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

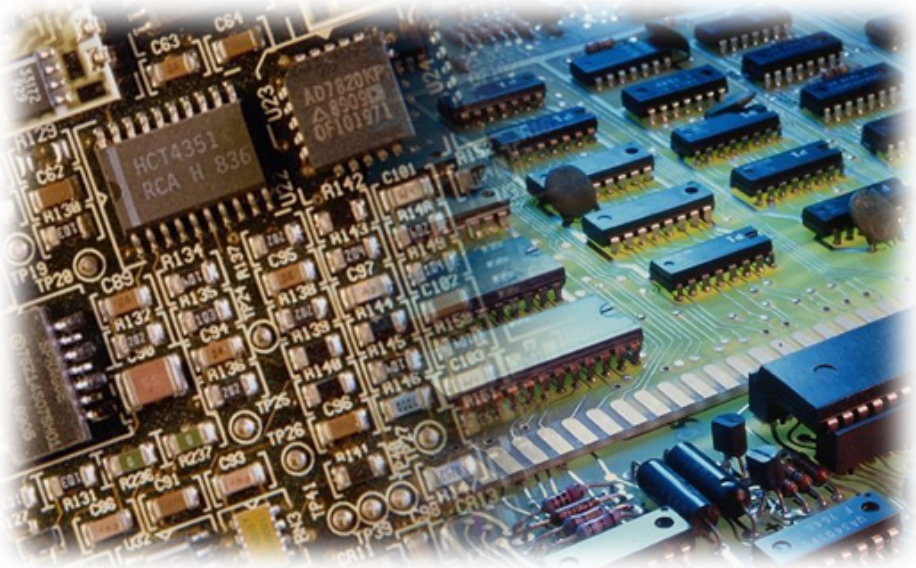
قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

الإلكترونيات

ورشه إلكترونيات (١)

الصف الثاني

الفصل الدراس الأول



نسخة أولية ١٤٢٥هـ

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 أسإلىب 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 " ورشة إلكترونيات (١) " لمتدربي قسم" الكترونيات " للمعاهد الفنية الصناعية 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

تمهيد

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على معلم البشر الهادي الأمين سيدنا محمد وعلىآله وصحبه أجمعين وبعد .

يسعدنا أن نقدم لأبنائنا المتدربين وإخواننا المدربين هذا الكتاب العملي "الورشة الإلكترونية (١)" والذي نرجو من الله أن يساعد في إكساب المتدربين المهارات الضرورية ويزودهم بالمعلومات الفنية اللازمة ليصبحوا فنيين متميزين إن شاء الله بما يخدم الدين والوطن .

الهدف العام من هذا المقرر:

تنفيذ دوائر عملية إلكترونية باستخدام مختلف العناصر الإلكترونية وإجراء القياسات المناسبة لتحقيق النتائج المطلوبة .

ولتحقيق الأهداف الموضوعية الآتية : -

١ - إكساب المتدرب المهارة إلىدوية الضرورية اللازمة لفك و تركيب العناصر الإلكترونية وكيفية التعامل مع هذه العناصر .

٢ - الاستخدام الصحيح و الأمثل لأجهزة القياس وكيفية توصيلها في الدائرة لعمل القياسات المطلوبة .

٣ - تحقيق (إثبات) معلومة أو حقيقة علمية سبق دراستها نظريا والمساعدة في استنتاج أسباب الأعطال وكيفية التغلب عليها .

٤ - مشاهدة خواص العناصر الإلكترونية وتأثير العوامل والمعاملات على أداء هذه العناصر .

ولتحقيق هذه الأهداف وأقصى استفادة عملية مرجوة من هذا الكتاب راعيت الآتي :

١ - أن يكون ترتيب الوحدات متسلسلا بما يخدم الأهداف العملية ،ولعمل ترابط بين الوحدات تم تجميع الدوائر العملية المتشابهة في نفس الوحدة بما يتيح للمتدرب عمل مقارنة بين هذه الدوائر بعد
تنفيذ الدوائر مباشرة .

٢ - أن تبدأ كل وحدة بالمصطلحات الفنية المستخدمة في هذه الوحدة مع شرح معنى هذه المصطلحات .

٣ - ألا تكون القياسات عشوائية ولكن لتحقيق هدف أو معلومة عملية أو نظرية سبق دراستها أو لإظهار عمل العناصر في الدائرة ودراسة تأثير معاملات العناصر في عمل الدائرة مع مراعاة أن يستنتج المتدرب المعلومة بعد إجراء القياس عن طريق السؤال .

٤ - أن تشمل كل وحدة على ملخص يُذَكّر المتدرب بأهم النقاط العملية في هذه الوحدة .

٥ - أن تنتهي الوحدة بتطبيق عملي يمكن للمتدرب تنفيذه بسهولة في المنزل والاستفادة منه لتنمية مهاراته وإشباعا لهوايته وتحفيزه لحب هذا المجال وتشجيعه لاقتناء عدة العمل الخاصة به .

٦ - أن تكون التطبيقات المحلولة وأسئلة التقييم في نهاية كل وحدة عملية بقدر الإمكان .

والكتاب يتكون من عشر وحدات . تسع منها تحتوي على تطبيقات لدوائر عملية تغطي معظم العناصر الإلكترونية الأساسية التي سبق للمتدرب دراستها . مثل المقاومات – المكثفات –
الملفات – المحولات – المحركات – الثنائيات – الترانزستورات – والدوائر المتكاملة . وكذلك تحتوي على تطبيقين لعنصرين هامين لم يسبق للمتدرب دراستهما هما الثايرستور SCR الترياك .

ووجدت أنه من المناسب أن يبدأ هذا المقرر بمراجعة أساسية تحتوي على جداول بوحدات ورموز الكميات الأساسية الشائعة الاستخدام في مجال الإلكترونيات ورموز العناصر الإلكترونية من الشائعة الاستخدام وكذلك الأشكال العلمية المختلفة لهذه العناصر مع ذكر الاستخدام العام لكل عنصر . وهذه الوحدة تمثل مرجعاً للمتدرب لا غنى عنه وفضلت أن يبدأ الكتاب بهذه الوحدة بدلا من وضعها كملحق في نهايته حتى لا تفقد الغرض منها .

والوحدة الثانية تحتوي علىخطوات وإجراءات تحويل الدوائر الإلكترونية إلى دوائر عملية وهذه الوحدة تحتوي على الكثير من الإرشادات العملية والاحتياطات الوقائية الواجب مراعاتها عند تنفيذ الدوائر العملية لتلاشي الكثير من المشاكل والأخطاء التي قد تنتج .

والوحدة الثالثة تحتوي على تطبيقين الأول دوائر مقاومات توالي وتوازي والثاني تطبيق لاستخدام الترانزستور للعمل كمفتاح إلكتروني مع مقاومة ضوئية .

والوحدة الرابعة تحتوي على تطبيقات لمصادر القدرة غير المنظمة والمنظمة بأساليب مختلفة. ولا يخفى عليك أهمية هذه المصادر والتي لا يخلو منها أي جهاز الكتروني .

والوحدة الخامسة تحتوي على نوعين مختلفين من دوائر التكبير . الأول مكبر إشارة صغيرة باستخدام الربط بمقاومة ومكثف والثاني مكبر قدرة دفع وجذب . وهذه الوحدة تطبيق لاستخدام الترانزستور كمكبر إلكتروني .

