و ac لكل عطل موضح في الجدول١ -٥

٢١. سجل النتائج في الجدول١ -٥.

أسئلة حرجة (Critical Thinking)

٢٢. كسب جهد الدائرة الموضحة في الشكل١ -٣ يساوي $-R_2/R_1$. اختر قيمة للمقاومة R_2 حيث كسب الجهد يصبح يساوي 68.

٢٣. قس كسب الجهد باستعمال القيمة المصممة للمقاومة R_2.

٢٤. سجل قيمة المقاومة المصممة وكسب الجهد في الجدول ١ -٦.

أسئلة عن التجربة رقم ١ (Questions for Experiment 1)

١. الجهد المحسوب في الجدول١ -١ يساوي تقريبا : ( )
1 mV(أ)، 5.6 mV(ب)، 12.3 mV(ج)، 17.6 mV(د)

٢. تيار الدخل المنحاز في الجدول١ -٢ يساوي: ( )
1 nA(أ)، 80 nA(ب)، 2 mA(ج)، 25 mA(د)

٣. تيار قصور الدائرة الموضح في الجدول١ -٣ يساوي: ( )
1 nA(أ)، 80 nA(ب)، 2 mA(ج)، 25 mA(د)

٤. عند تردد دخل أكبر من التردد f_{max} الموضح في الجدول ١ -٤ الخرج يكون: ( )
جيبياً (أ)، مثلثاً(ب)، مربعاً(ج)، غير مشوه(د)

٥. أقصى جهد من القمة إلى القاع الموضح في الجدول١ -٤ يساوي: ( )
5 mV(أ)، 15 V(ب)، 25 V(ج)، 30 V(د)

٦. اشرح معنى تيار الدخل الحيدي (Input Offset Current) و تيار الدخل الانحيازي (Input Bias Current)

٧. اشرح معنى جهد الدخل الحيدي (Input Offset Voltage) ؟

٨. اشرح كيف تقيس معدل الالتفاف (Slew Rate) في هذه التجربة ؟

٩. ما هي قيمة المقاومة R_2 التي تختارها ؟ لماذا؟

١٠.اختياري. أسئلة إضافية من المدرب.

معطيات التجربة رقم (١)

جدول١ -١: جهد الدخل(Input Voltages)

حساب		قياس	
V_1	V_2	V_1	V_2

جدول١ -٢: التيار الحيدي و التيار الانحيازي(Input Offset and Bias Currents)

$I_{in(off)}$	$I_{in(bias)}$

جدول١ -٣: جهد الدخل الحيدي و جهد الخرج الحيدي (Input and Output Offset Voltages)

$V_{out(off)}$	$V_{in(off)}$	I_{max}

جدول١ -٤: معدل الالتفاف S_R (Slew Rate)، عرض نطاق القدرة $V_{in(off)}$ (Power Bandwidth)، أقصى جهد من القمة إلى القاع MPP (Maximum Peak to peak Value).

S_R	$V_{in(off)}$	MPP

جدول١ -٥: تصليح (Troubleshooting)

العطل	جهد الخرج dc	جهد الخرج ac
بدون 15 V+		
بدون 15 V -		
الطرف٢ (Pin 2) موصل بالأرضي		

جدول١ -٦: أسئلة حرجة (Critical Thinking)

المقاومة المصممة:	R_2 =
كسب الجهد:	A =

تجربة رقم (٢)

المكبر العاكس

(Inverting Amplifier)

١. الهدف من التجربة

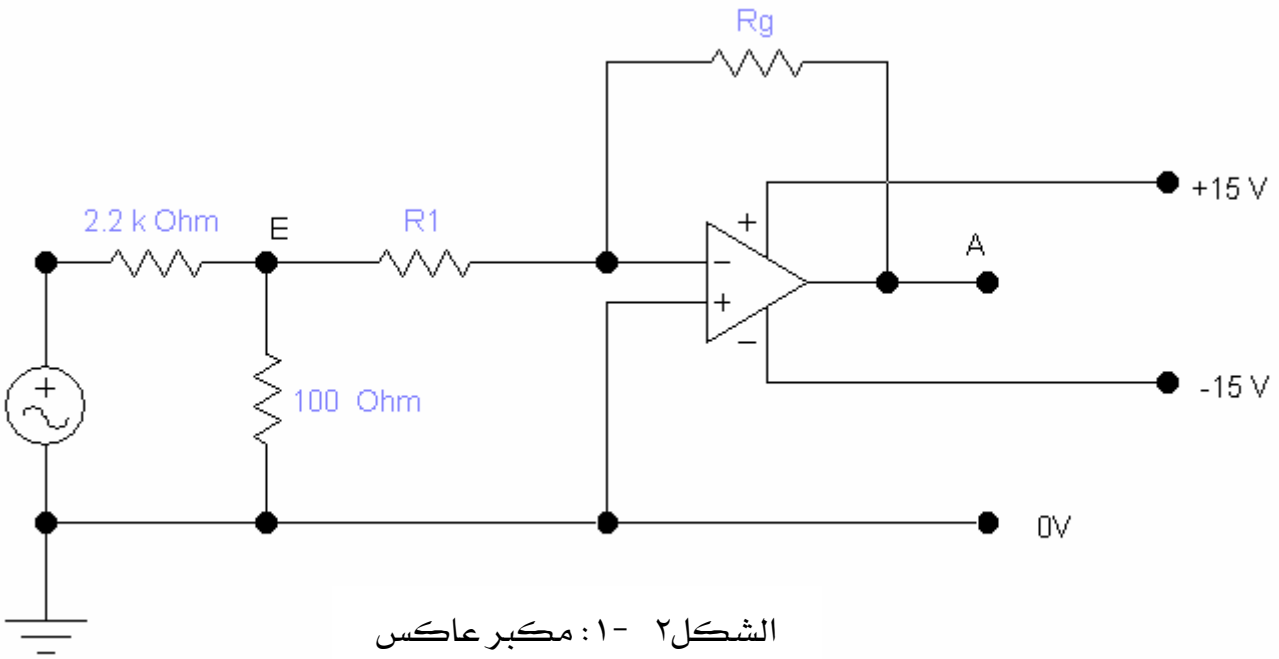
- ✓ التعرف على تركيب دائرة مكبر عاكس و القيام بقياسات على الدائرة.
- ✓ حساب الكسب الكلي للدائرة و تحديد الكسب الكلي للدائرة بقياس جهد الدخل و جهد الخرج.
- ✓ تحديد العلاقة بين الكسب الكلي للدائرة و التردد. رسم شكل الموجة و تفسيره.
- ✓ تحديد التردد الحرج و عرض نطاق.
- ✓ تفسير علاقة التردد و عرض النطاق على الكسب الكلي.
- ✓ قياس إزاحة الطور بين الدخل و الخرج و تفسير النتائج.

٢. الأجهزة والعناصر

- ✓ لوحة توصيل
- ✓ مصدر جهد ±15V dc
- ✓ مكبر عمليات 741C
- ✓ راسم إشارات بقناتين.
- ✓ مولد مذبذبات.
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w) : 100 Ω x 2 ، 1 kΩ ، 2.2 kΩ ، 10 kΩ ، 100 kΩ

٣. الدائرة:

دائرة المكبر العاكس موضحة في الشكل٢ -١.



الشكل٢ -١: مكبر عاكس

٤. مقدمة:

٤ -١. يستعمل مكبر العمليات لتكبير الجهد dc و الجهد ac. كسب جهد الدائرة المفتوحة يتقلص بقيمة 100 Hz أماميا. السبب هو وجود بين العناصر سعة الترانزستور التي تحدث مرشح تمرير الترددات المنخفضة مع المقاومات الداخلية.

٤ -٢. الكسب الكلي للدائرة المثالية للمكبر العاكس (G) يساوي $G = - R_g / R_1$. هذه العلاقة صحيحة فقط عندما يكون G أصغر بكثير أمام كسب الدائرة المفتوحة لمكبر العمليات.

٤ -٣. عموما الكسب الكلي يعطى بنسبة جهد الخرج على جهد الدخل للمكبر: $G = V_A / V_E$

٤ -٤. الكسب الكلي ينقص بقيمة 3 dB عند التردد الحرج f_l. لهذا جهد الخرج يساوي 70.7 % من أقصى قيمة عند التردد الحرج.

٤ -٥. للمكبرات تردد حرج عالٍ و تردد حرج منخفض. يتميز مكبر العمليات بوجود تردد حرج عالٍ فقط. و في هذه الحالة يستعمل مصطلح "تردد الركن" لنقطة التردد في شكل استجابة المنحنى الترددي.

٤ -٦. الفرق بين أكبر و أصغر تردد (المجال بين صفر و التردد الركن) يسمى عرض النطاق B.

٤ -٧. التردد الانتقالي f_t (Transition Frequency) لمكبر هو التردد عند كسب واحد أي 0dB.

٤ -٨. عند الترددات العالية تحدث إزاحة الطور بين إشارة جهد الدخل و إشارة جهد الخرج نتيجة وجود مرشح تمرير الترددات المنخفضة RC.

٥. طريقة العمل:

٥ -١. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٢ -١ مع $R_1 = 100\ \Omega$ و $R_g = 100\ k\Omega$. احسب الكسب الكلي المثالي G من نسبة المقاومتان. ثبت جهد الدخل على 10 mV جيبي. قس جهد الخرج بواسطة راسم الإشارات (Oscilloscope) لكل تردد موضح في المعطيات١. احسب الكسب الكلي لكل تردد.

٥ -٢. كرر ما طلب في الفقرة١ مع أخذ $R_1 = 100\ k\Omega$ و $R_g = 10\ k\Omega$.

٥ -٣. خذ $R_1 = 1\ k\Omega$ و $R_g = 10\ k\Omega$. ثبت جهد الدخل على 100 mV. كرر ما طلب في الفقرة١. استعمل المعطيات٢.

٥ -٤. ارسم المنحنى للكسب الكلي G بدلالة التردد f. أعط الترددات الحرجة $f_{l1}...f_{l3}$ للقيم الثلاث للكسب و تردد الانتقال f_T.

٥ -٥. حدد المقادير من المنحنى المرسوم في ٥ -٤.

٥ -٦. خذ $R_1 = 100\ \Omega$ و $R_g = 100\ k\Omega$. وصل جهد الدخل V_E و جهد الخرج V_A براسم الإشارات. استعمل الدخل العاكس لراسم الإشارات لقياس V_E. ثبت تردد مولد ذبذبات عند f_{t1} وجهد دخل 10 mV. ثبت التردد أولا عند العشر ثم عند عشرة مرات تردد الحرج f_t. اعكس دخل راسم الإشارات (V_A) لتعديل الانعكاس الناتج من مكبر العمليات.

٥ -٧. خذ $R_1 = 100\ \Omega$ و $R_g = 10\ k\Omega$. كرر قياس زاوية إزاحة الطور باستعمال في هذه الحالة التردد f_{l2}.

٦. معطيات التجربة رقم (١)

٦ -١. معطيات١ (الفقرة ٥ -١):

$R_1 = 100\ \Omega,\ R_g = 100\ k\Omega,$ G =.....

200 k	100 k	10 k	1 k	100	10	f / Hz
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	V_E / V
						V_A / V
						|G|

(الفقرة ٥ -١):

$R_1 = 100\ \Omega,\ R_g = 10\ k\Omega,$ G =.....

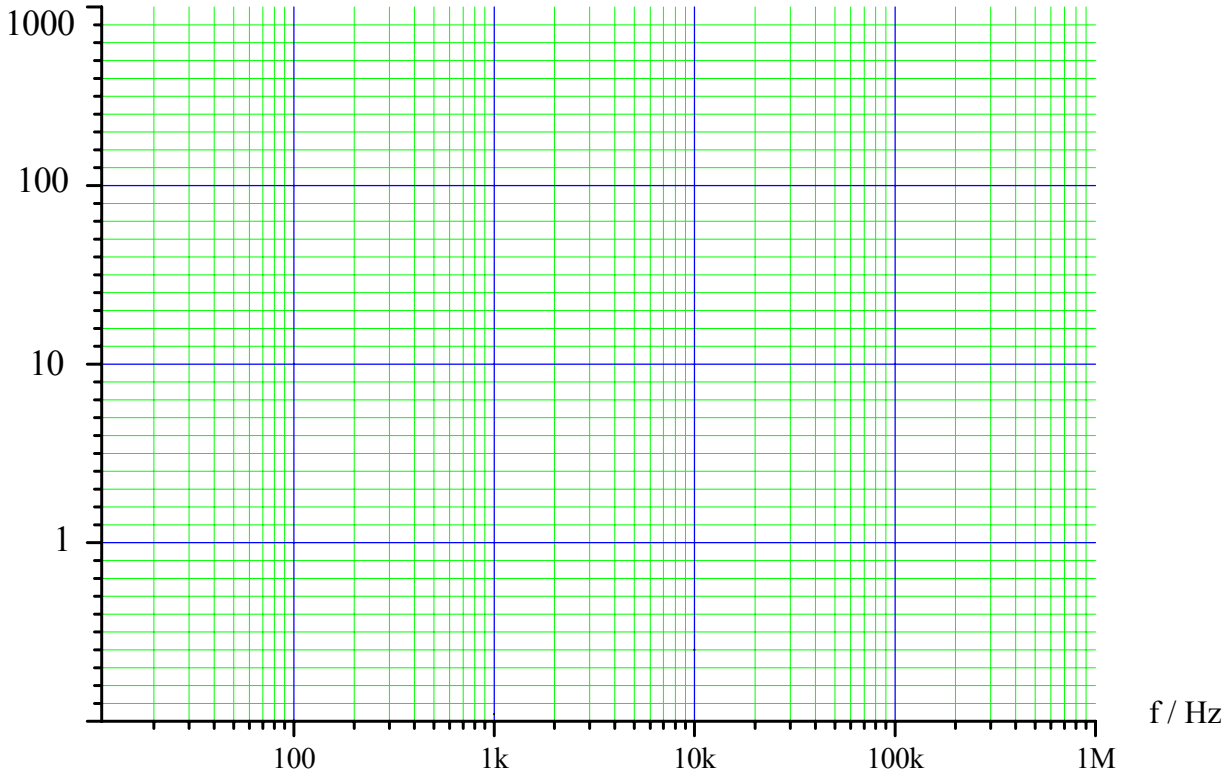
200 k	100 k	10 k	1 k	100	10	f / Hz
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	V_E / V
						V_A / V
						|G|

٦ -٢. معطيات٢ (الفقرة ٥ -٣):

$R_1 = 1\ k\Omega,\ R_g = 10\ k\Omega,$ G =.....

200 k	100 k	10 k	1 k	100	10	f / Hz
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	V_E / V
						V_A / V
						|G|

(الفقرة ٥ -٤):



الشكل٢ -٢ : منحنى الكسب الكلي

G = - 1000: f_{l1} ≈…….kHz f_T > …….kHz
G = - 1000: f_{l1} ≈…….kHz
G = - 1000: f_{l1} ≈…….kHz

٦ -٣. معطيات٣ (الفقرة ٥ -٥):

تردد مكبر ac متعلق أكثر بالمقدار :.....

عرض النطاق يكون.....

(الفقرة ٥ -٦):

$R_1 = 100\ \Omega,\ R_g = 100\ k\Omega,\ V_E = 0.01\ V$

$f_l = f_{l1} =$ …….kHz

$10f_l$	f_l	$f_l /10$	
			φ / °

(الفقرة ٥ -٧):

$R_1 = 100\ \Omega,\ R_g = 10\ k\Omega,\ V_E = 0.01\ V$

$f_l = f_{l2} =$ …….kHz

$10f_l$	f_l	$f_l /10$	
			φ / °

٧. اختياري: أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (٣)

المكبر غير العاكس

(Noninverting Amplifier)

١. الهدف من التجربة

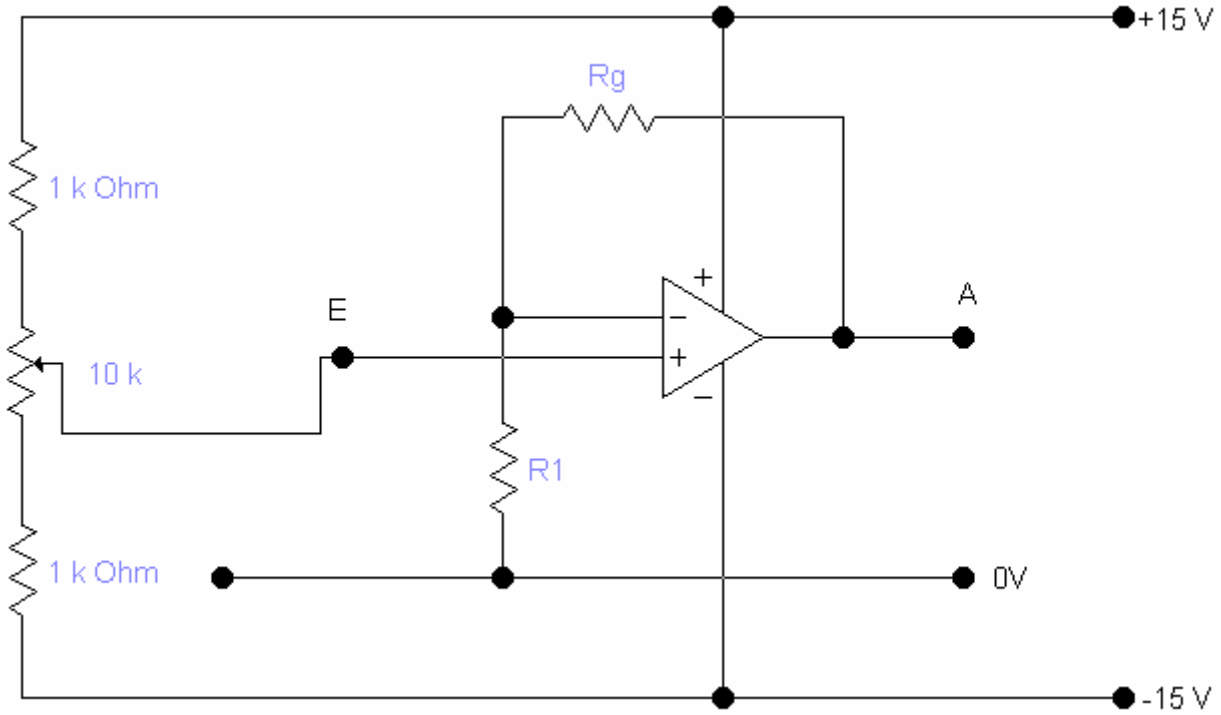
- ✓ تركيب دائرة مكبر غير عاكس باستعمال مكبر عمليات.
- ✓ تحديد الكسب الكلي للدائرة بقياس جهد الدخل و جهد الخرج.
- ✓ تفسير العلاقة بين الكسب الكلي للدائرة و العناصر الخارجية لمكبر العمليات. رسم شكل الموجة و تفسيره.
- ✓ حساب الكسب الكلي للدائرة من قيم المقاومات المستعملة.
- ✓ حساب وقياس مقاومة الدخل .