والوحدة السادسة تحتوي على مذبذبات لتوليد موجة جيبية ومربعة ومثلثة .

والوحدة السابعة تطبيق لدائرة تعديل اتساع ودائرة تعديل تردد ودائرتي كشف . وكما تعلم فإن دوائر المذبذبات والتعديل والكشف هي مراحل أساسية في جميع أجهزة الاتصالات .

والوحدة الثامنة دائرة تحكم في سرعة محرك تيار مستمر وهي تطبيق لاستخدام الموحد السيلكوني المحكوم للتحكم في القدرة .

والوحدة التاسعة . تحكم في شدة إضاءة اللمبة أي التحكم في حمل يعمل بتيار متردد وهي تطبيق لاستخدام كلٍ من الترياك والدياك . ولقد راعيت أعطاء تمهيد نظري لكل من الثايرستور والترياك لأن المتدرب لم يسبق له دراستهما .

والوحدة العاشرة . هي تجميع لنظام معالج دقيق أو ما يعرف بنظام الميكروكمبيوتر وهي تطبيق شامل للمتدرب وتدريب له على كيفية قراءة وتنفيذ الإجراءات والتعليمات اللازمة لضبط الأجهزة الحديثة .

ومن الواضح أن الدوائر الإلكترونية في هذا المقرر قد غطت تطبيقاتها معظم العناصر الإلكترونية الشائعة الاستخدام.

وفي الختام نسأل الله أن يستفيد أبناؤنا المتدربون من محتويات هذا الكتاب وأن يكون أحد الأسباب في إثراء الجانب العملي لهم وأن يحتفظوا به بعد تخرجهم للاستفادة منه . ونسأل الله أن يكون الكتاب قد حقق الأهداف المنشودة منه وهو سبحانه ولي التوفيق .

(وما أوتيتم من العلم إلا قليلا).

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

ورشه إلكترونية (١)

مراجعة أساسية

الجدارة المراد تحقيقها : - أن يعرف المتدرب وحدات قياس الكميات الكهربية وكذلك الرموز والأشكال العملية للعناصر الإلكترونية والكهربية التي سيتعامل معها في الدوائر والأجهزة الإلكترونية.

الأهداف: - بعد الانتهاء من هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

١- التحويل بين الوحدات المختلفة وكيفية التغيير عن الكمية بوحدة القياس المناسبة .

٢- ذكر الوحدات العملية للكميات الكهربية التي يستخدمها في عمله..

٣- معرفة المرموز والأشكال العملية للعناصر الكهربية والإلكترونية وذكر الاستخدام العام لها.

مستوى الأداء المطلوب: - إتقان هذه الجدارة بنبسه ١١٠٪.

الوقت المقرر: - ٩ ساعات.

متطلبات الجدارة: - معرفة أساسيات الكهرباء والإلكترونيات .

الوسائل المساعدة:

١ - الاستعانة بالعناصر والأجهزة الموجودة في الورشة.

٢ - دوائر عملية تم تنفيذها سابقا .

٣ - مطبوعات لدوائر إلكترونية نظرية وعملية .

مقدمة : -

كما أن لكل لغة رموز وأبجديات معينة يجب أن يعرفها كل من يريد أن يتحدث أو يقرأ أو يكتب بهذه اللغة وكذلك فإن كل من يعمل في مجال علم الالكترونيات عليه أن يعرف جيدا الأبجديات الأساسية لهذا المجال .

والأبجديات الأساسية للتعامل مع الدوائر والعناصر الالكترونية هي المعرفة الجيدة بالكميات الكهربية الأساسية ورموزها ووحدات القياس المناسبة ، وكذلك يجب المعرفة التامة برموز العناصر الالكترونية وأشكالها العملية المختلفة حيث أن جميع الدوائر العملية والتطبيقات ترسم وتدَّرس باستخدام هذه الرموز. ولكي تكون قادرا على قراءة الدائرة الالكترونية العملية أو النظرية يجب أن تعرف أسماء الرموز التي تتكون منها الدائرة و معرفة وظيفة كل عنصر في الدائرة ليسهل عليك معرفة عمل الدائرة ومن ثم تتبع الإشارة في الدائرة وهذا يساعد في اكتشاف وتحديد أسباب العطل .

وبما أن مقرر الورشة الالكترونية (١) يعتمد أساسا على استخدام العناصر الالكترونية في تنفيذ دوائر عملية وعمل القياسات المناسبة عليها فسوف نبدأ هذا الكتاب بمراجعة أساسية تذكرك بأهم النقاط الأساسية التي ستحتاجها في دراستك أو في عملك وهذه المراجعة هي جزء أساسي من هذا المقرر .

و هذه الوحدة تحتوي على جداول بأهم الكميات ووحدات القياس المستخدمة في مجال دراستك وعملك و جداول بالوحدات وأجزاء الوحدات التي تستخدم في الحياة العملية. وهذه الوحدة تحتوي أيضا على الرموز والأشكال العملية لأهم العناصر الكهربية والالكترونية مع ذكر الاستخدام العام للعنصر

عزيزي المتدرب إن هذه الوحدة بمثابة قاموس لك يمكنك الرجوع إليه عند الحاجة. والمعلومات التي تحتويها هذه الوحدة هي القاعدة الأساسية التي سيبنى عليها عملك عند تنفيذ أو إصلاح الدوائر الالكترونية ولذا عليك أن تولي هذه الوحدة اهتماما خاصا .

١ -١ مضاعفات وأجزاء (كسور) الوحدات

في معظم الأحيان لا نستخدم وحدة القياس الأساسية للتعبير عن الكمية الكهربية كالفاراد للتعبير عن سعة المكثف أو الأوم للتعبير عن قيمة المقاومة وكذلك الحال بالنسبة لبقية الكميات الكهربية فعملياً قد تكون الكمية المراد قياسها أو حسابها كبيرة جدا وتصبح عدة آلاف أو عدة ملايين من الوحدة الأساسية فعندئذ يكون المناسب التعبير عن هذه الكمية برموز خاصة تعبر عن مضاعفات الوحدة الأساسية (وحدات أكبر) أو قد تكون وحدة القياس الأساسية صغيرة جدا وعندئذ يكون من المناسب أن نعبر عنها بوحدات قياس تدل على صغر القيمة .

وعلى سبيل المثال عند التعبير عن التردد العالى نعبر عنه بوحدات الكيلوهرتز أو الميجاهرتز بدلا من الهرتز فقط. والعكس فقد تكون بعض الكميات صغيرة جدا مثل سعة المكثف بحيث تكون أجزاء من الألف أو من المليون من الوحدة القياسية الأساسية فعندئذ يكون من المناسب التعبير عن هذه الوحدة برموز مناسبة مثل الميكروفاراد أو النانوفاراد.

ولذلك ستجد عمليا أن وحدات القياس الأساسية (أوم – أمبير – فولت – هرتز – فاراد.....) تكون مسبوقة ببادئة عبارة عن رمز مختصر مثل M أو K أو μ يكتب قبل الوحدة الأساسية و هذه الرموز المختصرة تحقق عدة فوائد للمتخصص فمنها يعرف هل الكمية كبيرة أو صغيرة وكذلك فهي تسهل عليه نطق القيمة وتختصر كتابة الوحدة .