٢. الأجهزة والعناصر

- ✓ لوحة توصيل
- ✓ مصدر جهد ±15V dc
- ✓ مكبر عمليات 741C
- ✓ جهاز متعدد الأغراض ٢ (Two Multimeters) .
- ✓ مقاومات نصف وات (1/2w) : مقاومة متغيرة 10 kΩ ، 1 kΩ x 2 ، 2.2 kΩ ، 10 kΩ x 2 ، 22 kΩ

٣. الدائرة:

دائرة مكبر غير عاكس موضحة في الشكل٣ -١.



الشكل٣ -١: دائرة مكبر غير عاكس

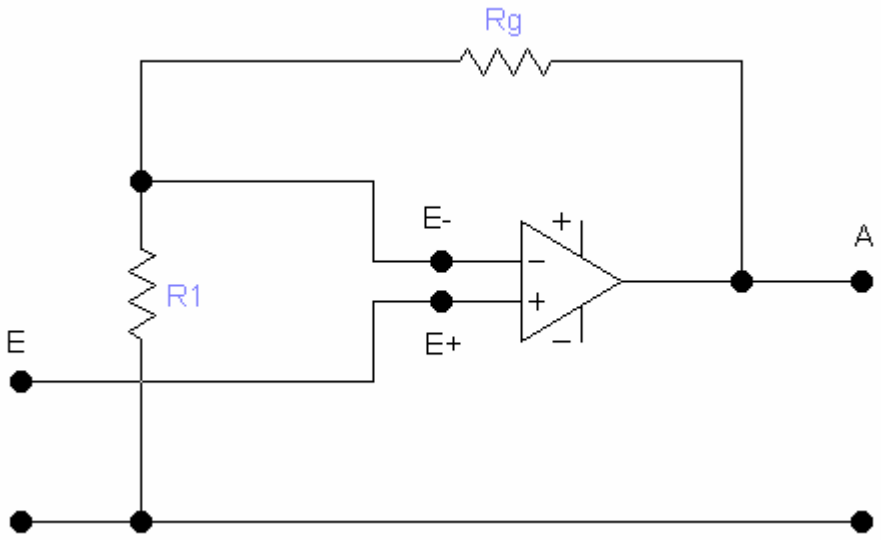
٤. مقدمة:

٤ -١. مكبرات العمليات تعمل في العادة بتغذية خلفية سالبة وفي هذه الحالة يعاد جهد الخرج للعقدة E (الدخل السالب للمكبر) وذلك من خلال المقاومة R_g. في حالة المكبر غير العاكس تكون المقاومات R_g و R_1 موزع جهد، وجهد الدخل V_E هو نفس الجهد على العقدة E^+ (الدخل الموجب للمكبر). انظر الشكل٣ -١.

٤ -٢. بما أن كسب الجهد للدائرة المفتوحة لمكبر العمليات كبير جدا لذا نجد أن فرق الجهد بين الدخلين عمليا ذو قيمة صغيرة جدا (أي يمكن إهمالها).

$V_D = V_A/G_0$ حيث G_0 كسب جهد الدائرة المفتوحة

$V_D = V_{E+} - V_{E-} = 0$ أو $V_E = V_{E+} = V_{E-}$



الشكل٣ -٢ : دائرة مكبر غير عاكس مفصلة

٤ -٣. نظرا للمقاومة الكبيرة جدا لمقاومة الدخل لمكبر العمليات نجد أن التيار صغير جدا ويمكن إهماله، لذا تصبح المقاومات R_g و R_1 موزع جهد غير محمل و يوزع الجهد بالمعادلة:

$$V_A/V_E = (R_1 + R_g)/R_1$$

التكبير الكلي هو:

$$G = V_A/V_E$$

وتحسب قيمته من العناصر الخارجية لمكبر العمليات فقط (R_1 , R_g) أو من العلاقة :

$$G = (R_1 + R_g)/R_1 = 1 + R_g/R_1$$

٥. طريقة العمل:

٥ -١. وصل الدائرة كما هو موضح بالشكل١ استخدم المقاومات $R_g = 2.2\ k\Omega$ و $R_1 = 22\ k\Omega$. اضبط المقاومة المتغيرة حتى تحصل على قيم لجهود الدخل كما هي موضحة في المعطيات١. قس جهد الخرج المناظر لكل جهد دخل واحسب كل حالة الكسب الكلي.

٥ -٢. قارن القيم التي حصلت عليها في الفقرة٥ -١ مع القيم التي حصلت عليها بتطبيق معادلة الكسب للمكبر الغير عاكس.

٥ -٣. غير قيم كل من قيم المقاومات R_g و R_1 ليصبح كل منهما $10\ k\Omega$ ثم كرر الخطوة الموضحة في الفقرة٥ -١.

٥ -٤. قارن القيم التي حصلت عليها في الفقرة٥ -٣ مع القيم التي حصلت عليها بتطبيق معادلة الكسب للمكبر غير العاكس.

٥ -٥. غير قيم كلا من قيم المقاومات R_g و R_1 لتصبح $R_g = 22\ k\Omega$ و $R_1 = 2.2\ k\Omega$. كرر القياسات و الحسابات كما في الفقرة٥ -١.

٥ -٦. قارن القيم التي حصلت عليها في الفقرة٥ -٥ مع القيم التي حصلت عليها بتطبيق معادلة الكسب للمكبر الغير عاكس.

٥ -٧. قس تيار الدخل I_E للدائرة باستعمال قيم الفقرة٥ -٥ ثم استنتج قيمة مقاومة الدخل للمكبر.

٦. معطيات التجربة رقم٣:

٦ -١. معطيات١ (الفقرة ٥ -١): $R_g = 22\ k\Omega$ ، $R_1 = 2.2\ k\Omega$

V_E / V	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
V_A / V							
G							

(الفقرة ٥ -٢): G =.....

(الفقرة ٥ -٣): $R_g = 10\ k\Omega$ ، $R_1 = 10\ k\Omega$

V_E / V	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
V_A / V							
G							

(الفقرة ٥ -٤): G =.....

(الفقرة ٥ -٢):

V_E / V	-0.6	-0.4	-0.2	0	+0.2	+0.4	+0.6
V_A / V							
G							

٦ -٢. معطيات٢ (الفقرة ٥ -٦): ..... G =

(الفقرة ٥ -٧):

تيار الدخل.....، يبرهن أن مقاومة الدخل للمكبر هي.....

٧. اختياري: أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (٤)

المكامل

(Integrator using an Op-Amp)

١. الهدف من التجربة

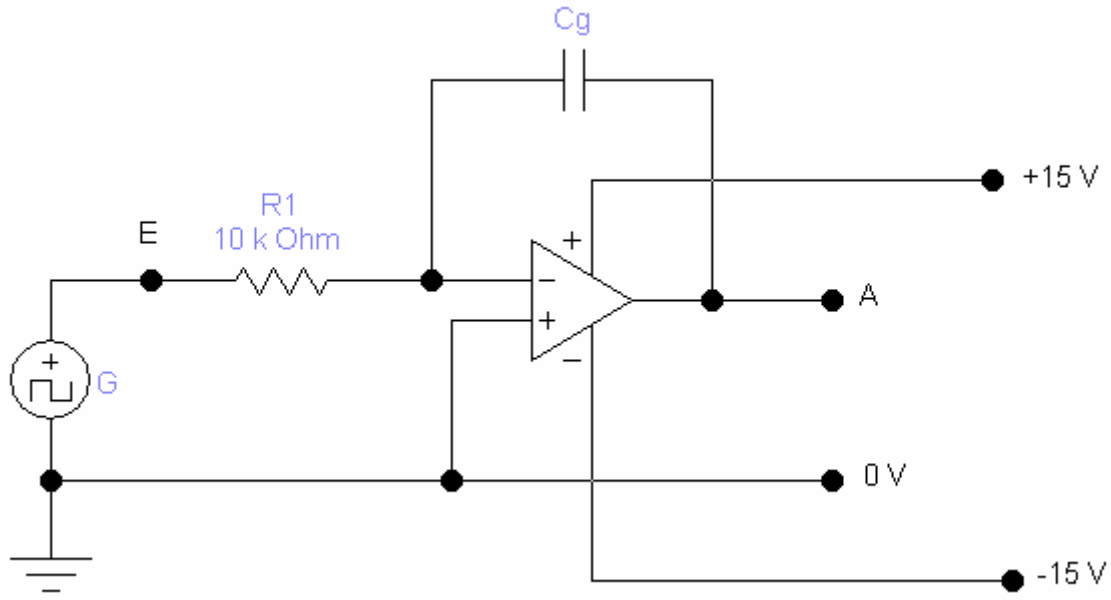
- ✓ تركيب دائرة مكامل باستعمال مكبر عمليات.
- ✓ تفسير كيفية عمل الدائرة.
- ✓ تفسير العلاقة بين جهد الخرج، جهد الدخل م الزمن.
- ✓ استنتاج علاقة ازدياد نسبة جهد الخرج بدلالة ثابت الزمن للدائرة .
- ✓ عرض على راسم الإشارات شكل منحنى جهد الخرج لجهد دخل مربع الموجة.
- ✓ تحديد بالقياسات العلاقة بين شكل منحنى جهد الخرج و تردد إشارة الدخل.
- ✓ تحديد فعل الجهد الحيدي والتيار الحيدي على جهد الخرج.

٢. الأجهزة والعناصر

- ✓ لوحة توصيل
- ✓ مصدر جهد ±15V dc
- ✓ مكبر عمليات 741C
- ✓ راسم إشارات بقناتين.
- ✓ جهاز متعدد الأغراض (Multimeter) .
- ✓ مقاومات نصف وات (1/2w) : 10 kΩ
- ✓ مكثفات: 0.1 μF x 2

٣. الدائرة:

دائرة مكامل موضحة في الشكل٤ -١.



الشكل٤ -١: دائرة مكامل

٤. مقدمة:

٤ -١. مكامل هو دائرة حيث جهد الخرج متناسب مع جهد الدخل و زمن وجود هذا الأخير. إذا كان جهد الدخل على شكل مربع فإن شكل جهد الخرج يكون مثلثاً مع مختلف الميول.

٤ -٢. عند استعمال مكبر عمليات في هذا النوع من الدوائر مقاومة التغذية الخلفية العكسية في دائرة مكبر عاكس تعوض بمكثف C_g.

كسب جهد الدائرة المفتوحة لمكبر عمليات G_0 كبير جدا. ولهذا فإن فرق الجهد بين الدخلين V_D يكون عمليا يساوي صفراً. إذن الدخل العاكس E^- يكون في الكمون صفراً(الصفر الافتراضي):

$V_A = V_C$ و $I_1 = V_E / R_1$

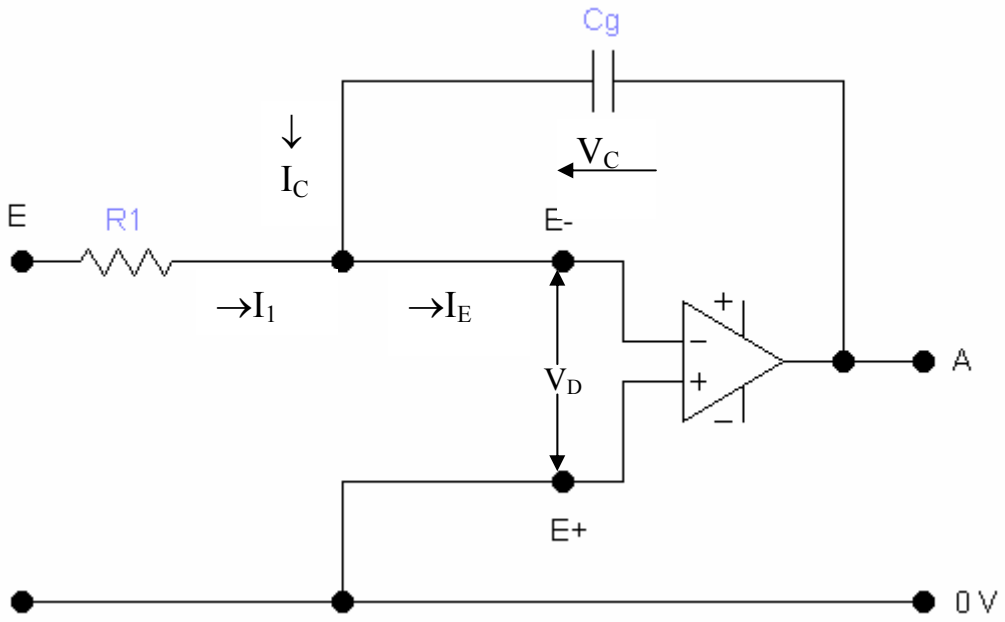
مقاومة الدخل لمكبر عمليات كبيرة جدا ، إذن I_E عمليا تساوي صفراً و:

$I_1 + I_C = 0$ و منه $I_1 = - I_C$

شحنة المكثف Q تكون متناسبة مع التيار I_C و الزمن t : $Q = I_C.t$ و $Q = C.t$ و منه: $V_C = I_C.t/C$

بما أن $V_C = V_A$ و $I_1 = - I_C = -V_E/R_1$ فان : $V_A = - V_E.t / R_1.C$

جهد الخرج يزداد مع ازدياد جهد الدخل و الزمن طيلة وجود الدخل. عند جهد دخل محدد الميل يعطى بثابت الزمن $R_1.C$. الإشارة السالبة في العلاقة تبين أن إشارة جهد الخرج معكوسة مقارنة بإشارة جهد الدخل.



الشكل٤ -٢ : دائرة مكامل توضيحية

٤ -٣. إذا طبقت إشارة دخل ثابتة ، فبعد زمن محدد يصل مكبر العمليات إلى المدى الأقصى. السبب هو عدم تصفير التيار الحيدي و الجهد الحيدي. و هذا يؤدي إلى ظهور تشوه في قمة إشارة جهد الخرج. بتصفير الجهد الحيدي بواسطة مقاومة متغيرة في الدائرة يمكن تصحيح إشارة جهد الخرج.

٥. طريقة العمل :

٥ -١. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٤ -٢ باستعمال $C_g = 50$ nF (مكثفان 0.1 µF على التوالي). وصل دخلا راسم الإشارات إلى دخل و خرج الدائرة. ثبت المولد على تردد 100 Hz و جهد على شكل موجة مربعة بقيمة 150 mV من القمة إلى القاع. ارسم الإشارات المحصل عليها في راسم الإشارات V_E و V_A في المعطيات١.

٥ -٢. غير قيمة المكثف C_g إلى 0.2 µF (مكثفان 0.1 µF على التوازي). كرر خطوات عمل الفقرة٥ -١

٥ -٣. قارن منحنيات جهد الخرج المحصل عليهم في الفقرتان ٥ -١ و ٥ -٢. علق على النتائج.

٥ -٤. غير قيمة المكثف C_g إلى 0.1 µF و جهد الدخل إلى 100 mV من القمة إلى القاع. ارسم الإشارات المحصل عليها في راسم الإشارات V_E و V_A في المعطيات٢.