❖ مثال توضيحي:

أيهما أفضل لك كتابةً ونطقا أن نقول جهاز تردده 5000,000,000 هرتز (تنطق خمسة آلاف مليون) أم تكتب وتنطق نفس القيمة 5GHz (خمسة جيجا هرتز) .

واضح أن كتابة ونطق 5GHz أسهل وأكثر عملية ويستدل من رمز الجيجا على أن مقدار التردد كبير جدا.

والجدول (١ -١) جدول بمضاعفات الوحدات الأكبر الأكثر استخداما حيث تستخدم هذه الوحدات مع الكميات الكبيرة

معامل الضرب	الرمز والبادئة	المضاعف
10^3	K	الكيلو Killo
10^6	M	ميجا Mega
10^9	G	جيجا Giga
10	T	تيرا Tera

الجدول

الجدول (١ -٢) جدول بأجزاء الوحدات حيث تستخدم عندما تكون الكمية صغيرة .

المضاعف	الرمز والبادئة	معامل الضرب
مللى milli	m	10^{-3}
ميكرو micro	μ	10^{-6}
نانو nano	n	10^{-9}
بيكو Pico	P	10^{-12}
فيمتو Femto	f	10^{-15}

الجدول

❖ **ملحوظة :** لاحظ أن رموز الوحدات الأكبر يعبر عنها بحروف إنجليزية كبيرة Capital بينما رموز الوحدات الأصغر يعبر عنها بحرف صغير Small .

الجدول (١ -٣) يوضح وحدات ورموز الكميات الأكثر استخداما بالنسبة لك .

الكمية (عربي)	الرمز	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
١- الجهد الكهربي Voltage, potential	V E	الفولت Volt	V
٢- التيار الكهربي Electrical current	I	الأمبير Ampere	A
٣- المقاومة الكهربية Electrical resistance	R	الأوم Ohm	Ω
٤- السعة الكهربية Capacitance	C	فاراد Farad	F
٥- الحث Induction	L	هنرى Henry	H
٦- القدرة الكهربية Power	P	الوات Watt	W
٧- التردد Frequency	F	هرتز Hertz	Hz
٨- الزمن الدوري Period Time	T	ثانية Second	Sec

الجدول

تمرين محلول: عبر عن قيم العناصر الآتية بوحدات القياس العملية المناسبة .

١ - مكثف سعته	C=0.00001 F	٣ - جهد قيمته	V=11000V
٢ - مقاومة قيمها	R=1000000 Ω	٤ - تيار شدته	I=0.004A□

الحل : -

C=0.00001 F= 10μF

V=11000V=11KV

R=1000000 Ω = 1M Ω

I=0.004A= 4mA

١ -٢ الرموز والأشكال العملية ووظائف العناصر الالكترونية

كما تعلم أن جميع الدوائر الالكترونية عملية أو نظرية ترُسم وتدَّرس باستخدام رموز العناصر الكهربية والالكترونية المتعارف عليها عالمياً. وعمليا فإن العنصر الواحد يمكن أن يتواجد ويصنع في أكثر من شكل عملي ولكن يظل رمز هذا العنصر واحداً مثل أشكال المقاومات العملية المختلفة.

والرموز العملية للعناصر الكهربية والالكترونية هي رموز متفق عليها عالميا وقد يدل رمز العنصر على عدد أطرافه ولكن شكل الرمز يختلف نهائيا عن الشكل الطبيعي المصنع فيه هذا العنصر. وعلى الفني أن يعرف جيدا هذه الرموز والأشكال العملية للعناصر التي سيتعامل معها وكذلك وظيفة كل عنصر في الدائرة.

ويمكن تقسيم العناصر التي تستخدمها في مجال الالكترونيات وظيفيا إلى مجموعتين:

أ - عناصر غير فعالة Reactive Elements

وهي العناصر التي لا تتغير مقاومتها أو ممانعتها بتطبيق إشارة تيار ثابت السعة وهي .

١ - المقاومات Resistors

٢ - المكثفات Capacitors

٣ - الملفات والمحولات Transformers الأحمال الحثية مثل المحركات – المرحلات

ب - عناصر فعالة Active Elements:

تتغير مقاومتها أو ممانعتها بتطبيق إشارة تيار متغير عليها وتحتاج لجهود وتغذية (Biasing) وهذه العناصر يمكن أن تكبر أو تقوم الإشارة المترددة مثل :

١- الصمامات Valves

٢- الثنائيات Diodes

٣- الترانزيستور Transistors

٤- الثايرستور والترياك SCR & Triacs

٥- الدوائر المتكاملة Integrated Circuits

١ -٢ -١ العناصر غير الفعالة

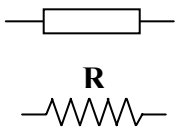
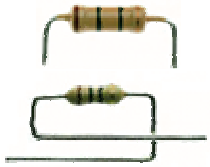
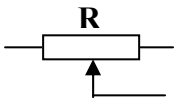
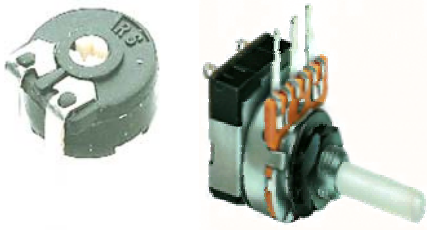
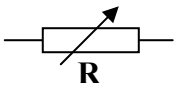
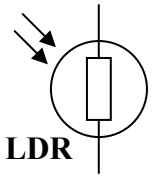
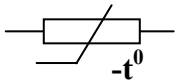
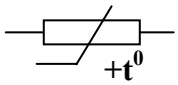
١ -٢ -١ -١ المقاومات Resistors

١ - يرمز لها بالحرف R

٢ - وحدة القياس الأساسية الأوم Ω

٣ - الوظيفة: محدد تيار – مجزئ (مقسم) جهد – التحكم في التيار أو الجهد(volume)

والجدول (١ -٤) يوضح الرموز والأشكال العملية للمقاومات المختلفة .

نوع المقاومة	الرمز	الشكل العملي
مقاومة ثابتة Fixed Resistor		
مجزئ جهد Potentiometer		
مقاومة متغيرة Variable Resistor		
مقاومة ضوئية LDR		
مقاومة حرارية سالبة NTC		
مجزئ حرارية موجبة PTC		

الجدول

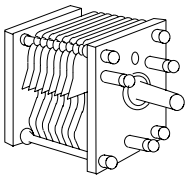
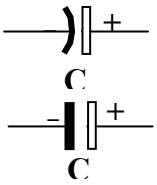
١ -٢ -١ -٢ المكثفات Capacitors

١ - الرمز المختصر حرف C

٢ - وحدة القياس الأساسية الفاراد F

٣ - الوظيفة: تخزين الشحنة الكهربية تستخدم في دوائر الترشيح – المذبذبات – المكبرات – التوليف وفي الربط بين المراحل.

والجدول (١ -٥) يوضح الرمز والشكل العملي للمكثفات .

نوع المكثف	الرمز	الشكل العملي
مكثف ثابت Fixed Capacitor		
مكثف متغير Variable Capacitor		
مكثف كيميائي Electrolytic Capacitor		

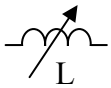
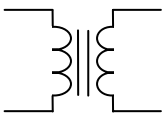
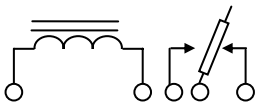
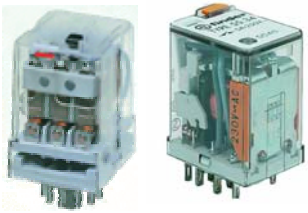
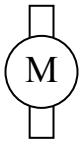
الجدول (١ -٦)

١ -٢ -١ -٣ - الملفات والمحولات والأحمال الحثية

Coil & Transformers and Inductive Loads

- رمز الملف المختصر L
- رمز المحول المختصر T
- وحدة قياس حث الملف الهينرى H
- الوظيفة العامة للملفات: توليد الفيض الكهرومغناطيسي وتستخدم في دوائر الترشيح – المذبذبات التوليف – المكبرات
- وظيفة المحولات: خفض أو رفع الجهد – الربط بين المراحل - موافقة الممانعة Matching
- وظيفة المرحل مفتاح ميكانيكي يعمل بالمجال الكهرومغناطيسي
- وظيفة المحرك تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حركية

والجدول (١ -٦) يوضح الرموز والأشكال العملية لهذه العناصر .

اسم العنصر	الرمز	الشكل العملي
ملف ثابت Fixed coil		
ملف متغير Variable Coil		
محول Transformer		
مرحل Relay		
محرك Motor		

الجدول

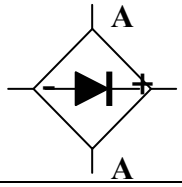
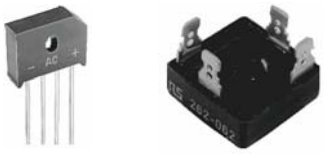
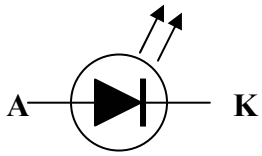
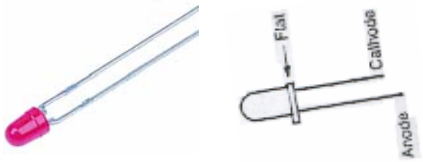
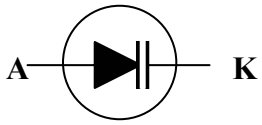
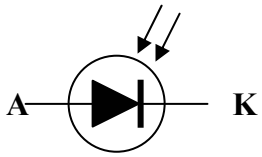
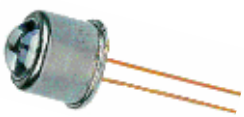
١ -٢ -٢ العناصر الفعالة Active Elements

١ -٢ -٢ -١ الثنائيات Diodes

عناصر إلكترونية ذات طرفان

- الوظيفة العامة لها تمرر التيار في اتجاه واحد ويوجد عدة أنواع لكل نوع استخدامه الخاص.

والجدول (١ -٧) يوضح الرموز والأشكال العملية المختلفة للثنائيات .

اسم العنصر واستخدامه	الرمز	الشكل العملي
دايود Diode - في دوائر التقويم والكشف		
قنطرة توحيد بأربعة موحدات Rectifier Bridge		
دايود زينر Zener Diode منظم جهد		
دايود مشع للضوء LED لمبة بيان – وحدة إظهار		
دايود متغير السعة Varactor		
دايود ضوئي (دايود حساس للضوء) مفتاح يعمل بالضوء		

الجدول

❖ ملحوظات:

(١) دايود الزينر والدايود الضوئي يوصلان في انحياز عكسي.

(٢) قنطرة التقويم تتكون من أربعة ثنائيات مصنعة في غلاف واحد .

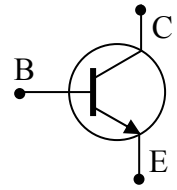
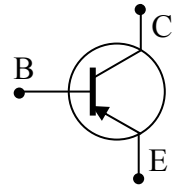
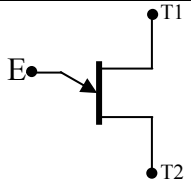
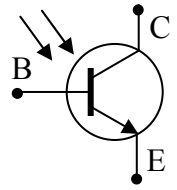
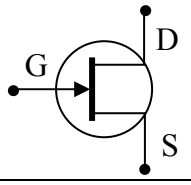
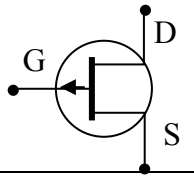
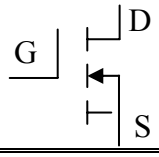
١ -٢ -٢ -٢ الترانزستورات Transistors

- عناصر الكترونية فعالة ذات ثلاث أطراف يوجد نوعان أساسيان

١ - ترانزستورات ثنائية القطبية .Bipolar tr ٢ - ترانزستورات تأثير المجال FET

❖ الوظيفة العامة مكبرات جهد أو تيار أو قدرة – مفاتيح الكترونية سريعة Electronic Switches

الجدول (١ -٨) يوضح الرموز والأشكال العملية للترانزستورات المختلفة

اسم العنصر	الرمز	الشكل العملي
ترانزستور ثنائي الوصلة NPN(Transistor)		
ترانزستور ثنائي الوصلة PNP		
ترانزستور أحادي الوصلة P-type (UJT)		
ترانزستور ضوئي Photo Transistor NPN		
ترانزستور JFET ذو التأثير المجالي N-Channel (FET)		
ترانزستور ذو التأثير المجالي P-Channel		
ترانزستور تأثير المجال ذو البوابة المعزولة MOSFET		

الجدول

١ -٢ -٢ -٣ الثايرستور و الترياك SCR & Triacs

١ - أطراف الثايرستور مصعد – مهبط – بوابة A, K, G

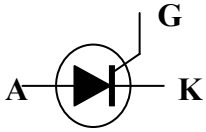
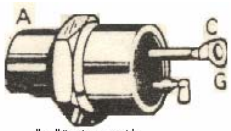
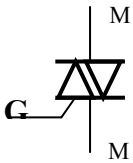
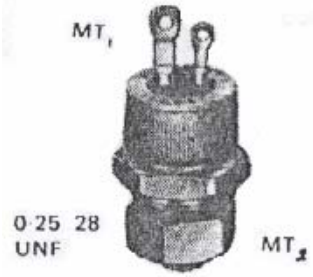
٢ - أطراف الترياك طرف ١ - طرف ٢ - بوابة T_1, T_2, G

٣ - وظيفة الثايرستور SCR إمرار التيار في اتجاه واحد مع إمكانية التحكم في التيار (مفتاح الكتروني محكوم).

٤ - وظيفة الترياك إمرار التيار في اتجاهين مع إمكانية التحكم في التيار (مفتاح الكتروني محكوم)

ويستخدم كل من الثايرستور والترياك كمفاتيح الكترونية ذات كفاءة وسرعة عالية في دوائر التحكم – ومصادر القدرة .

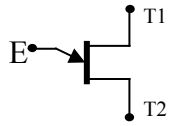
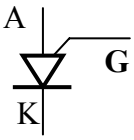
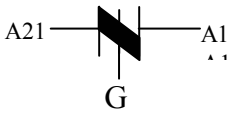
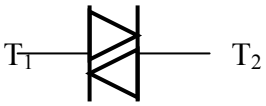
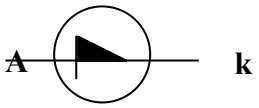
والجدول (١ -٩) يوضح الرموز والأشكال العملية المختلفة لكل من الثايرستور والترياك .