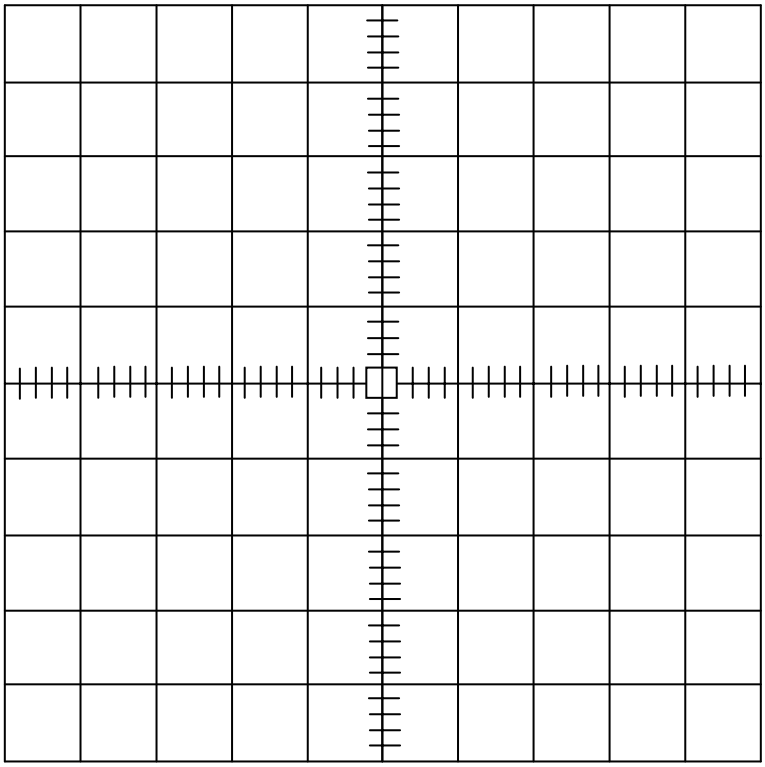
٥ -٥. غير تردد المولد إلى 500 Hz و ارسم الإشارات المحصل عليها في راسم الإشارات V_E و V_A في المعطيات٣ .

٥ -٦. قارن منحنيات جهد الخرج المحصل عليهم في الفقرتان ٥ -٤ و ٥ -٥. صف فعل تردد الدخل على تردد جهد الخرج.

٦. معطيات التجربة رقم٤:

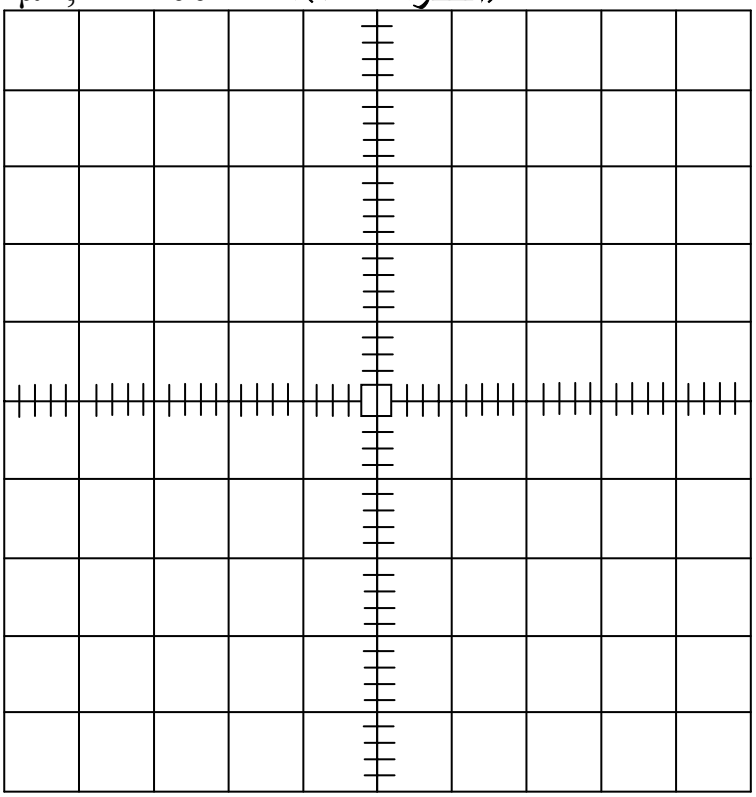
٦ -١. معطيات١ (الفقرة ٥ -١): Cg = 0.2 μF, f = 100 Hz

Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...



(الفقرة ٥ -٢): Cg = 0.2 μF, f = 100 Hz

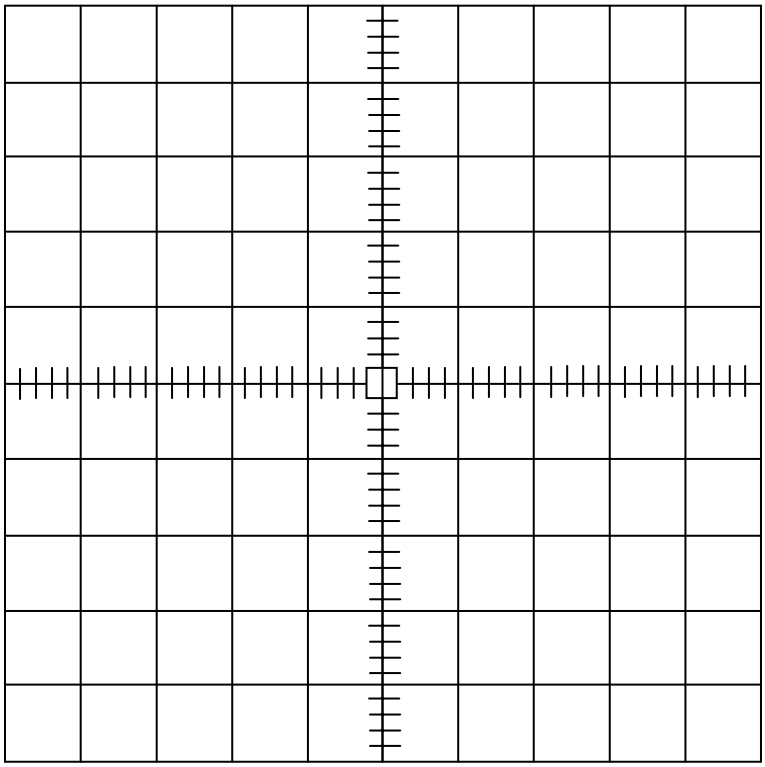
Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...



٦ -٢. **معطيات٢** **الفقـــرة٥ -٣ :** باســـتعمال قيمـــة كـــبيرة للمكثـــف C_g زمـــن الشـــحن يساوي.....، ميل جهد الخرج ..... و قيمة ذرية جهد الخرج تساوي .....

الفقرة٥ -٤ : $Cg = 0.1\ \mu F,\ f = 100\ Hz$

Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...



٧. اختياري : أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (٥)

المكبر الجامع

(Summing Amplifier)

١. مقدمة :

المكبر الجامع هو مكبر عاكس يحتوي على دخلين أو أكثر. كل دخل يتميز بكسب جهد ذاتي خاص معطى بنسبة مقاومة التغذية الخلفية على مقاومة الدخل. في هذه التجربة يوصل المتدرب مكبر جامع ويتحقق من أن جهد الخرج هو جمع جهود الدخل.

٢. الأجهزة والعناصر :

- ✓ مولد إشارات(Function Generator)
- ✓ مصدر جهد ±15V dc (Power Supplies: ±15 V)
- ✓ مكبر عمليات 741C (Op Amp)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w): 3 x 10 kΩ.
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope)
- ✓ لوحة توصيل
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM)

٣. طريقة العمل :

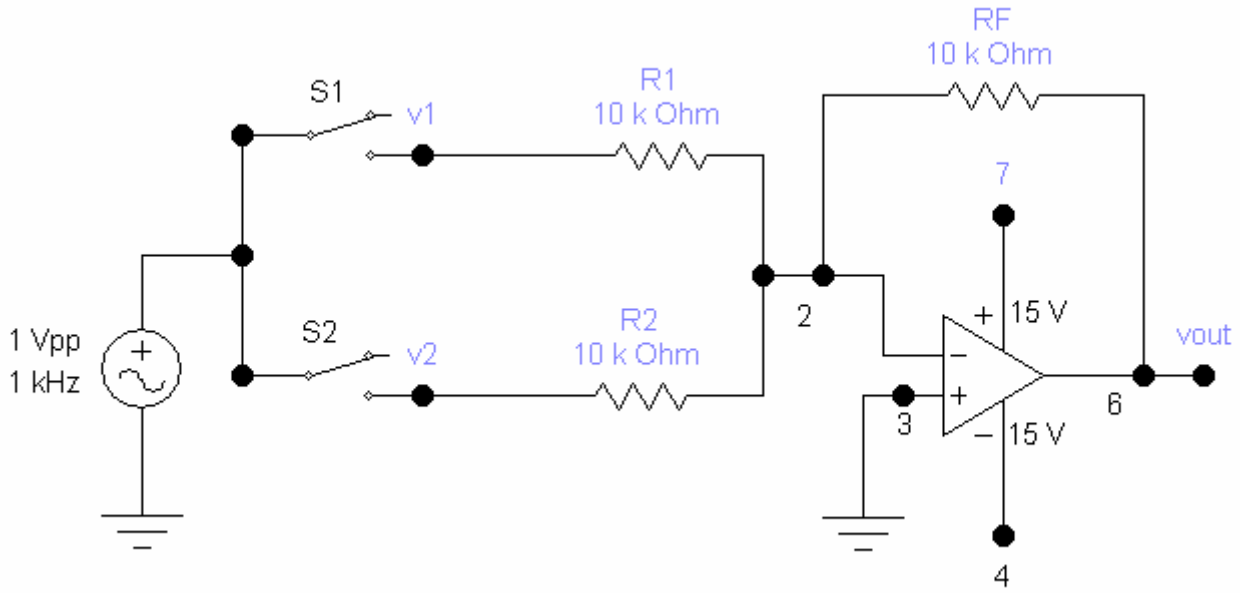
١. في المكبر الجامع الموضح على الشكل١جهد إشارة المصدر تساوي V_{pp} 1 وترددها يساوي 1 kHz. احسب كسب الجهد لكل دخل و سجل النتائج في الجدول٥ -١. ثم احسب و سجل جهد الخرج (V_{pp}) عند الوضع المغلق كما هو موضح في الجدول٥ -١.

٢. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٥ -١. استعمل الدخل١ لراسم الإشارات لقياس v_1 أو v_2. قس وسجل جهد الخرج (V_{pp}) عند الوضع المغلق كما هو موضح في الجدول٥ -٢.

٣. في الشكل١ خذ $R_1 = 22\ k\Omega$. ما هو جهد الخرج عند غلق المفاتيح مع جهد دخل يساوي V_{pp} 1؟ سجل النتيجة هنا :.....

٤. عوض R_1 بمقاومة 33 kΩ. خذ $v_1 = v_2 = 1\ V_{pp}$ مع المفاتيح مغلقة. قس ثم سجل جهد الخرج هنا :.....

٥. في الشكل١ خذ $R_F = 27\ k\Omega$. ما هو جهد الخرج عند غلق المفاتيح مع جهد دخل يساوي $1\ V_{pp}$؟ سجل النتيجة هنا :.....



الشكل٦ : مكبر جامع

٦. في الشكل٦ -١ خذ R_F=27 kΩ و $R_1 = R_2 = 10\ k\Omega$. احسب كسب الجهد لكل دخل موضح في الجدول٥ -٣.

٧. وصل الدائرة مع $R_1 = R_2 = 10\ k\Omega$ و R_F=27 kΩ. ثبت v_1 حسب الجدول٥ -٣ مع المفاتيح مغلقة. قس وسجل جهد الخرج.

٤. معطيات التجربة رقم (٥):

جدول٥ -١ :حسابات A_1 = ..., A_2 = ...

S_1	S_2	V_1	V_2	v_{out}
Open	Open	0	0	
Open	Closed	0	$1\ V_{pp}$	
Closed	Open	$1\ V_{pp}$	0	
Closed	Closed	$1\ V_{pp}$	$1\ V_{pp}$	

جدول٥ -٢: قياسات $A_1 =$ ....., $A_2 =$ .....

S_1	S_2	V_1	V_2	v_{out}
Open	Open	0	0	
Open	Closed	0	1 V_{pp}	
Closed	Open	1 V_{pp}	0	
Closed	Closed	1 V_{pp}	1 V_{pp}	

جدول٥ -٣: S_1 و S_2 مغلقان

V_1 أو V_1	0.5 V_{pp}	1 V_{pp}	1.5 V_{pp}	2 V_{pp}
حساب v_{out}				
قياس v_{out}				

أسئلة عن التجربة رقم٥ (Questions for Experiment 5)

١. في الشكل١ كسب الجهد لكل دخل يساوي: ( )
0(أ)، 1(ب)، 2(ج)، 10(د)

٢. إذا كان كل جهد دخل يساوي 1 V_{pp} في الشكل١ فجهد الخرج v_{out} (بين القمتين) يساوي: ( )
0 V(أ)، 1 V(ب)، 2 V(ج)، 10 V(د)

٣. في حالة $R_1 = 33\ k\Omega$ في الشكل١ فإن جهد الخرج pp يساوي: ( )
0 V(أ)، 1 V(ب)، 1.3 V(ج)، 5.4 V(د)

٤. في حالة $R_F = 27\ k\Omega$ في الشكل١ فان جهد الخرج pp يساوي: ( )
0 V(أ)، 1 V(ب)، 1.3 V(ج)، 5.4 V(د)

٥. إذا كان المفتاح S_1 مفتوح و المفتاح S_2 مغلق فإن جهد الخرج pp يساوي: ( )
0 V(أ)، 1 V(ب)، 2 V(ج)، 10 V(د)

٦. مكبر جامع له $v_1 = 1.5\ V\ (dc)$ و $v_2 = -2\ V$ وكسب جهد واحد في كل دخل جهد الخرج يساوي: ( )
0.5 V(أ)، -0.5 V(ب)، 3.5 V(ج)، -3.5 V(د)

٧. **اختياري. أسئلة إضافية من المدرب.**

تجربة رقم (٦)

المكبر التفاضلي

(The Differential Amplifier)

١. مقدمة :

المكبر التفاضلي هو دائرة متكاملة تستخدم في مرحلة الدخل و تسمى كذلك دائرة مكبر الفرق. للمكبر التفاضلي دخلان و خرج واحد. أهم الخصائص للمكبر التفاضلي هي تيار الدخل الحيدي(Input Offset Current)، تيار الدخل الانحيازي(Input Bias Current)، جهد الدخل الحيدي(Input Offset Voltage) و نسبة رفض النسق المشترك(Common-Mode Rejection ratio). خلال هذه التجربة يوصل المتدرب دائرة مكبر تفاضلي و يقيس المقادير الآخرة الذكر.

٢. الأجهزة والعناصر :

- ✓ مولد إشارات(Function Generator)
- ✓ مصدر جهد ±15V dc (Power Supplies: ±15 V)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w): 22 Ω x 3, 100 Ω x2, 1.5 kΩ x2, 4.7 kΩ x2, 10 kΩ x2.
- ✓ ترانزستور: 2N3904 x2
- ✓ مكثف: 0.47 µF
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM)
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope)
- ✓ لوحة توصيل

٣. طريقة العمل :

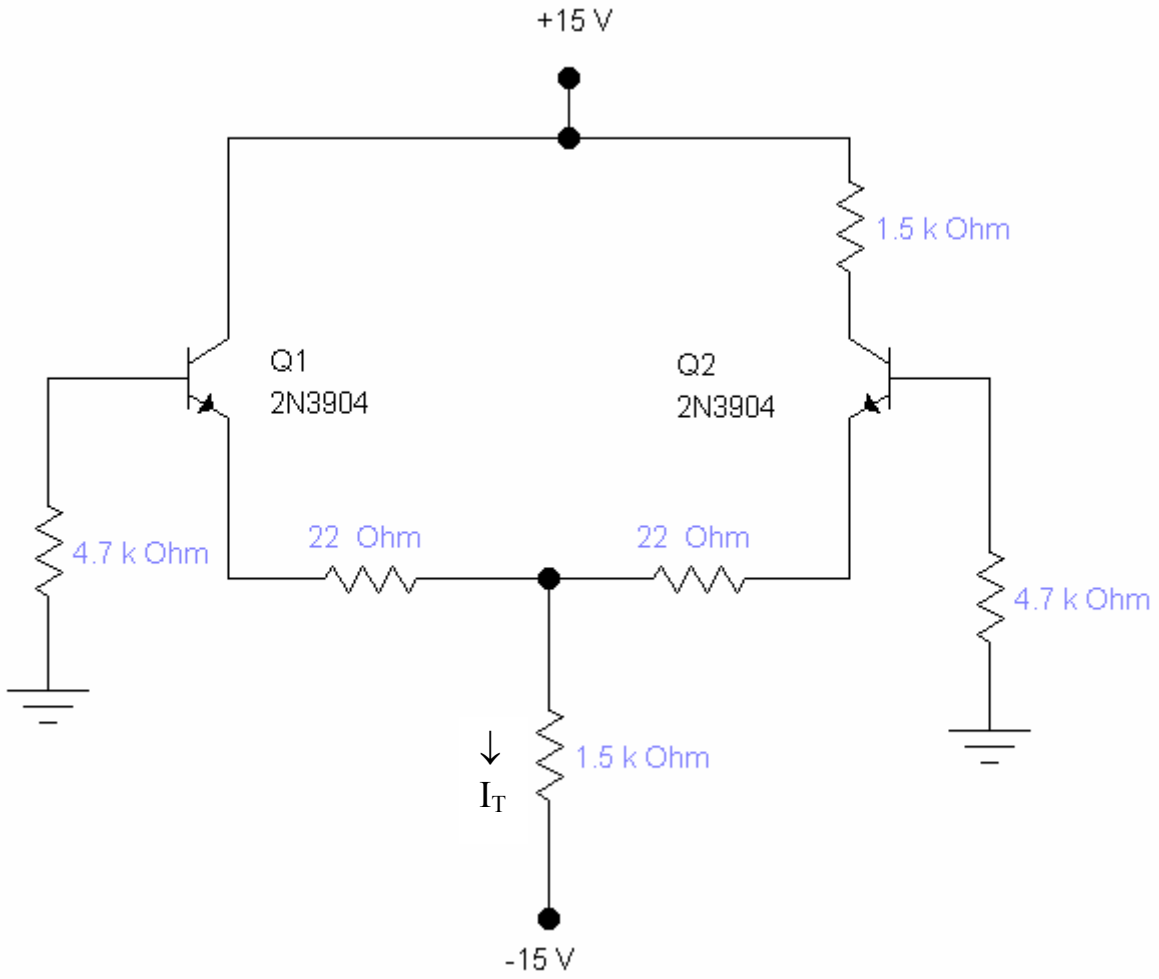
تيار الذيل و تيار القاعدة (Tail Current and Base Currents)

٣ -١. خذ كسب التيار $\beta_{dc} = I_C/I_B = 200$. احسب تيار الذيل(التيار I_T الذي يمر في المقاومة المشتركة لباعثي الترانزستورين R_E). سجل النتائج في الجدول٦ -١. كذلك احسب و سجل تيار القاعدة لكل ترانزستور .