اسم العنصر	الرمز	الشكل العملي
ثايرستور SCR		  ثايرستورات القدرة المتوسطة والعالية
ترياك Triac		 

الجدول

١ -٢ -٢ -٤ رموز العناصر الالكترونية المستخدمة في قدح كل من SCR والترياك

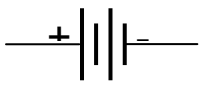
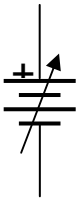
و الجدول (١ -١٠) يوضح رموز العناصر الإلكترونية المستخدمة لقدح Trigger كل من الثايرستور والترياك وهذه العناصر تعمل كمفاتيح إلكترونية .

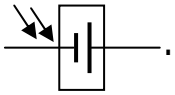
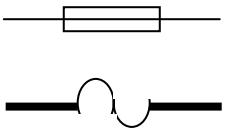
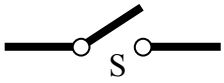
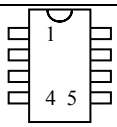
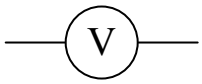
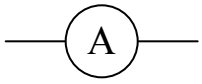
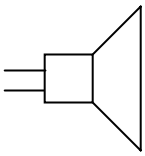
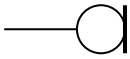
اسم العنصر	الرمز
ترانزستور أحادي الوصلة UJI (يستخدم كمذبذب تراخي)	
ترانزستور أحادي الوصلة القابل للبرمجة PUT Programmable Injunction Transistor	
مفتاح السيلكون الثنائي ذو الجانبين SBS Silicon Unilateral Switch	
الدياك DiAC	
الثنائي ذو الأربع طبقات Four-Layer Diode	

الجدول

١ -٢ -٣ متنوعات Miscellaneous

الجدول (١ -١١) يوضح الرموز العملية وبعض الأشكال العملية لمتنوعات مختلفة مثل مصادر القدرة والمنصهرات وأجهزة القياس .

اسم العنصر	الرمز	الشكل العملي
بطارية Battery		
مصدر قدرة مستمر Power Supply		

اسم العنصر	الرمز	الشكل العملي
خلية شمسية Solar Cell		
منصهر Fuse		
مفتاح Switch		
الدوائر المتكاملة IC Integrated Circuit		
فولتميتر Voltmeter		
أمبيرو ميتر Ampere-meter		
سماعة Loud Speaker		
ميكرفون Microphone		

الجدول

أسئلة تقييم

(١) أكمل الفراغ بالكلمة المناسبة :

١- تقاس شدة التيار الكهربي بوحدة ..... ورمزها ..... ويقاس الجهد بوحدة ..... ورمزه .....

٢- السخان الكهربي في منزلك قدرته..... 1200

٣- تردد التيار الكهربي في المملكة العربية السعودية .....

٤- تقاس سعة المكثف بوحدة ..... ويقاس الحث الكهربي بوحدة .....

(٢) اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس:

١ - تردد الخط التجاري الذي توزعه شركة سكيكو على المستهلكين يساوي ٦٠(هرتز – ثانية) وجهد الخط ١١٠ أو ٢٢٠ (فولت V– أمبير A – وات W)

٢ - استبدلت مقاومة قيمتها 50K (Ω - F – Hz) وقدرتها 0.5 (A-W) بمقاومة أخرى مناسبة.

٣ - لقياس التيار نستخدم جهاز (أوميتر – أمبيروميتر) ويوصل الجهاز (توالي / توازي)

(٣) عبر عن القيم الآتية بوحدة القياس العملية المناسبة كما في المثال السابق المحلول :

1- V= 11000 V 3- F= $6.5 * 10^6$ Hz 5- C= 0.00000001 F 7- I_1 = 0.001A

2- C= $5 * 10^{-9}$ F 4- P= 1200 W 6- R= 5000000 Ω

(٤) أيهما أكبر تيار شدته 0.1A أو تيار شدته 500mA

.....

- أيهما أكثر استهلاكا للقدرة مدفأة قدرتها 2KW أم مدفأة قدرتها 1500W؟

.....

(٥) أجرى العمليات الحسابية الآتية مع كتابة وحدة القياس

1- I = 50 mA + 20 μA = ……..

2- V = 0.8v + 0.6V = ……

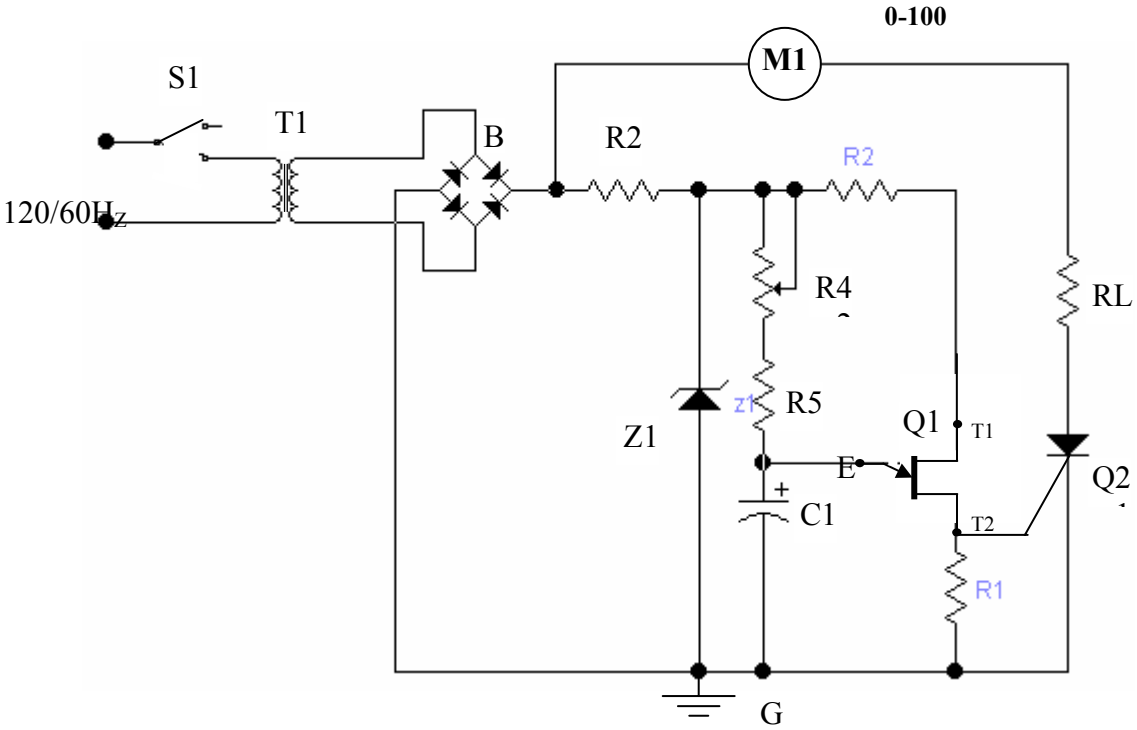
3- C = 10 μF + 70 *nf* = ……

4- R= 2.2K Ω + 5MΩ = ……

(٦) ارسم رموز العناصر الآتية:

١ - مكثف كيميائي
٢ - مقاومة متغيرة
٣ - ترانزستور PNP
٤ - الترياك Triac
٥ - الدياك DIAC
٦ - الميكرفون
٧ - ثنائي ضوئي
٨ - ترانزستور JFET بوابة N

الشكل (١ -١) الآتي دائرة عملية



الشكل (١ -

أكتب أسماء العناصر في الدائرة ووظيفة كل عنصر

الرمز	اسم العنصر	الوظيفة
S1		
B		
Z_1		
R_4		
R_3		
C_1		
Q_1		
Q_2		
M_1		
G		

نماذج تقييم الأداء

١ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب

[يعبأ من قبل المتدرب]

تعليمات

بعد الانتهاء من وحدة المراجعة الأساسية قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) في الخانة الخاصة بذلك .

العناصر	هل أتقنت الوحدة			
	غير	لا	جزئيا	كليا
١ - معرفة الشكل العملي للعناصر عن طريق الرمز				
٢ - التعرف على رموز العناصر من الشكل العملي				
٣ - التحويل بين الوحدات واستخدام وحدة القياس المناسبة				
٤ - تميز الكميات الكهربية بالوحدات المناسبة				

النتيجة : إذا كانت الإجابة لا أو جزئيا أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب

٢ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

[يعبأ عن طريق المدرب]

اسم المتدرب :.....	التاريخ : / /
رقم المتدرب رقم المحاولة : ١ : ٢ : ٣	
العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠٪ بين مجموع النقاط . الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط	

بنود التقييم	الدرجة النهائية	درجة التقييم
١ - معرفة الشكل العملي للعناصر عن طريق الرمز	٢٥	
٢ - التعرف على رموز العناصر من الشكل العملي	٢٥	
٣ - التحويل بين الوحدات واستخدام وحدة القياس المناسبة	٢٠	
٤ - تميز الكميات الكهربية بالوحدات المناسبة	٢٠	
٥ - ترتيب مكان العمل	١٠	
المجموع	١٠٠	

ملحوظات .....

توقيع المدرب .....

ملحوظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ورشة إلكترونية (١)

المراحل الأساسية لتنفيذ الدوائر الكترونية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة المراد تحقيقها : إكساب المتدرب مهارة تصميم وتخطيط وتنفيذ الدوائر الإلكترونية العملية .

الأهداف : بعد الانتهاء من هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

١ - تحويل الدائرة الإلكترونية النظرية إلى دائرة إلكترونية عملية.

٢ - مراعاة القواعد والاحتياطات العملية الواجبة عند تجهيز أو تركيب أو فك العناصر الإلكترونية.

٣ - تفادي الأخطاء عند التصميم وقبل وأثناء تركيب العناصر الإلكترونية .

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى نسبة إتقان لا تقل عن ١٠٥٪ لهذه الجدارة .

الوقت المتوقع للتدريب : ١٨حصة

الوسائل المساعدة :

١ - الأشكال العملية للعناصر الموجودة في الورشة .

٢ - الاستعانة بدوائر عملية سبق تنفيذها ودوائر عملية من الأجهزة .

٣ - عدة لحام كاملة – أدوات رسم وأقلام تحبير .

متطلبات الجدارة :

١ - إتقان المتدرب استخدام أدوات الرسم والتحبير

٢ - المعرفة التامة لرموز العناصر الإلكترونية والشكل العملي لها.

٣ - إتقان الجدارة التامة في الوحدة الأولى.

مقدمة : -

يعتمد العمل في جميع وحدات هذا المقرر على تحويل الدوائر الإلكترونية النظرية إلى دوائر عملية على لوحات مطبوعة Printed Board.

واللوحة المطبوعة عبارة عن مادة معزولة يوجد على أحد وجهيها طبقة رقيقة من النحاس حيث يتم تخطيط الدائرة على هذا الوجه وعمل التوصيلات المطلوبة بين العناصر حسب الدائرة النظرية المطلوب تنفيذها ثم تثبت العناصر على الوجه الآخر .ويتم لحامها مع التوصيلات النحاسية.

ويوجد لوحات مطبوعة ذات توصيلات على كلا الوجهين وتستخدم هذه اللوحات في تنفيذ الدوائر الإلكترونية التي تحتوي على الكثير من العناصر والتوصيلات، وفي هذه الوحدة ستتعلم خطوات تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية.

ولكي تكون فنيا متميزا وحتى تتفادى الكثير من الأخطاء والمشاكل التي قد تحدث عند تنفيذ الدائرة العملية والتي قد تؤدي إلى إتلاف الدائرة يوجد نقاط وقواعد أساسية عليك مراعاتها وأتباعها بدقة قبل وأثناء وبعد تنفيذ الدوائر الإلكترونية العملية.

ولا يخفي عليك أنك تعمل في مجال دقيق جدا يحتاج إلى مهارات خاصة ودقة في أداء العمل . و هذه المهارات هي مهارات مكتسبة ليست صعبة و من السهل تعلمها وتنميتها بإتباعك الإرشادات والقواعد الأساسية و الإحتياطات المذكورة في هذه الوحدة أو التي سيذكرها لك المدرب وتذكر دائما أنك تعمل في مجال دقيق للغاية وأن الإهمال الصغير قد يسبب خطراً جسيما وتذكر قول الرسول صلى الله عليه وسلم " أن الله يحب إذا عمل أحدنا عملا أن يتقنه.

٢ -١ القواعد الأساسية الواجب مراعاتها عند تصميم الدائرة العملية

قبل تصميم الدائرة العملية يجب مراعاة الآتي:

١- يجب أن يوزع على المتدرب العناصر (المكونات) الالكترونية للدائرة المطلوب تنفيذها عمليا ليكون لديه المعلومات الكاملة عن مواصفات هذه العناصر من حيث معرفة الأطراف والحجم وعند عدم معرفة أطراف العناصر القطبية يمكن الاستعانة بجداول البيانات لتحديد أطراف هذه العناصر.

٢- يجب مراعاة الحيز الذي يشغله كل عنصر وتقدير مكانه بدقة وعلى سبيل المثال فالمكان الذي سيشغله محول يختلف عنه المكان الذي سيشغله ترانزستور.

٣- يراعى ألا تكون المكونات متلاصقة مع بعضها ليسهل عليك التعامل معها أثناء عملية التركيب أو الاستبدال ولتوفير قدر من التهوية .

٤- بعض المكونات تحتاج لدرجة من التهوية مثل المقاومات الحرارية أو السلكية وبعض العناصر ستحتاج لمشتت حراري heat sink مثل ترانزستورات القدرة ومنظمات الجهد فيجب مراعاة ذلك عند التصميم .

٥- يراعى ترك مسافة كافية بين الخطوط النحاسية حتى لا ينتج سعات شاردة stray وخصوصا عند الترددات العالية.

٦- العناصر كبيرة الحجم مثل المحولات والملفات وبعض أنواع الثايرستورات والموحدات تحتاج لمسامير لتثبيتها لذلك يجب مراعاة ذلك وترك المسافة المناسبة وعمل ثقوب التثبيت في المكان المناسب.

٧- يجب مراعاة عرض خط التوصيل وخصوصا مع دوائر القدرة ليتناسب عرض الخط مع شدة التيار المار فيه فمثلا الخط الذي يمر فيه تيار قدرة 5A يجب أن يكون أسمك من الخط الذي يمر فيه 0.5A ويوجد جداول تحدد العلاقة بين سمك الخط وشدة التيار المار فيه .

٨- يجب مراعاة المسافة بين الخطوط بما يتناسب مع فرق الجهد بين الخطوط وخصوصا عند الجهود العالية حتى تتفادى حدوث شرارة كهربية ويوجد جداول لتحديد هذه المسافة.