٣ -٢. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٦ -١

٣ -٣. قس و سجل تيار الذيل I_T .

٣ -٤. استعمل جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM) لقياس تيار القاعدة لكل ترانزستور. إذا كان الجهاز غير حساس استعمل جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope) و قس الجهد dc على طرفي كل مقاومة القاعدة لكل ترانزستور ثم احسب تيار القاعدة. سجل تيار القاعدة في الجدول٦ -١



الشكل٦ -١ : مكبر

الدخل الحيدي و تيار الانحياز (Input Offset and Bias Currents)

٣ -٥. باستعمال معطيات الجدول٦ -١ احسب قيم تيار الدخل الحيدي و تيار الدخل الانحيازي. سجل النتائج في الجدول ٦ -٢.

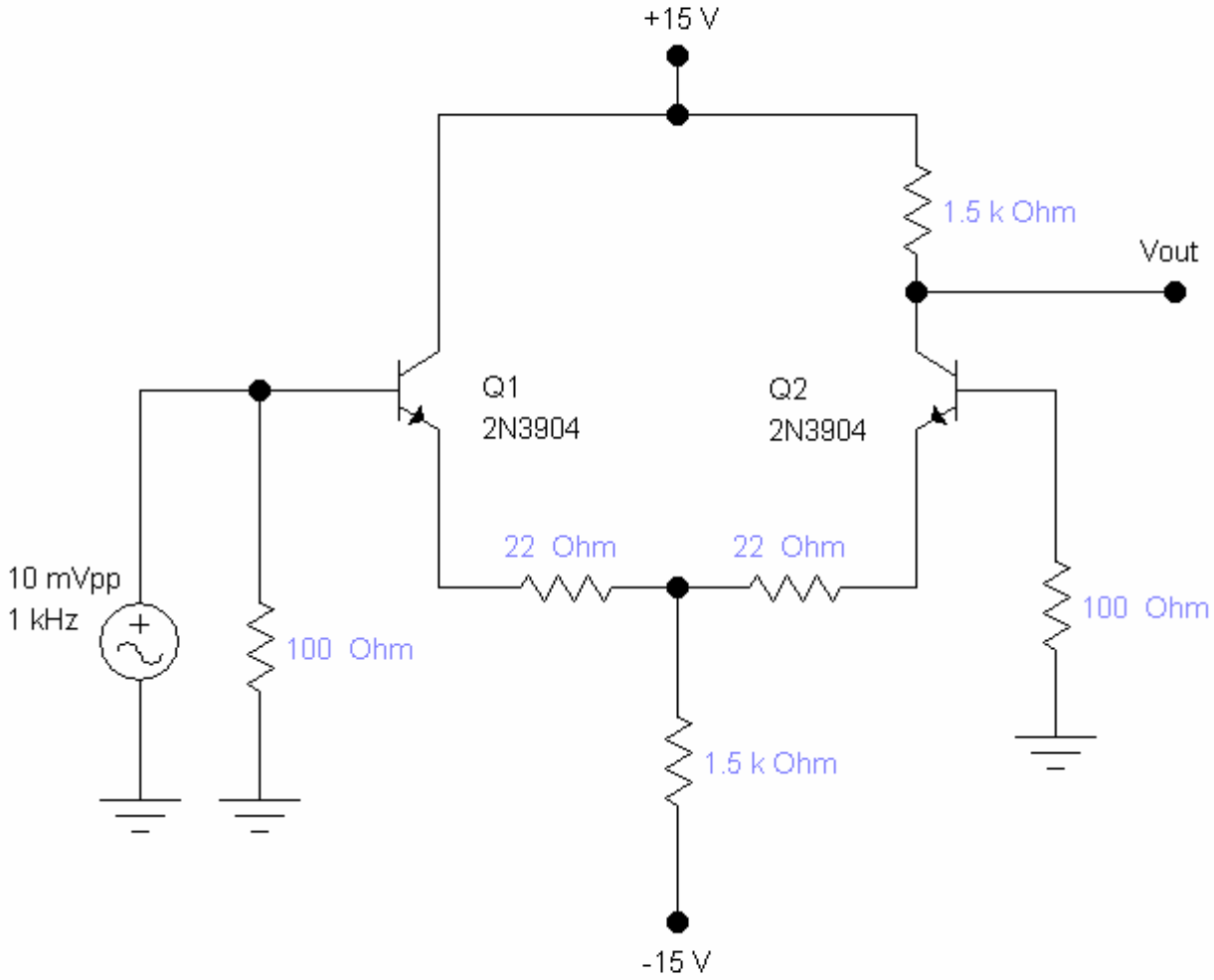
٣ -٦. باستعمال معطيات الجدول٦ -١ احسب القيم $I_{in(off)}$ و$I_{in(bias)}$. سجل النتائج في الجدول٦ -٢.

كسب الجهد التفاضلي (Differential Voltage gain)

٣ -٧. كسب الجهد في الشكل٦ -٢ يعطى بالعلاقة $A = R_C/2(r_E + r`_e)$. احسب و سجل في الجدول٦ -٣.

٣ -٨. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٦ -٢. ثبت اشارة الدخل عند تردد 1 kHz و جهد 10 mV_{pp}.

٣ -٩. قس جهد الخرج. احسب و سجل النتائج في الجدول٦ -٣.



الشكل٦ -٢ : مكبر تفاضلى

٤. معطيات التجربة رقم (٦):

جدول٦ -١: تيار الذيل و تيار القاعدة (Tail Current and Base Currents)

حساب	قياس
I_T = ……..	I_T = ……..
I_{B1} = ……..	I_{B1} = ……..
I_{B2} = ……..	I_{B2} = ……..

جدول٦ -٢: الدخل الحيدي و تيار الانحياز (Input Offset and Bias Currents)

نظري	قياس
$I_{in(off)}$ = ……..	$I_{in(off)}$ = ……..
$I_{in(bias)}$ = ……..	$I_{in(bias)}$ = ……..

جدول٦ -٣: كسب الجهد (Voltage Gain)

حساب	قياس
A = ……..	A = ……..

٥. أسئلة عن التجربة رقم ٦ (Question for Experiment6)

١. تيار الذيل الموضح في الشكل٦ -١ يساوي: ( )

1 µA(أ)، 23.8 µA(ب)، 47.6 µA(ج)، 9.53 mA(د)

٢. تيار القاعدة في الشكل٦ -١ يساوي: ( )

1 µA (أ)، 23.8 µA (ب)، 47.6 µA (ج)، 9.53 mA (د)

٣. تيار الدخل الانحيازي في الشكل٦ -١ يساوي:

( )

1 µA (أ)، 23.8 µA (ب)، 47.6 µA (ج)، 9.53 mA (د)

٤. اختياري. أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (٧)

المكبر المقارن

(Comparator)

١. مقدمة :

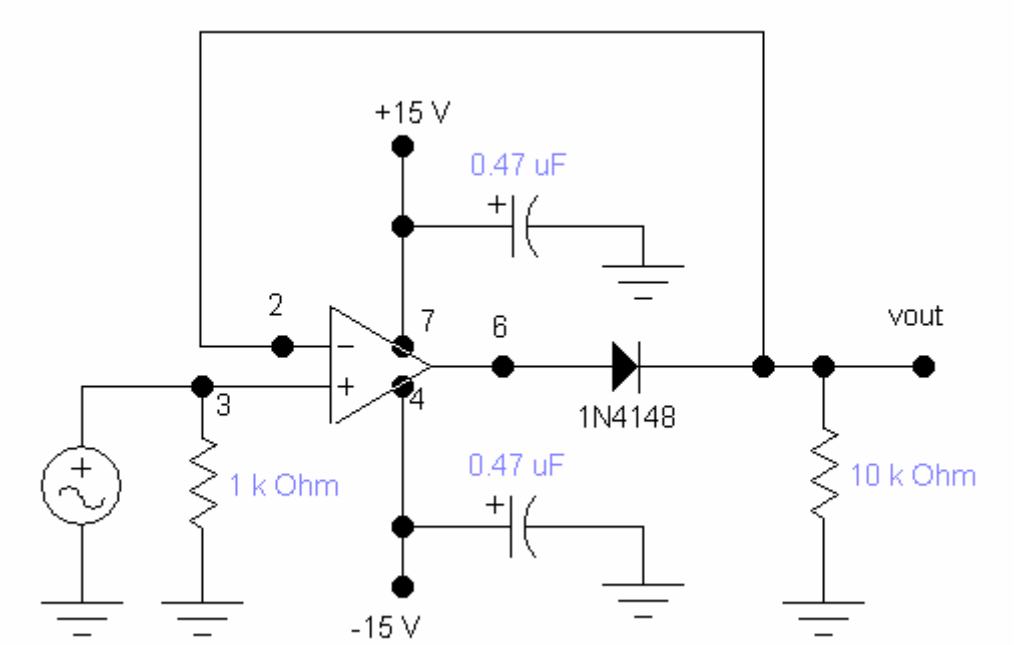
الهدف من المقارن هو مقارنة جهدين عند المدخلين و إنتاج إشارة تدل على أي الجهدين أكبر.
في هذه التجربة يقوم المتدرب بتصميم دوائر مقارنة ويقوم بقياسات.

٢. الأجهزة والعناصر :

- ✓ مولد إشارات(Function Generator)
- ✓ مصدر جهد ±15V dc (Power Supplies: ±15 V)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w): 2.2 kΩ, 100 Ω, 1 kΩ, 100 kΩ, 10 kΩ x2.
- ✓ مقاومة متغيرة: 1 kΩ
- ✓ دايود: 1N4148 أو 1N914
- ✓ صمام: L53RD, L53GD
- ✓ مكبر عمليات: 741C
- ✓ مكثف: 0.47 µF x2, 100 µF
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM)
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope)
- ✓ لوحة توصيل

٣. طريقة العمل:

٧ -١. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٧ -١.



الشكل٧ -١ : مكبر مقارن

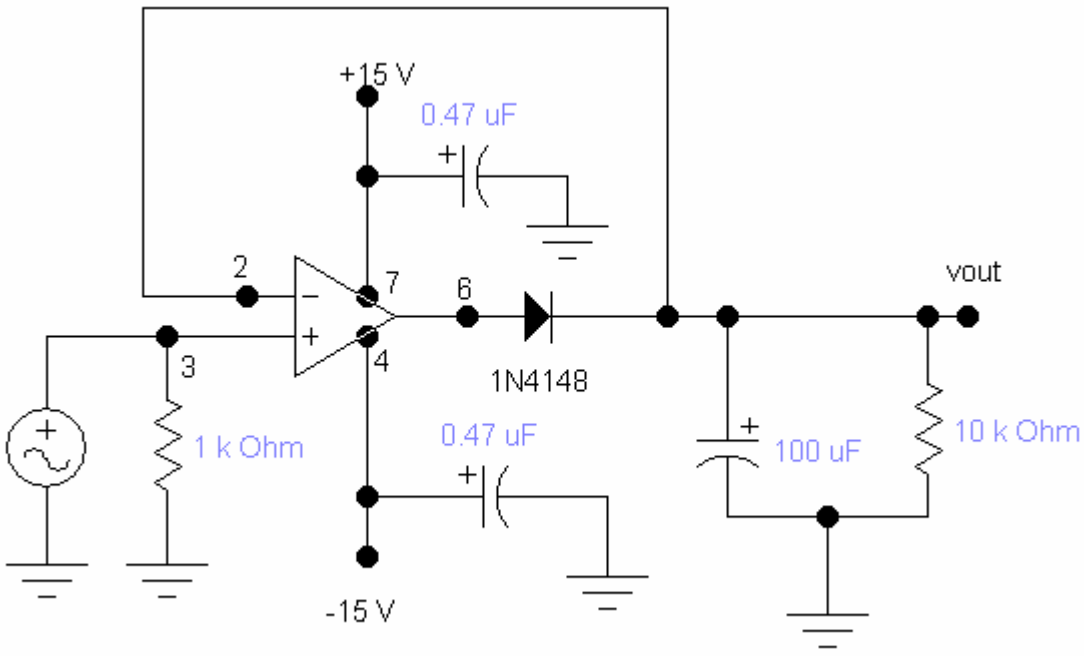
٧ -٢. وصل راسم الإشارات (دخل dc) على مقاومة الحمل (10 kΩ). ثبت مولد إشارات (Function Generator) عند 100 Hz و جهد دخل يعطي جهد خرج 1 Vpp(يظهر في راسم الإشارات شكل نصف موجة).

٧ -٣. قس قيمة الذروة لإشارة الدخل الجيبية. سجل قيم جهد الدخل و الخرج لقمم للذروتين في الجدول ٧ -١.

٧ -٤. ثبت مستوى الإشارة للحصول على جهد خرج بقيمة 100 mVثم قس جهد الدخل. سجل جهد الدخل وجهد الخرج في الجدول٧ -١.

٧ -٥. اعكس قطبا الدايود. جهد الخرج يصبح على شكل نصف موجة سالبة.

٧ -٦. وصل مكثف بقيمة 100 µF بمقاومة الحمل للحصول على الدائرة الموضحة في الشكل٧ -٢.



الشكل٧ -٢ : مكبر مقارن

٧ -٧. ثبت المولد للحصول على إشارة 1 V. قس جهد الخرج dc. سجل جهد الدخل و جهد الخرج في الجدول٧ -٢.

٧ -٨. ثبت المولد للحصول على إشارة 100 V. قس جهد الخرج dc. سجل جهد الدخل و جهد الخرج في الجدول٧ -٢.

٧ -٩. اعكس أقطاب الدايود و المكثف. يحصل على جهد خرج dc سالب.

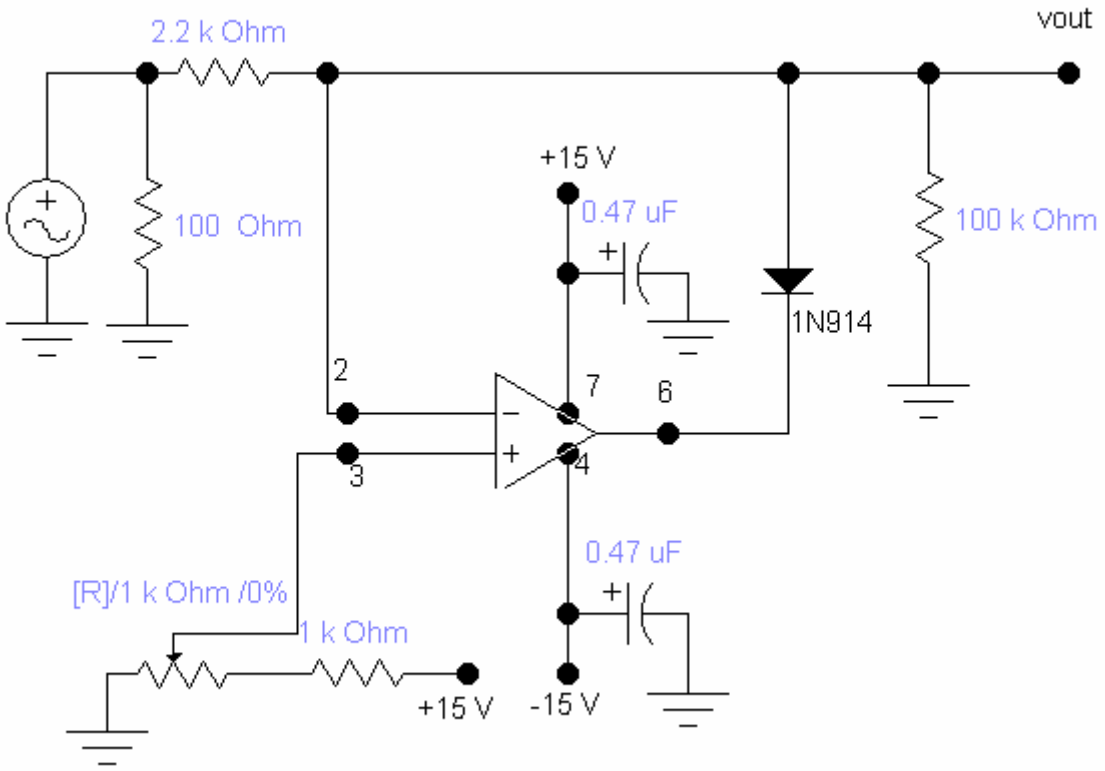
٧ -١٠. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٧ -٣.