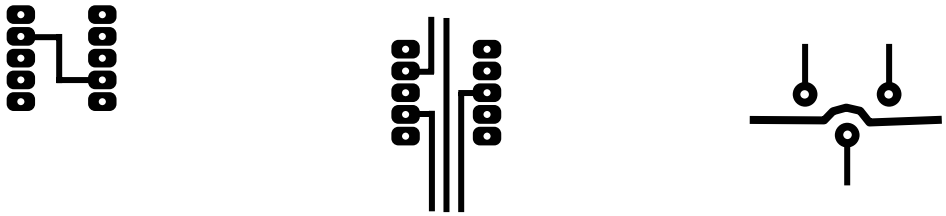
٩- يجب أن تُحدد بشكل واضح أطراف الدخل والخرج وأطراف تغذية الدائرة بالجهد ويفضل أن تكون عند حواف الدائرة ويجب أن نفصل بين الدخل والخرج بحيث يكون الدخل في جهة (إلى سار مثلا) والخرج في الجهة المقابلة.

١٠- يفضل وجود خط أرضي رئيس بمساحة كبيرة ويكون مميزا ويفضل توصيل جميع نقاط الأرضي في الدائرة بهذا الخط لسهولة عمل القياسات وتتبع الأخطاء.

١١- كلما كان التصميم أبسط وقريبا من الدائرة النظرية كان هذا أفضل لسهولة تتبع الإشارة وتتبع الخطأ في التوصيل إن وجد.

١٢- عند التصميم يراعى عدم وجود أي تقاطعات وعند عدم المقدرة على تفادي بعض التقاطعات يمكن التغلب على ذلك بعمل جسر من سلك موصل يثبت على اللوحة من جهة العناصر.

١٣- يجب مراعاة الدقة عند تمرير توصيلات وخطوط بين أطراف العناصر مثل تمرير خط بين أطراف ترانزستور حتى لا تحدث عملية تلامس انظر شكل (٢ -١)



الشكل (٢ -١)

٢ -٢ خطوات تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية

عند تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية يجب تطبيق هذه الخطوات وبنفس التسلسل

٢ -٢ -١ التصميم والتخطيط

لتفادي الأخطاء يجب اتباع هذه الخطوات عند التصميم

أ - التعرف على المكونات والعناصر الإلكترونية المستخدمة في الدائرة : -

يجب توزيع العناصر على المتدربين قبل البدأ في التخطيط لتحديد الحيز الذي سيشغله العنصر بدقة والمسافة بين أطراف العنصر وكذلك تحديد الأطراف إذا لم تكن معروفة إما بطريقة القياس أو باستخدام جداول البيانات.

ب - عمل تخطيط ابتدائي: -

١ - يفضل إحضار ورقة بيضاء لها نفس مقاس اللوحة المطبوعة ونبدأ من إلىسار بوضع العناصر الإلكترونية وبنفس ترتيب الدائرة النظرية تقريبا لتساعدنا على تخيل الشكل وباستخدام القلم الرصاص نحدد المساحة التي سيشغلها كل عنصر ورسم دوائر تمثل الثقوب التي سيركب فيها العنصر

٢ - يفضل تمثيل المكونات برموزها ويفضل كتابة وتحديد أطراف العناصر التي لها أقطاب مثل الترانزستورات والموحدات والمكثفات الكيميائية وأول طرف في الدائرة المتكاملة.

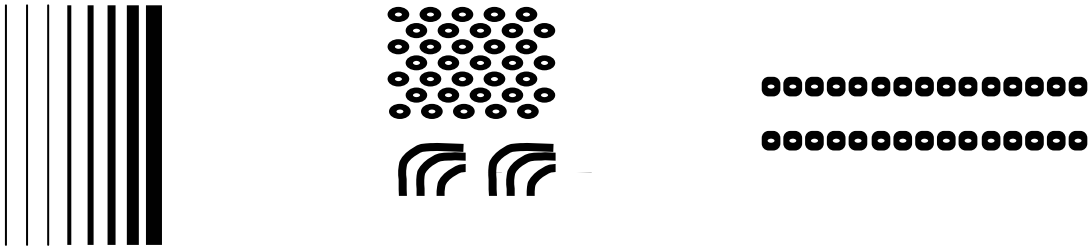
٣ - ترسم التوصيلات بين العناصر على الورقة طبقا للرسم النظري ويراعى عدم وجود تقاطعات وعند الضرورة يمكن تمرير خطوط توصيل بين أطراف العناصر إن وجدت مسافة كافية.

جـ - التخطيط النهائي: -

بعد مراجعة خطوط التوصيل ومطابقتها بالدائرة النظرية ومراعاة الأبعاد الحقيقية للعناصر والمسافات المناسبة بين الثقوب يتم رسم تخطيط نهائي ويفضل استخدام ورق شفاف حيث يسهل لك عند قلب الورقة رؤية شكل الدائرة المطبوعة التي ستُرسم على اللوحة من جهة النحاس.

٢ -٢ -٢ التحبير

بعد رسم الدائرة العملية يتم طبع التوصيلات المطلوبة على الوجه المغطى بالنحاس بواسطة حبر مقاوم للأحماض أو باستخدام أقلام تحبير خاصة، وعمليا يمكن الاستفادة من وسائل الرسم والأشكال المساعدة الجاهزة مثل الخطوط والوسائد كما في الشكل (٢ -٢) والمصنعة بأبعاد قياسية والتي تكون مفيدة وخصوصا في توصيلات الدوائر المتكاملة أو العناصر التي لها أبعاد ثابتة.



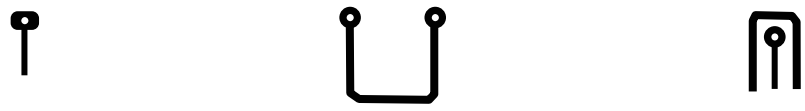
الشكل (٢ -٢)

وعند التحبير يجب مراعاة الآتي:

١- أن يكون مكان الثقب محاط بمساحة مناسبة من النحاس

٢- ألا يكون حواف و تعامد الخطوط بزوايا قائمة أنظر الشكل (٣ -٣)

٣- أن تكون طبقة الحبر جيدة حتى لا تتآكل التوصيلات



الشكل (٣ -٣)

٢ -٢ -٣ التحميض

بعد رسم التوصيلات على اللوحة من جهة النحاس بالحبر والأقلام الخاصة تغمس اللوحة في محلول كيميائي خاص (حامض الهيدروكلوريك) فتتآكل طبقة النحاس ما عدا الأجزاء المغطاة بالحبر والذي سيزال بعد ذلك ويمكن تسريع هذه العملية وذلك بتسخين الحامض (بوضعه في حمام ماء ساخن) أو بعمل تقليب مستمر للحامض.

٢ -٢ -٤ التثقيب

باستخدام المثقاب والبونطة المناسبة يتم عمل الثقوب في الأماكن المخصصة لتثبيت العناصر.