٧ -١١. ثبت المولد للحصول على إشارة 1 V على يسار المقاومة من 2.2 kΩ.

٧ -١٢. غير قيمة المقاومة المتغيرة و لاحظ إشارة الخرج.

٧ -١٣. ثبت المولد حيث يكون جهد الخرج v_{pp} يساوي 100 mV على الطرف اليسار للمقاومة من 2.2 kΩ. كرر الفقرة٧ -١٢.

٧ -١٤. اعكس قطبا الدايود و كرر الفقرة٧ -١٢ مع جهد خرج v_{pp} يساوي 1 V.



٤. معطيات التجربة رقم (٧):

جدول٧ -١:

فقرة٧ -١	فقرة٧ -٤
V_{in} = ...	V_{in} = ...
V_{out} = ...	V_{out} = ...

جدول٧ -٢:

فقرة٧ -٧	فقرة٧ -٨
V_{in} = ...	V_{in} = ...
V_{out} = ...	V_{out} = ...

٥. أسئلة عن التجربة رقم٧ : (Questions for Experiment 7)

٥ -١. الدائرة الموضحة في الشكل٧ -١ هي: ( )

منظم نصف موجة(أ)، منظم موجة كاملة(ب)، منظم قنطرة(ج)، غير ما سبق(د)

٥ -٢. جهد الخرج للشكل٧ -٢ يساوي: ( )

جهد الدخل pp(أ)، مصدر الجهد الموجب(ب)، جهد الدخل الفعال(ج)، جهد الدخل المتوسط(د)

٥ -٣. اختياري. أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (٨)

تشكيل الموجات باستخدام مكبر العمليات

(Waveform Shaping Using Operational Amplifier)

١. مقدمة :

باستعمال تغذية موجبة مع مقارن تستطيع بناء دائرة قادح شميت (Schmitt Trigger). ذاكرته تجعله جد حساس للتشويش. دائرة قادح شميت (Schmitt Trigger) مفيدة لتشكيل موجات لأنها تعطي في الخرج موجة مربعة لا تتعلق بنوع إشارة الدخل.

إذا أضفت دائرة من نوع RC لدائرة قادح شميت (Schmitt Trigger) تحصل على مذبذب استرخاء (Relaxation Oscillation). بإضافة دوائر متعاقبة من نوع مذبذب استرخاء و مكامل تستطيع بناء دائرة تعطي في الخرج موجة مربعة و مثلثة.

٢. الأجهزة والعناصر:

- ✓ مولد إشارات (Function Generator).
- ✓ مصدر جهد ±15V dc (Power Supplies: ±15 V)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w):

  100 Ω, 1 kΩ, 2.2 kΩ x2, 10 kΩ, 18 kΩ x2, 22 kΩ, 100 kΩ.
- ✓ مكبر عمليات: 741C x2, 318C
- ✓ مكثف: 0.1 µF x2, 0.47 µF x4
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM).
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope).
- ✓ لوحة توصيل.
- ✓ عداد الترددات (Frequency Counter).

٣. طريقة العمل:

٨ -١. في الشكل٨ -١ ما هو شكل إشارة الخرج؟ قدر جهد الخرج pp. سجل النتائج في الجدول ٨ -١. احسب و سجل جهد نقاط القدح (Trip Points).

٨ -٢. وصل الدائرة. ثبت جهد الدخل على $1\ V_{pp}$ و تردد 1 kHz.

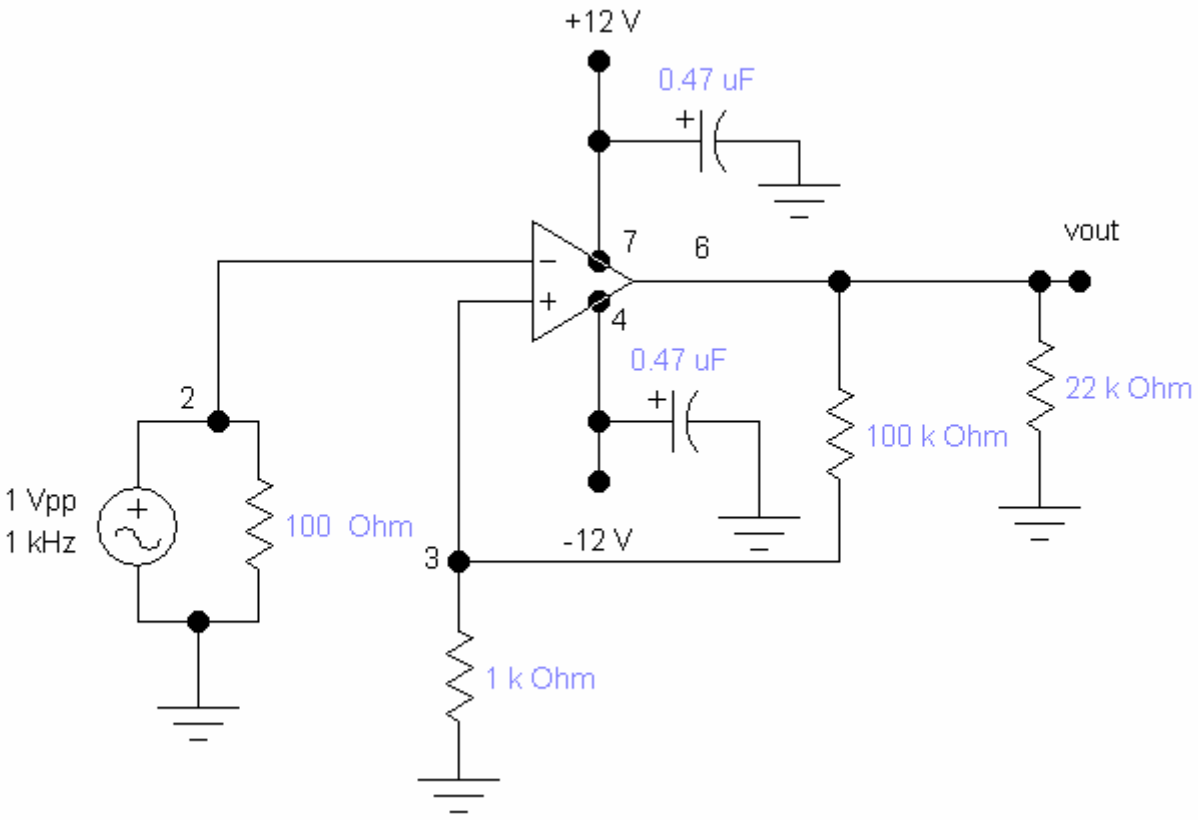
٨ -٣. ثبت إشارة الخرج على راسم الإشارات. سجل شكل الإشارة في الجدول٨ -١. قس و سجل جهد الخرج pp.

٨ -٤. ثبت عقدة جهد الدخل عند الدخل غير العاكس على راسم الإشارات (dc). قس القمة الموجبة UTP و سجل النتيجة. قس القمة السالبة LTP و سجل النتيجة.

٨ -٥. ثبت التردد عند 20 kHz. الخرج يكون على شكل مستطيل.

٨ -٦. ثبت التردد عند 1 kHz. عوض المكبر 318C بالمكبر 714C. جهد الخرج يكون على شكل مستطيل.

٨ -٧. غير التردد و لاحظ كيف معدل الالتفاف (Slew Rate) للمكبر 714C يؤثر على الانتقالات العمودية.



الشكل٨ -١: مكبر قادح شميت

٤. معطيات التجربة رقم (٨):

جدول٧ -١:

حساب	قياس
Shape =	Shape =
MPP =	MPP =
UTP =	UTP =
LTP =	LTP =

٥. اختياري: أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (٩)

المرشحات الفعالة

(Active Filters)

١. مقدمة :

تستعمل المرشحات في جميع ميادين الاتصالات. مرشح ما يسمح بمرور نطاق ترددي و يمنع مرور آخر. المرشح يكون نشط أو سلبي. المرشحات السلبية تتكون من مقاومات ومكثفات وملفات. تستعمل عند ترددات أكبر من 1MHz و لا تحدث كسب للقدرة.

المرشحات النشطة تتكون من مقاومات ومكثفات ومكبرات عمليات. تستعمل عند ترددات أقل من 1MHz وتحدث كسب للقدرة.

المرشحات تستطيع تفريق الإشارة المرغوب فيها عن الإشارة غير المرغوب فيها وقطع الإشارات المتداخلة وتحسين الصوت و الصورة.

في هذه التجربة يتطرق المتدرب لدراسة استجابة مرشح تمرير الترددات المنخفضة (Low Pass Filter) واستجابة مرشح تمرير الترددات العالية(High Pass Filter).

٢. الأجهزة والعناصر :

- ✓ مولد إشارات (Function Generator).
- ✓ مصدر جهد ±15V dc (Power Supplies: ±15 V)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w):

  120 Ω, 12 kΩ x3, 22 kΩ x3, 33 kΩ, 39 kΩ, 47 kΩ.
- ✓ مكبر عمليات: 741C
- ✓ مكثف: 1 nF, 4.7 nF x3, 33 nF x3
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM).
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope).
- ✓ لوحة توصيل.

٣. طريقة العمل:

مرشح تمرير الترددات الصغيرة نشط من الرتبة الثانية

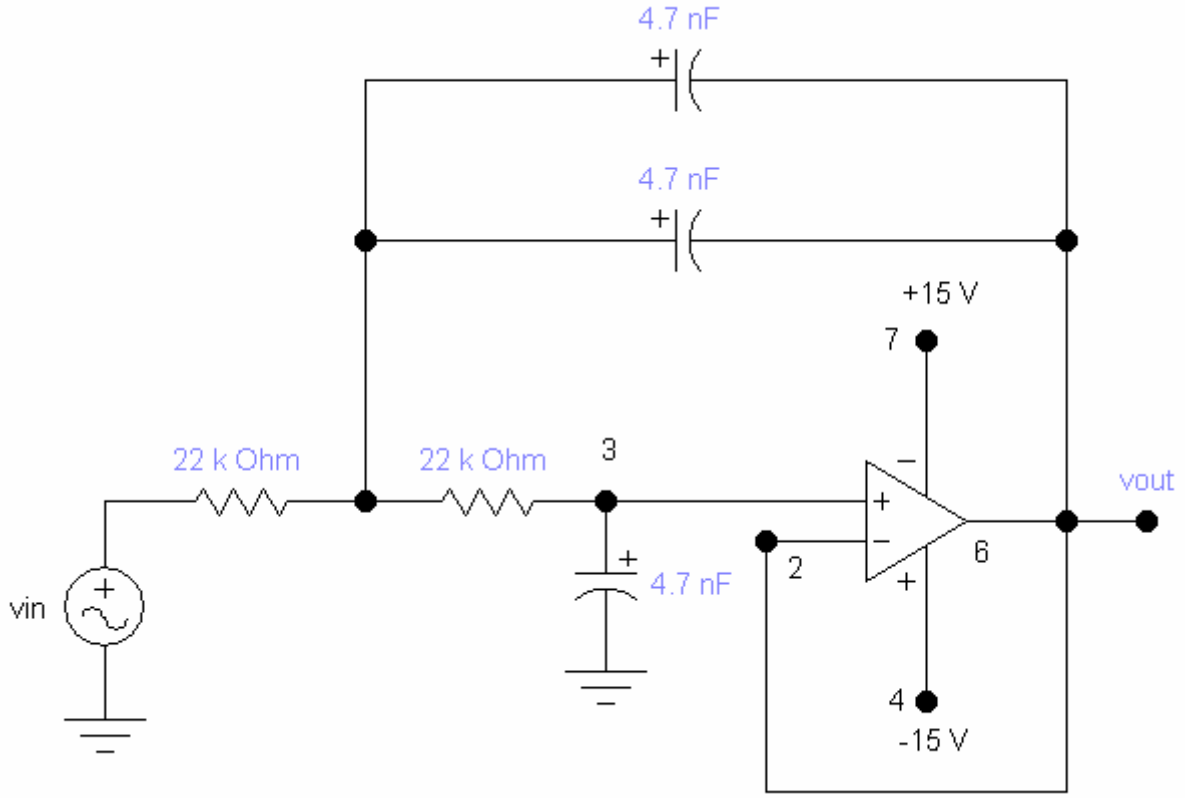
٩ -١. أحسب تردد القطع الموضح في الشكل٩ -١. سجل النتيجة هنا.

f_c = ...

٩ -٢. ما هو الانخفاض فوق عشرية واحدة و تحت عشرية واحدة من تردد القطع؟ سجل النتائج هنا.

فوق = ...، تحت = ...

٩ -٣. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٩ -١.



الشكل٨ -١: مرشح تمرير الترددات الصغيرة من الرتبة الثانية

٩ -٤. استعمل الدخل١ لراسم الإشارات لإشارة الدخل و الدخل٢ لإشارة الخرج. ثبت إشارة الدخل عند 1 V و 100 Hz.

٩ -٥. بما أن الكسب يساوي واحداً جهد الخرج يكون يساوي جهد الدخل.

٩ -٦. أوجد تردد القطع بازدياد تردد المولد حتى ينقص جهد الخرج بقيمة 3 dB عن جهد الدخل. يعني إذا كان جهد الدخل يساوي 1 Vpp فجهد الخرج يكون يساوي 0.707 Vpp سجل تردد القطع هنا: f_c = ...

٩ -٧. زد تردد المولد بعشرة مرات تردد القطع. قس و سجل جهد الخرج pp: V_{out} =.....

٩ -٨. قلص تردد المولد بعشرة مرات تردد القطع..قس و سجل جهد الخرج pp: V_{out} =.....

٩ -٩. المعطيات تكون قريبة من القيم النظرية المحصل عليها في الفقرة٩ -١ و الفقرة٩ -٢.

٩ -١٠. قس و سجل جهد الخرج لكل تردد دخل الموضح في الجدول٩ -١.

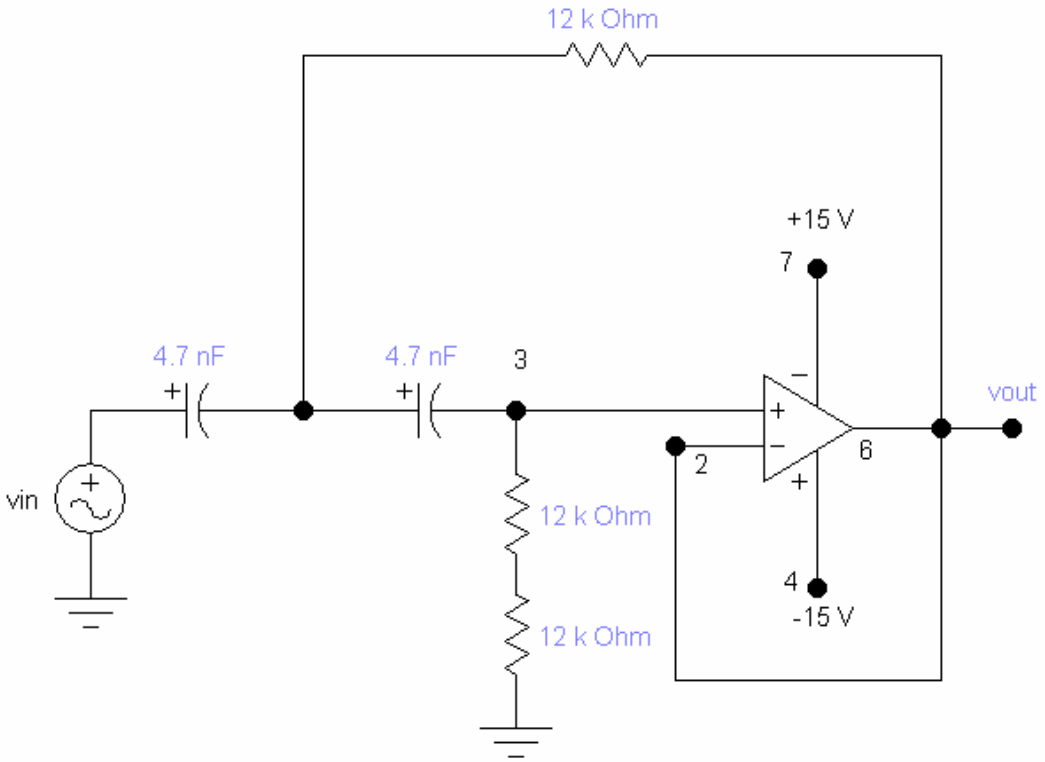
مرشح تمرير الترددات العالية نشط من الرتبة الثانية

٩ -١١. احسب تردد القطع الموضح في الشكل٩ -٢. سجل النتيجة هنا.

f_c = ...

٩ -١٢. ما هو الانخفاض فوق عشرية واحدة و تحت عشرية واحدة من تردد القطع؟ سجل النتائج هنا. فوق = ...، تحت = ...

٩ -١٣. وصل الدائرة الموضحة في الشكل٩ -٢.



الشكل٩ -٢: مرشح تمرير الترددات العالية نشط من الرتبة الثانية

٩ -١٤. استعمل الدخل١ لراسم الإشارات لإشارة الدخل و الدخل٢ لإشارة الخرج. ثبت إشارة الدخل عند 1 V و 20 kHz.

٩ -١٥. بما أن الكسب يساوي واحداً جهد الخرج يكون يساوي جهد الدخل.

٩ -١٦. أوجد تردد القطع بازدياد تردد المولد حتى ينقص جهد الخرج بقيمة 3 dB عن جهد الدخل. يعني إذا كان جهد الدخل يساوي 1 Vpp فجهد الخرج يكون يساوي 0.707 Vpp سجل تردد القطع هنا: ..... = f_c

٩ -١٧. قلص تردد المولد بعشرة مرات تردد القطع..قس و سجل جهد الخرج pp: ..... = v_{out}

٩ -١٨. زد تردد المولد بعشرة مرات تردد القطع. قس و سجل جهد الخرج pp: ..... = v_{out}

٩ -١٩. المعطيات تكون قريبة من القيم النظرية المحصل عليها في الفقرة٩ -١١ و الفقرة٩ -١٢.

٩ -٢٠. قس و سجل جهد الخرج لكل تردد دخل الموضح في الجدول٩ -٢.

٤. معطيات التجربة رقم (٩):

جدول٩ -١: مرشح تمرير الترددات الصغيرة نشط من الرتبة الثانية

التردد	جهد الخرج
100 Hz	
200 HZ	
400 Hz	
1 kHZ	
2 kHz	
4 kHZ	
10 kHz	
20 kHZ	
40 kHz	

جدول٩ -٢ : مرشح تمرير الترددات العالية نشط من الرتبة الثانية

التردد	جهد الخرج
100 Hz	
200 HZ	
400 Hz	
1 kHZ	
2 kHz	
4 kHZ	
10 kHz	
20 kHZ	
40 kHz	

٥. **أسئلة عن التجربة رقم ٩** (Question for Experiment 9)

٩ -١. دائرة الشكل٩ -١ لها تردد قطع يساوي: ( )

100 Hz(أ)، 1 kHz(ب)، 2 kHz(ج)، 10 kHz(د)

٩ -٢. دائرة الشكل٩ -١ لها استجابة بتروورث (Butterworth) لأنه : ( )

مرشح تمرير الترددات الصغيرة (أ)، ذو مقاومات متساوية(ب)، يتمتع بالقيمة Q = 0.707(ج)، ذو تردد قطع (د)

٩ -٣. دائرة الشكل٩ -٢ لها الاستجابة: ( )

تمرير الترددات الصغيرة (أ)، تمرير الترددات العالية(ب)، تمرير مجال عريض(ج)، تمرير مجال ضيق (د)

٩ -٤. دائرة الشكل٩ -٢ لها تردد قطع يساوي:

100 Hz(أ)، 1 kHz(ب)، 2 kHz(ج)، 10 kHz(د)

٩ -٥. اختياري. أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (١٠)

المؤقت عديم الاستقرار

(The 555 as Astable Multivibrator)

١. مقدمة :

المؤقتات (Timers) كدائرة متكاملة(IC) تستخدم بشكل واسع في تطبيقات مولدات النبضات(Pulse Generator) في معظم فروع الإلكترونيات. تم تقديم شريحة المؤقت ٥٥٥ في بداية السبعينات وهي من أشهر الشرائح المفضلة لدى مصممي وهواة الإلكترونيات حيث يمكن استخدامها في الكثير من التطبيقات. ويرمز لها تجارياً NE555 كما تتوفر تحت الرمز MC1455 وCA555 و LM55. في المؤقت ٥٥٥ المستخدم كمولد نبضات عديم الاستقرار(Astable Pulse generator) يكون شكل إشارة الخرج مربعات. يحدد مقدار الزمن الدوري (Period) عن طريق اختيار قيم العناصر R_1 و R_2 وC. W تمثل طول النبضة و T الدور الزمني و f التردد و D نسبة التشغيل.

٢. الأجهزة والعناصر :

- ✓ مولد إشارات (Function Generator).
- ✓ مصدر جهد 15V dc (Power Supply: 15 V)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w):

.1 kΩ, 4.7 kΩ, 10 kΩ x2, 22 kΩ, 47 kΩ, 68 kΩ, 100 kΩ

- ✓ مكبر عمليات: 741C
- ✓ مقاومة متغير: 1kΩ
- ✓ مكثف: 0.01 µF, 0.1 µF x3, 0.47 µF x3
- ✓ ترانزستور: 2N3906
- ✓ مؤقت: NE555
- ✓ عداد الترددات (Frequency Counter)
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM).
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope).
- ✓ لوحة توصيل.

٣. طريقة العمل:

٩ -١. احسب التردد و دورة التشغيل للدائرة الموضحة في الشكل١٠ -١ بالنسبة لكل مقاومة موضحة في الجدول١٠ -١. سجل النتائج.

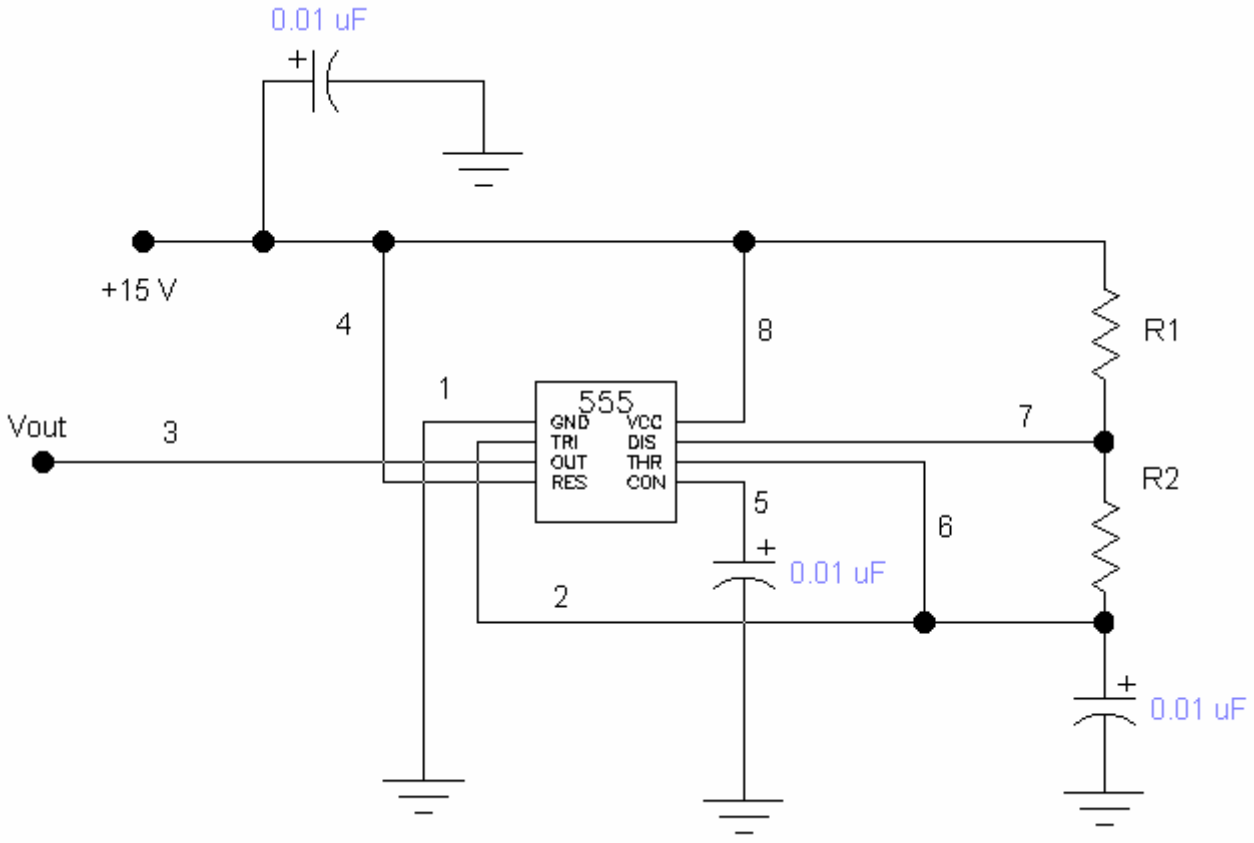
٩ -٢. وصل الدائرة الموضحة في الشكل١٠ -١ مع $R_1 = 10\ k\Omega$ و $R_2 = 100\ k\Omega$.

٩ -٣. قس بواسطة راسم الإشارات و سجل التردد.

٩ -٤. قس زمن الاستغراق W. احسب و سجل دورة التشغيل D في الجدول١٠ -١.

٩ -٥. وصل الطرف٦براسم الإشارات. لاحظ شكل الإشارة.

٩ -٦. كرر الفقرات من ١٠ -٢ إلى ١٠ -٥ بالنسبة للمقاومات الأخرى الموضحة في الشكل١٠ -١.



الشكل١٠ -١: مؤقت عديم الاستقرار

٤. معطيات التجربة رقم (١٠):

جدول١٠ -١:

R_1	R_2	حساب f	حساب D	قياس f	قياس D
10 kΩ	100 kΩ				
100 kΩ	10 kΩ				
10 kΩ	10 kΩ				

٥. اختياري : أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (١١)

المؤقت وحيد الاستقرار

(The 555 as Monostable Multivibrator)

١. مقدمة :

المؤقتات (Timers) كدائرة متكاملة(IC) تستخدم بشكل واسع في تطبيقات مولدات النبضات(Pulse Generator) في معظم فروع الإلكترونيات. تم تقديم شريحة المؤقت ٥٥٥ في بداية السبعينات وهي من أشهر الشرائح المفضلة لدى مصممي وهواة الإلكترونيات حيث يمكن استخدامها في الكثير من التطبيقات. ويرمز لها تجارياً NE555 كما تتوفر تحت الرمز MC1455 وCA555 وLM555. في الوضع الأحادي الاستقرار يكون مخرج المؤقت في وضعه العادي عند الوضع المنخفض إلى أن يتم إرسال نبضة إطلاق سالبة عند الطرف ٢ فيبدأ الخارج من الشريحة بالارتفاع ويبقى كذلك لفترة محدودة ثم يعود إلى حالته المنخفضة (حالة الاستقرار). معنى ذلك أن دائرة الوضع الأحادي الاستقرار تقوم بإنتاج نبضة واحدة لوقت محدد كلما سلط عليها نبضة إطلاق سالبة.

٢. الأجهزة والعناصر :

- ✓ مولد إشارات (Function Generator).
- ✓ مصدر جهد 15V dc (Power Supply: 15 V)
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w):

  .1 kΩ, 4.7 kΩ, 10 kΩ x2, 22 kΩ, 47 kΩ, 68 kΩ, 100 kΩ

- ✓ مكبر عمليات: 741C
- ✓ مقاومة متغير: 1kΩ
- ✓ مكثف: 0.01 µF, 0.1 µF x3, 0.47 µF x3
- ✓ ترانزستور: 2N3906
- ✓ مؤقت: NE555
- ✓ عداد الترددات (Frequency Counter)
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM).
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope).
- ✓ لوحة توصيل.

٣. طريقة العمل :

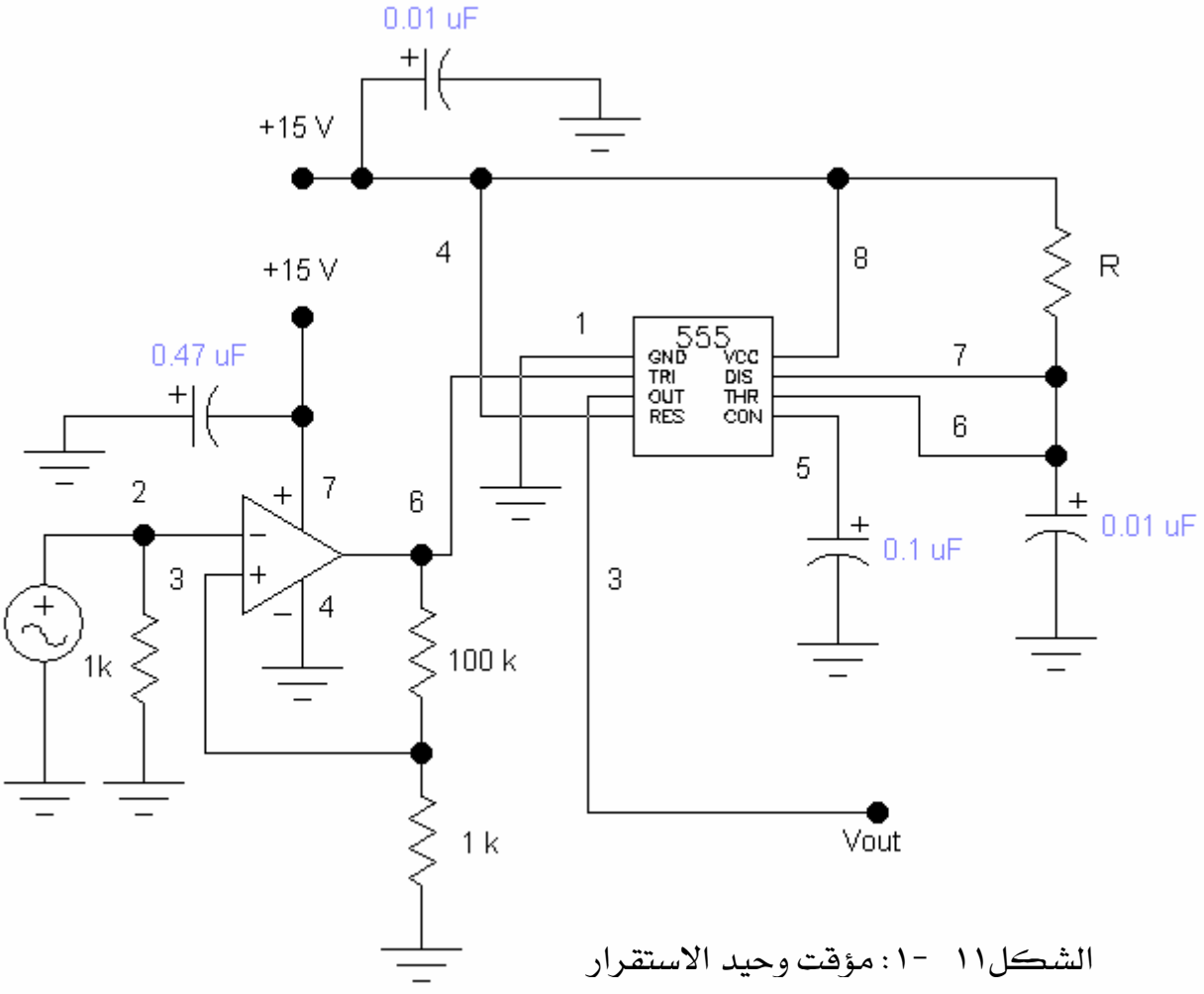
١١ -١. الشكل١١ -١ يوضح قادح شميت متحكم في مؤقت وحيد الاستقرار. افرض أنه يعطي في الخرج قدح دخل عادي للمؤقت ٥٥٥. احسب و سجل طول نبضة الخرج للمؤقت وحيد الاستقرار لكل مقاومة موضحة في الجدول١١ -١.

١١ -٢. وصل الدائرة الموضحة في الشكل١١ -١باستعمال مقاومة $R = 33\ k\Omega$.

١١ -٣. لاحظ خرج قادح شميت (الطرف ٦ لمكبر العمليات). ثبت تردد موجة الدخل عند 1 kHz. ثبت مستوى الإشارة الجيبية حتى تحصل على خرج قادح شميت مع دورة التشغيل في حدود 90 %.

١١ -٤. لاحظ خرج المؤقت. قس و سجل عرض النبضة.

١١ -٥. كرر نفس الخطوات من الفقرة١١ -٢ إلى الفقرة١١ -٤ مع استعمال المقاومات الموضحة في الجدول١١ -٢.



الشكل١١ -١: مؤقت وحيد الاستقرار

٤. معطيات التجربة رقم (١١):

جدول١١ -٢:

R	حساب W		قياس W	
33 kΩ				
47 kΩ				
68 kΩ				

٥. اختياري: أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (١٢)

مذبذب إزاحة الزاوية

(The Phase-Shift Oscillator)

١. مقدمة :

تعتبر المذبذبات مهمة في كثير من المعدات الإلكترونية فمثلاً أجهزة البث الإذاعي تستخدم المذبذبات لإيجاد موجات مناسبة للبث وأجهزة الراديو تستخدم المذبذبات لاستقبال الموجات والاستماع إلى المحطات المتنوعة. مذبذب هو دائرة تولد إشارة خرج بدون ضرورة وجود إشارة دخل. تستعمل المذبذبات كمصادر إشارة في كثير من التطبيقات. توجد أنواع كثيرة من المذبذبات، منها من تولد إشارة جيبية وإشارة مربعة و إشارة مثلثة و أخرى إشارة أسنان المنشار. ترتكز المذبذبات على مفهوم التغذية الخلفية الموجبة حيث نسبة من إشارة الخرج ترجع في الدخل.

٢. الأجهزة و العناصر :

- ✓ مولد إشارات (Function Generator).
- ✓ مصدر جهد ±15V dc (Power Supply: ±15 V)
- مقاومات نصف وات(1/2w): 10 kΩ x3.
- ✓ مكبر عمليات: 741C
- ✓ مقاومة متغير: 360 kΩ
- ✓ مكثف: 0.01 µF x3
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM).
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope).
- ✓ لوحة توصيل.

٣. طريقة العمل :

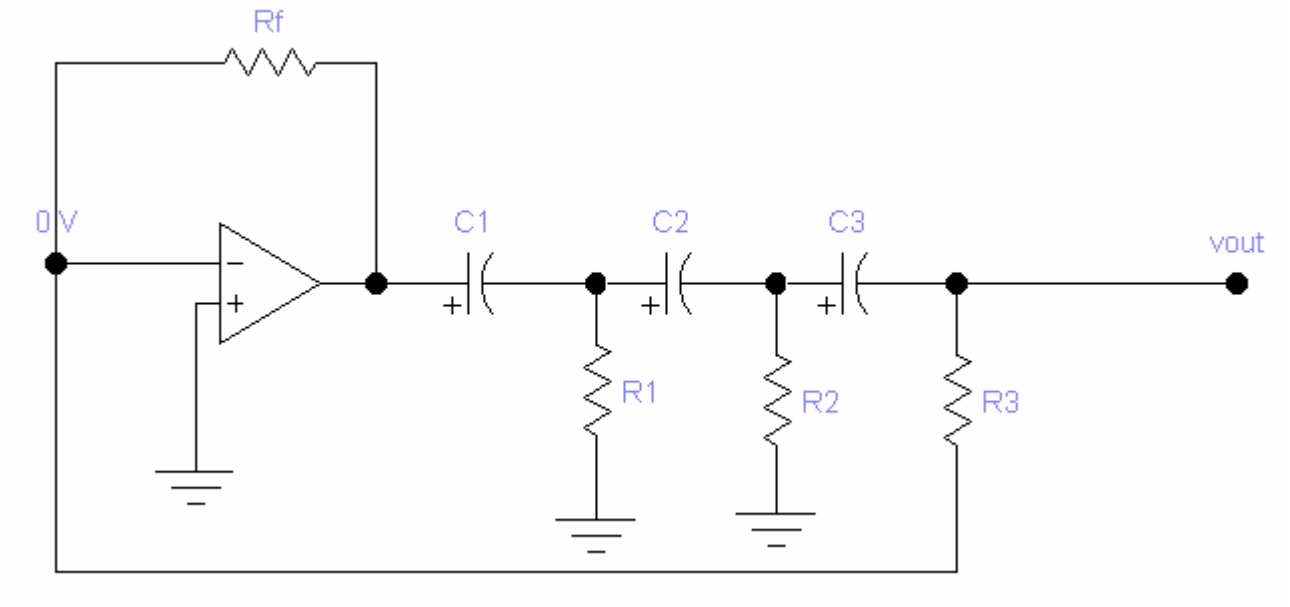
١٢ -١. الشكل١٢ -١ يوضح دائرة مذبذب إزاحة الزاوية. احسب و سجل مقاومة التغذية الخلفية R_f و تردد الموجة في الجدول١٢ -١.

١٢ -٢. وصل الدائرة الموضحة في الشكل١٢ -١. وضح مكبر العمليات و المكبر العاكس ودائرة التخفيض.

١٢ -٣. غير المقاومة R_f حتى تحصل على موجة جيبية.

١٢ -٤. قس جهد الموجة و التردد بواسطة راسم الإشارات.

١٢ -٥. سجل النتائج في الجدول١١ -٢.



الشكل١٢ -١: مذبذب إزاحة الزاوية

٤. معطيات التجربة رقم (١٢):

جدول١٢ -٢:

حساب		قياس	
R_f	f(Hz)	V_{pp}	f(Hz)

٥. اختياري. أسئلة إضافية من المدرب

تجربة رقم (١٣)

مذبذب قنطرة واين

(Wien-Bridge Oscillator)

١. مقدمة :

مذبذب قنطرة واين (Wien-Bridge Oscillator) هو نوع من أنواع المذبذبات الجيبية. يستعمل عند ترددات منخفضة إلى متوسطة(من 5 Hz إلى 1 MHz). الهدف من التجربة هو تصميم و تنفيذ دائرة المذبذب ثم القيام بحساب تردد وجهد الخرج.

٢. العناصر و الأجهزة:

- ✓ مولد إشارات (Function Generator).
- ✓ مصدر جهد ±15V dc (Power Supply: ±15 V)

مقاومات نصف وات(1/2w):

.1 kΩ x2, 2.2 kΩ x2 , 4.7 kΩ x2, 8.2 kΩ, 10 kΩ x2

- ✓ مكبر عمليات: LM741C
- ✓ مقاومة متغير: 5 kΩ
- ✓ مكثف: 0.01 µF x2, 0.47 µF x2,
- ✓ دايود: 1N4148 أو 1N914
- ✓ صمام: L53RD
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (VOM).
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope).
- ✓ لوحة توصيل.
- ✓ عداد الترددات (Frequency Counter)

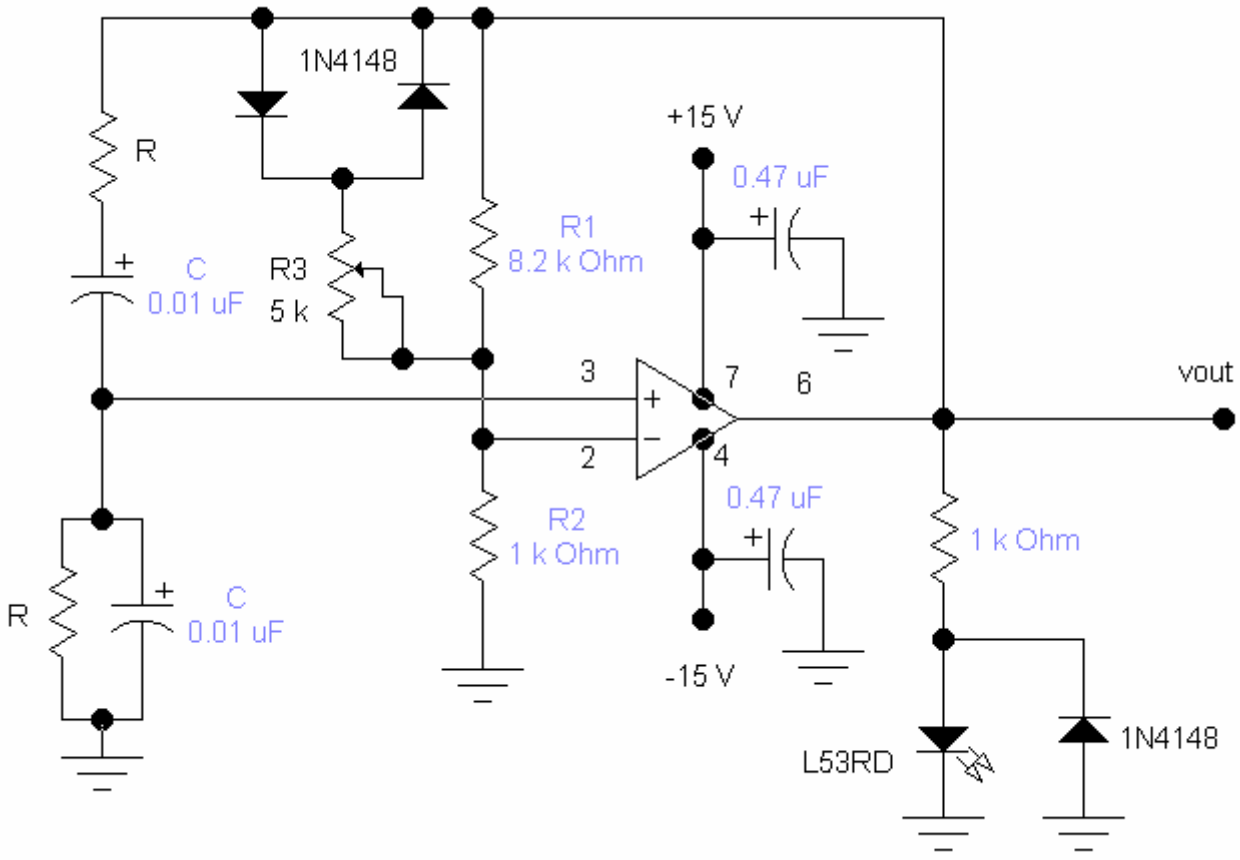
٣. طريقة العمل:

١٣ -١. في الشكل١٣ -١ احسب و سجل تردد التذبذب بالنسبة لكل مقاومة R موضحة في الجدول١٣ -١. كذلك احسب و سجل قيم MPP.

١٣ -٢. وصل الدائرة مع R = 10 kΩ. لاحظ الخرج بواسطة راسم الإشارات. ثبت المقاومة R_3 حتى تحصل على خرج عريض و غير مشوه (غير مقصوص).

١٣ -٣. قس التردد. قس جهد الخرج pp. سجل النتائج في الجدول١٣ -١

١٣ -٤. كرر خطوات الفقرة١٣ -٢ و الفقرة١٣ -٢ بالنسبة للمقاومات الأخرى R.



٤. م معطيات التجربة رقم (١٣):

جدول١٣ -١:

	حساب		قياس	
R	f	MPP	f	MPP
10 kΩ				
4.7 kΩ				
2.2 kΩ				

٥. اختياري. أسئلة إضافية من المدرب

تجربة رقم (١٤)

مكبر الباعث المشترك

(Common Emitter Circuit)

١. الهدف من التجربة

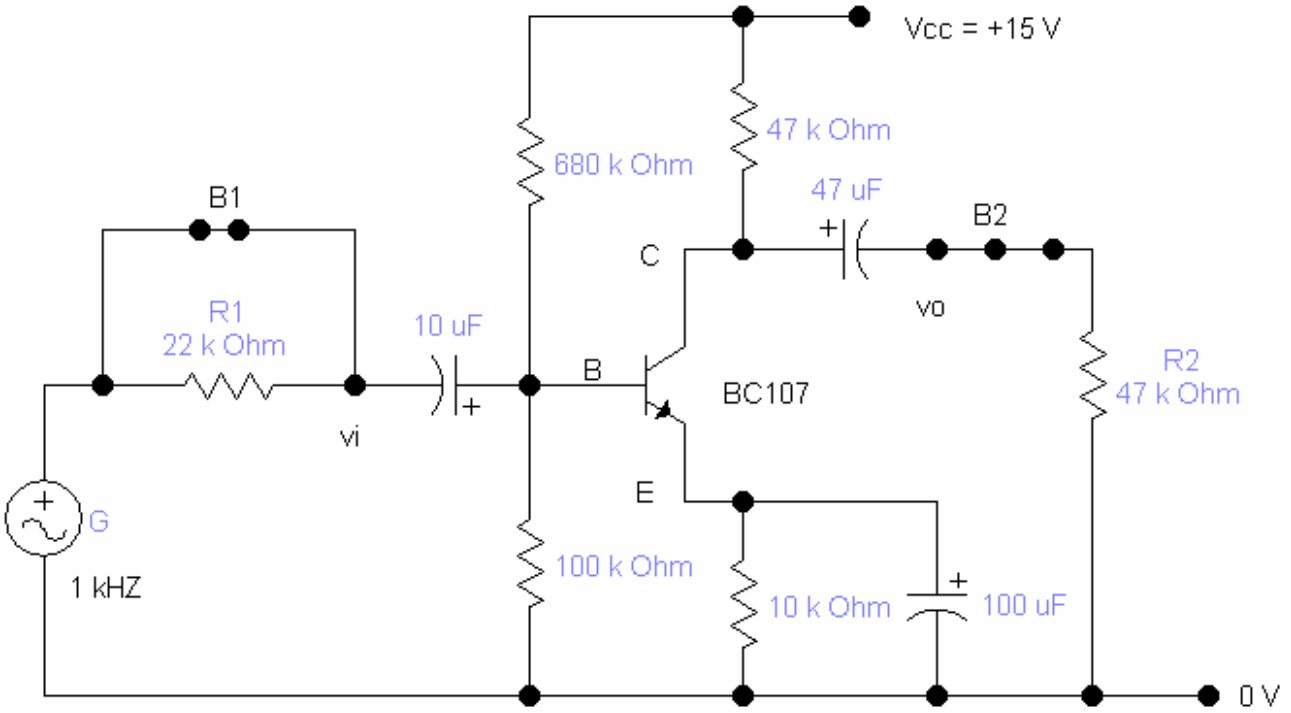
- ✓ تركيب دائرة مكبر الباعث المشترك.
- ✓ التأكد من تحديد نقطة التشغيل للترانزستور باستخدام راسم الإشارات.
- ✓ قياس كسب الجهد.
- ✓ توضيح طريقة إجاد مقاومة الدخل و مقاومة الخرج للدائرة .
- ✓ حساب كسب التيار.
- ✓ توضيح علاقة الطور بين جهد الدخل و جهد الخرج.

٢. الأجهزة والعناصر

- ✓ لوحة توصيل
- ✓ مصدر جهد ±15V dc
- ✓ مكبر عمليات 741C
- ✓ راسم إشارات بقناتين.
- ✓ مولد مذبذبات.
- ✓ ترانزستور: BC107
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w) : 680 kΩ، 100 kΩ x2، 47 kΩ ، 22 kΩ، 10 kΩ
- ✓ مكثف: 10 µF, 47 µF, 100 µF,

٣. الدائرة:

دائرة المجمع المشترك موضحة في الشكل١٤ -١.



الشكل١٤ -١: مكبر الباعث المشترك

٤. مقدمة:

٤ -١. الدائرة جد أومية(Ohmic Circuit). لذا لا يوجد تأثير كبير على معاملات الترانزستور من مقاومات المفاتيح .

٤ -٢. الدائرة المكافئة للمكبر الموضحة في الشكل١٤ -٢ تساعد على فهم المبادئ الأساسية لحساب مقاومة الدخل و الخرج لدائرة المكبر.

٤ -٣.مقاومة الدخل للمكبر تكافئ جزءا من دائرة مجزئ الجهد. يقاس جهد مولد الإشارات في حالة الدائرة المفتوحة وذلك بعد قصر المقاومة R_1 (قفل المفتاح S_1). عندما يتم فتح المفتاح S_1 فإن:

$$\frac{\Delta v_i}{R_1} = \frac{v_{i2}}{r_i} \quad \Rightarrow \quad r_i = \frac{v_{i2}}{\Delta v_i} R_1$$

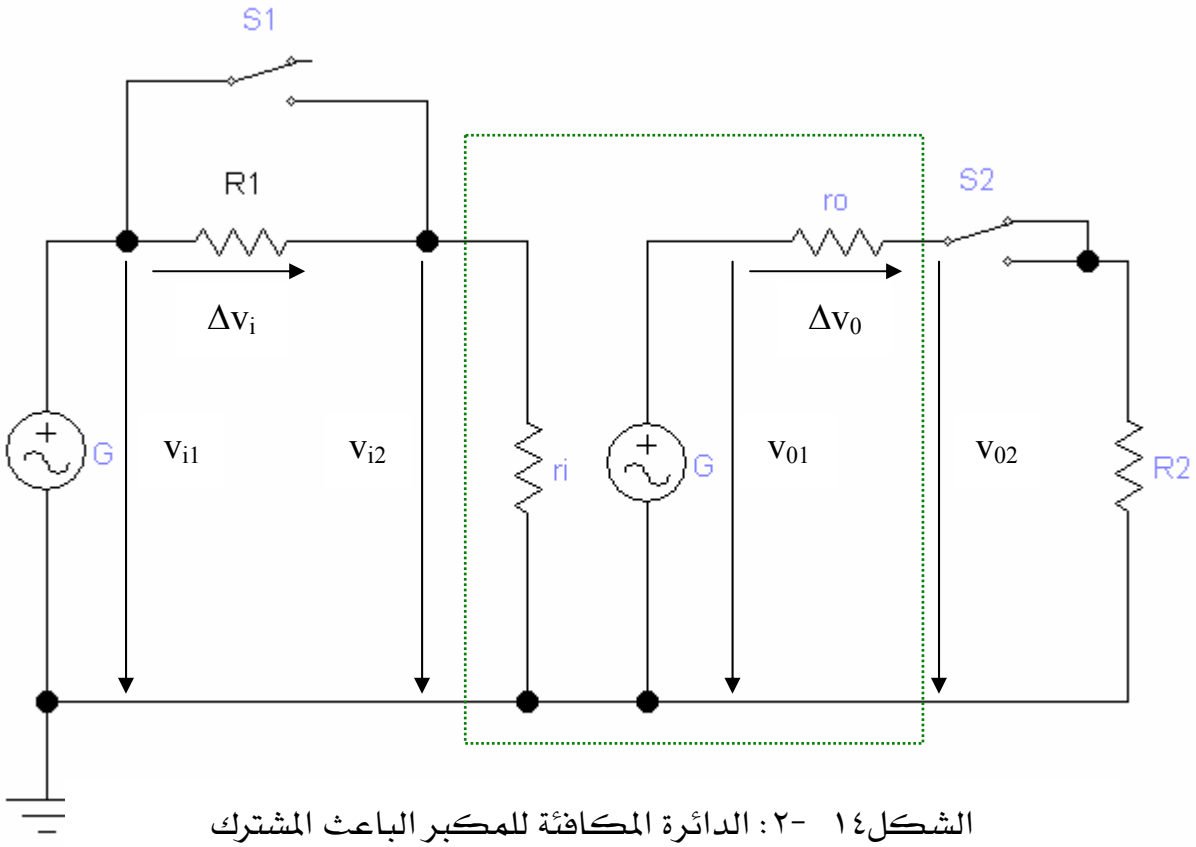
حيث r_i هي مقاومة الدخل.

مقاومة الخرج لمكبر ترانزستور تكافئ المقاومة الداخلية لمولد الإشارات. يقاس الجهد في وضع الدائرة المفتوحة(فتح المفتاح S_2). عندما يتم قفل المفتاح S_2 فإن:

$$\frac{r_0}{\Delta v_0} = \frac{R_2}{v_{02}} \quad \Rightarrow \quad r_0 = \frac{\Delta v_0}{v_{02}} R_2$$

حيث r_0 هي مقاومة الخرج.

٤ -٤.يتم حساب قيمة كسب التيار و ذلك بعد تحديد قيمة تيار الدخل المتردد و قيمة تيار الخرج المتردد.



الشكل١٤ -٢: الدائرة المكافئة للمكبر الباعث المشترك

٥. طريقة العمل:

٥ -١. وصل الدائرة الموضحة في الشكل١٤ -١. بعد ضبط جهاز راسم الإشارات على الوضع dcتأكد من نقطة التشغيل الخاصة بالترانزستور و ذلك بشرط أن يكون الجهد بين الباعث والأرضي في المدى بين 1.5 V و 2 V ،والجهد بين المجمع و الأرضي في المدى بين 8 V و 9 V. اذا كانت هذه الجهود خارج هذا النطاق يكون من الضروري ضبط قيم مجزئ الجهد(المقاومات المتصلة بالقاعدة أي ضبط تيار القاعدة).

v_C (V)	v_E (V)

٥ -٢. وصل الوصلة B_1 و فك الوصلة B_2 ثم اضبط مولد الإشارات حتى تحصل على جهد الخرج V_{pp} 5(v_{0pp}). و من ثم قس جهد الدخل v_{ipp} و قيمة كسب الجهد A_v. ما هي إزاحة الطور بين جهد الدخل و جهد الخرج للدائرة؟

φ_v	A_v	v_{ipp} (V)	v_{0pp} (V)

٥ -٣. قس جهد الدخل مع فك الوصلة B_1. احسب مقاومة الدخل من التغير في جهد الدخل.

الفرق	B_1 مفتوح	B_1 مغلق
$r_i = (v_{i2pp}/\Delta v_{i1pp})R_1$ (kΩ)	v_{i2pp} (mV)	v_{i1pp} (mV)

٥ -٤. وصل الوصلة B_1. قس جهد الخرج في حالة فصل و وصل الوصلة B_2. احسب مقاومة الخرج.

الفرق	B_2 مغلق	B_2 مفتوح
$r_0 = (\Delta v_{0pp}/ v_{02pp})R_2$ (kΩ)	v_{02pp} (V)	v_{01pp} (V)

٥ -٥. أحسب كلا من تيار الدخل و تيار الخرج من القمة إلى القمة (peak-to-peak) ثم احسب كسب التيار للدائرة.

$A_i = i_{0pp}/ i_{ipp})R_2$	$i_{0pp} = v_{0pp}/R_2$ (μA)	$i_{ipp} = v_{ipp}/r_i$ (μA)

٥ -٦. أحسب قيمة كسب القدرة G_p للدائرة.

كسب القدرة Power Gain $G_p = A_v.A_i$

٦. اختياري: أسئلة إضافية من المدرب.

تجربة رقم (١٥)

مكبر المجمع المشترك

(Common Collector Circuit)

١. الهدف من التجربة

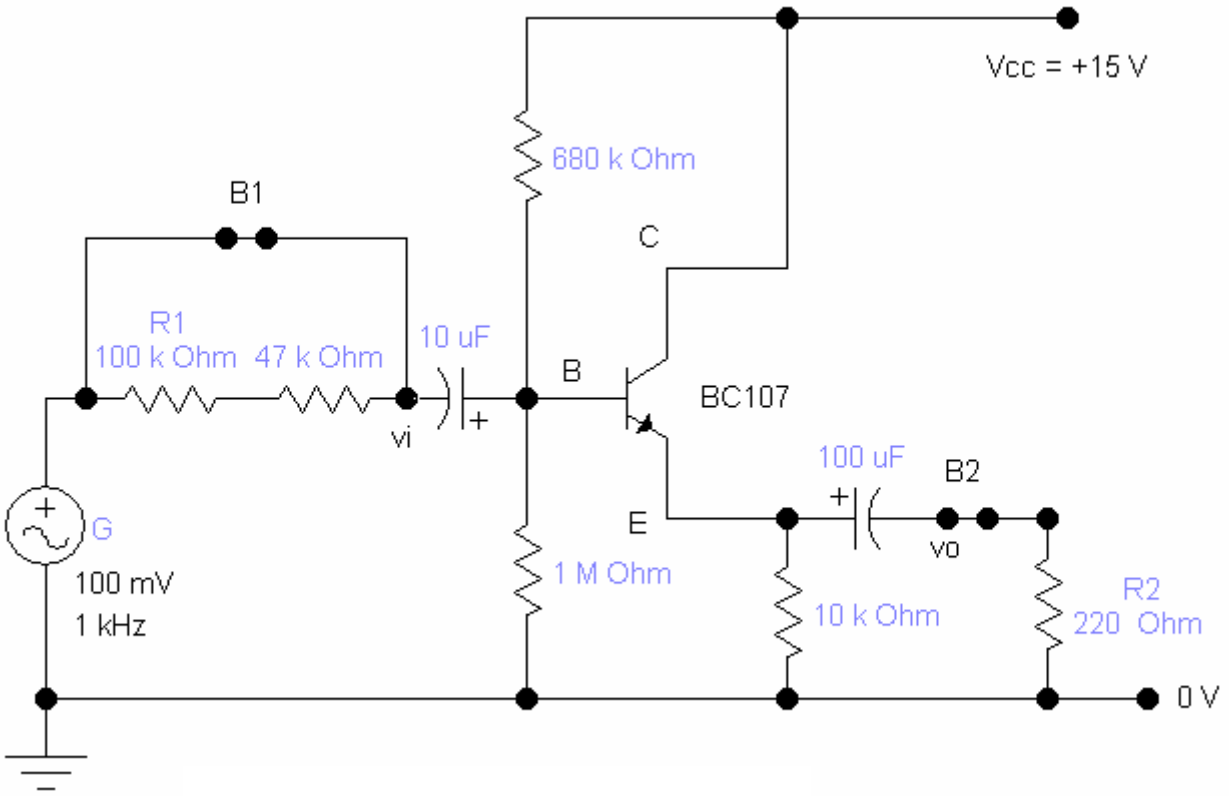
- ✓ تركيب دائرة المكبر الموصل بوضع المجمع المشترك.
- ✓ التأكد من نقطة التشغيل للترانزستور وذلك باستخدام راسم الإشارات.
- ✓ قياس كسب الجهد و إزاحة الطور بين جهدي الدخل والخرج.
- ✓ تحديد طريقة إيجاد مقاومة الدخل و مقاومة الخرج للدائرة .
- ✓ حساب كسب التيار للدائرة و كسب القدرة.

٢. الأجهزة والعناصر

- ✓ لوحة توصيل
- ✓ مصدر جهد ±15V dc
- ✓ مكبر عمليات 741C
- ✓ راسم إشارات بقناتين.
- ✓ مولد إشارات.
- ✓ ترانزستور: BC107
- ✓ مقاومات نصف وات(1/2w) : 220 Ω، 10 kΩ، 47 kΩ ، 100 kΩ ، 680 kΩ, 1 MΩ
- ✓ مكثف: 10 µF, 100 µF,

٣. الدائرة:

دائرة المجمع المشترك موضحة في الشكل١٥ -١.



الشكل١٥ -١: مكبر المجمع المشترك

٤. مقدمة:

٤ -١. الدائرة جد أومية. لذا لا يوجد تأثير كبير على معاملات الترانزستور من مقاومات المفاتيح. لكن هناك أثرا واضحا على مقاومة دخل الدائرة من طرف مقاومات توزيع الجهد.

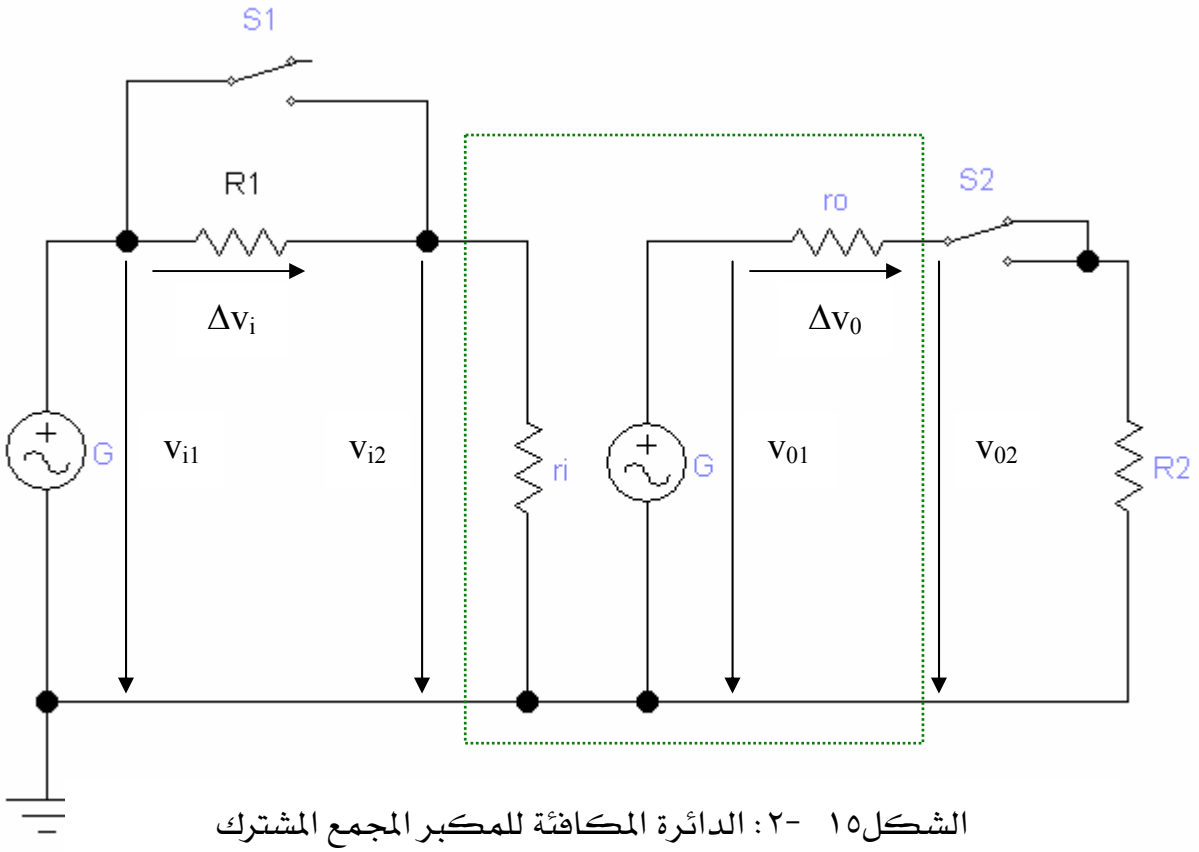
٤ -٢. الدائرة المكافئة للمكبر الموضحة في الشكل١٥ -٢ تساعد على فهم المبادئ الأساسية لحساب مقاومة الدخل و الخرج لدائرة المكبر.

٤ -٣.مقاومة الدخل للمكبر تكافئ جزءا من دائرة مجزئ الجهد. يقاس جهد مولد الإشارات في حالة الدائرة المفتوحة وذلك بعد قصر المقاومة R_1 (قفل المفتاح S_1). عندما يتم فتح المفتاح S_1 فان: $\frac{\Delta v_i}{R_1} = \frac{v_{i2}}{r_i} \Rightarrow r_i = \frac{v_{i2}}{\Delta v_i} R_1$ حيث r_i هي مقاومة الدخل.

مقاومة الخرج لمكبر ترانزستور تكافئ المقاومة الداخلية لمولد الإشارات. يقاس الجهد في وضع الدائرة المفتوحة(فتح المفتاح S_2). عندما يتم قفل المفتاح S_2 فإن:

$$\frac{r_0}{\Delta v_0} = \frac{R_2}{v_{02}} \quad \Rightarrow \quad r_0 = \frac{\Delta v_0}{v_{02}} R_2$$

حيث r_0 هي مقاومة الخرج.



الشكل١٥ -٢ : الدائرة المكافئة للمكبر المجمع المشترك

٤ -٤.يتم حساب قيمة كسب التيار و ذلك بعد تحديد قيمة تيار الدخل المتردد و قيمة تيار الخرج المتردد.

٥. طريقة العمل:

٥ -١. وصل الدائرة الموضحة في الشكل١٥ -١. بعد ضبط جهاز راسم الإشارات على الوضع dc.تأكد من نقطة التشغيل الخاصة بالترانزستور. الجهد عند الباعث يكون يساوي نصف تغذية مصدر الجهد أي بين 7 V و 8 V.

v_C (V)	v_E (V)

٥ -٢. وصل الوصلة B_1 و فك الوصلة B_2 ثم اضبط مولد الإشارات حتى تحصل على جهد الخرج

٢٨٠ (v_{0pp})mVpp. و من ثم قس جهد الخرج و قيمة كسب الجهد A_v. ما هي إزاحة الطور بين جهد الدخل و جهد الخرج للدائرة؟

v_{ipp} (mV)	v_{0pp} (mV)	A_v	φ_v

٥ -٣. قس جهد الدخل مع فك الوصلة B_1. احسب مقاومة الدخل بدون وجود مقاومة حمل.

B_2 مفتوح			
B_1 مغلق	B_1 مفتوح	الفرق	
v_{i1pp} (mV)	v_{i2pp} (mV)	Δv_{ipp}	$r_i = (v_{i2pp}/\Delta v_{ipp})R_1$ (kΩ)

٥ -٤. كرر خطوات الفقرة٥ -٣ مع المفتاح B_2 مغلق. احسب مقاومة الدخل عندما تكون الدائرة محملة بمقاومة الحمل R_2.

B_2 مغلق			
B_1 مغلق	B_1 مفتوح	الفرق	$r_i = (\Delta v_{ipp}/ v_{i2pp})R_1$ (kΩ)
V_{i1pp} (mV)	V_{i2pp} (mV)	Δv_{ipp}	

٥ -٥. وصل المفتحان B_1 و B_2. قس جهد الخرج v_{0pp}. أنزع المفتاح B_2 و قس v_{0pp} مرة أخرى. احسب مقاومة الخرج.

B_1 مغلق			
B_2 مفتوح	B_2 مغلق	الفرق	$r_0 = (\Delta v_{0pp} / v_{02pp})R_2$ (Ω)
V_{01pp} (mV)	V_{02pp} (mV)	Δv_{0pp} (mV)	

٥ -٦. باستعمال القيم المحصل عليها لمقاومة الدخل وجهد الدخل و جهد الخرج و مقاومة الحمل احسب قيمة كسب التيار و قيمة كسب القدرة للدائرة. استعمل نتائج الفرقة٥ -٤ و الفقرة٥ - ٥.

تيار الدخل $i_{ipp} = v_{i1pp} / r_i$	تيار الخرج $i_{0pp} = v_{02pp} / R_2$	كسب التيار $A_i = i_{0pp} / i_{ipp}$	كسب القدرة $G_P = A_v.A_i$

٦. اختياري: أسئلة إضافية من المدرب.

المحتويات

تجربة رقم (١): خصائص مكبر العمليات ٧
(Characteristics of Op-Amp)

تجربة رقم (٢): المكبر العاكس ٨
(Inverting Amplifier)

تجربة رقم (٣): المكبر غير العاكس ١٤
(Noninverting Amplifier)

تجربة رقم (٤): المكامل ١٩
(Integrator using an Op-Amp)

تجربة رقم (٥): المكبر الجامع ٢٥
(Summing Amplifier)

تجربة رقم (٦): المكبر التفاضلي ٢٨
(The Differential Amplifier)

تجربة رقم (٧): المكبر المقارن ٣٢
(Comparator)

تجربة رقم (٨): تشكيل الموجات باستخدام مكبر العمليات ٣٨
(Waveform Shaping Using Operational Amplifier)

تجربة رقم (٩): المرشحات الفعالة ٤٠
(Active Filters)

تجربة رقم (١٠): المؤقت عديم الاستقرار ٤٥
(The 555 as Astable Multivibrator)

تجربة رقم (١١): المؤقت وحيد الاستقرار ٤٨
(The 555 as Monostable Multivibrator)

تجربة رقم (١٢): مذبذب إزاحة الزاوية ٥١
(The Phase-Shift Oscillator)

تجربة رقم (١٣): مذبذب قنطرة واين ٥٣
(Wien-Bridge Oscillator)

تجربة رقم (١٤): مكبر الباعث المشترك ٥٦
(Common Emitter Circuit)

تجربة رقم (١٥): مكبر المجمع المشترك ٦١
(Common Collector Circuit)

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