٢ -٢ -٥ تركيب العناصر وعملية التلحيم

لاشك أن تقنية اللحام الجيدة هي العامل الأكثر أهمية في عملية تركيب العناصر على الدائرة المطبوعة وذلك لضمان توصيل العناصر مع بعضها بطريقة صحيحة وقد يحدث الكثير من المشاكل العملية إذا تم إجراء اللحام بطريقة غير صحيحة وللدلالة على ذلك فإن نقطة لحام واحدة سيئة bad contact في أي دائرة الكترونية سينتج عنها عطل في الدائرة ولن تعطي الدائرة الخرج المطلوب. وكذلك فإن عدم مراعاة الشروط والاحتياطيات أثناء عملية اللحام قد يتسبب في إتلاف العنصر المراد تركيبه .

عزيزي المتدرب من السهل على أي شخص إمساك الكاوية وإجراء اللحام ولكن الذي يميزك كفني متخصص هو إتباعك الشروط الأساسية والخطوات الفنية في إجراء هذه العملية لتكون مميزا عن الأخرين حيث أن مهارة اللحام ليست مهارة عملية صعبة بل يمكن اكتسابها بسهولة بإتباعك القواعد والإجراءات الصحيحة عند ممارسة هذا العمل ، وقبل أن تمسك الكاوية وتجري أية عملية لحام عليك دائما أن تتذكر الشروط والخطوات والاحتياطات الآتية لتؤدي عملك بإتقان وتتفادى الكثير من المشاكل التي قد تنتج وتذكر الحكمة القائلة " أن مستعظم النار يأتي من مستصغر الشرر".

٢ -٢ -٥ -١ الشروط الأساسية الواجب مراعاتها عند إجراء اللحام:

١- استخدم الكاوية ذات الرأس المناسب والقدرة المناسبة (عادة نوصي باستخدام كاوية ذات رأس مدبب وقدرة ما بين 25W – 40W)
٢- تأكد من جودة القصدير المستخدم في اللحام .
٣- المحافظة على رأس الكاوية نظيفا دائما.
٤- يجب أن يكون سطح النقطة المراد لحامها نظيفا
٥- يجب تسخين منطقة اللحام بدرجة كافية لضمان انسياب وانصهار القصدير حول النقطة

٦- يجب أن يكون زمن التسخين مناسباً وقصيراً بقدر الإمكان.

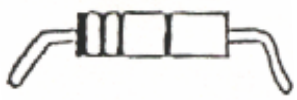
٧- توخى الحذر عند لحام النقاط المتجاورة لتجنب حدوث قصر Short بسبب تلاقي النقاط.

٨- عدم النفخ على رأس الكاوية وهو فوق نقطة اللحام.

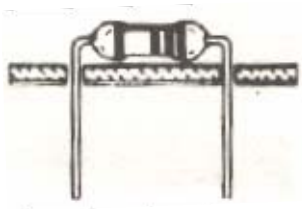
٢ -٢ -٥ -٢ خطوات تركيب ولحام العناصر

في خطوات التجميع[1] سيتم تركيب العناصر على السطح العلوي للوحة المطبوعة من جهة العازل إذا لم يتم الإشارة بعكس ذلك.

أ - قم بتجهيز أطراف العنصر المراد تلحيمه



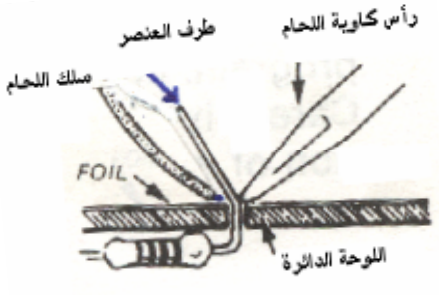
ب - إدخل أطراف العنصر في فتحات الثقوب المخصصة له



جـ - اثني أطراف العنصر تم أقلب اللوحة لتصبح التوصيلات لأعلى لإجراء اللحام.

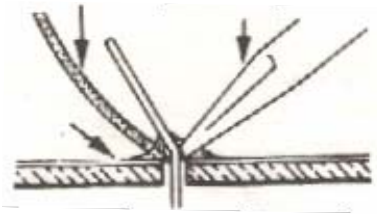
د - قم بتلحيم العنصر مباشرة متتبعا الخطوات الآتية

١ - ضع كمية قليلة من القصدير على رأس الكاوية – ثم ضع رأس الكاوية وسلك اللحام في نفس الوقت على النقطة المراد لحامها بحيث يكون طرف العنصر بين رأس الكاوية والقصدير.



(١) التجميع : عملية تركيب ولحام العناصر

٢ - انتظر حتى ينصهر اللحام وينتشر بالكمية المناسبة حول النقطة المراد لحامها



٣ - ابعد سلك اللحام ثم ارفع رأس الكاوية بحذر عن نقطة اللحام في حال رفع رأس الكاوية قبل القصدير سيلتصق سلك القصدير (اللحام) مع نقطة التلحيم.

٤ - اقطع الوصلات الزائدة من الأطراف باستخدام القصافة وبذلك تنهي عملية اللحام .

٢ -٢ -٥ -٣ التأكد من جودة نقطة اللحام :

١- إن نعومة ولمعان وانسياب نقطة اللحام دليل على جودتها وقوة اتصالها بالوسادة النحاسية

٢- إن التسخين غير الكافي ينتج نقاط لحام سيئة .

٣- وجود طبقة من مساعد اللحام بين طرف العنصر ونقطة اللحام يعمل كمادة عازلة وينتج هذا العيب عن خطأ في وضع سن الكاوية أو عدم الانتظار بها على نقطة اللحام حتى يتم تبخر المادة المساعدة للحام.

٤- لا تنفخ في نقطة اللحام حتى لا يتشقق سطح نقطة اللحام واتركها تتجمد تلقائيا.

٥- بعد أن تبرد نقطة اللحام تأكد من التصاقها جيدا بسطح اللوحة بتحريك طرف العنصر بلطف باستخدام ملقاط أو بيدك .

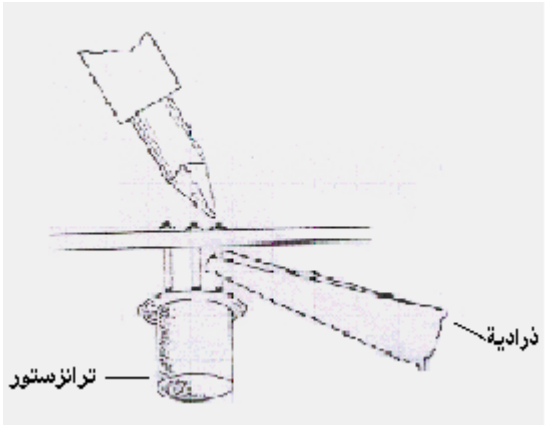
٦- يمكنك تصحيح نقاط اللحام السيئة بإعادة تسخين النقطة مرة ثانية مع استخدام كمية صغيرة إضافية من اللحام.

٢ -٣ احتياطات وتدابير وقائية

قبل وأثناء إجراء عملية تجميع العناصر على اللوحة المطبوعة عليك أن تتوخى الحذر لتفادي الكثير من الأعطال والمشاكل العرضية التي قد تنتج أثناء عملية التجميع والتي قد تسبب حدوث أضرار كبيرة في الدائرة لذا يجب الحذر ومراعاة النقاط الآتية:

١- قبل التركيب توخ الحذر عند تناول العناصر الالكترونية وكذلك عند تجهيز أطرافها للحام فقد تكسر الأطراف القصديرية للعنصر المراد تركيبه.

٢- بعض العناصر وخصوصا الحساسة لدرجة الحرارة مثل الترانزستورات والدوائر المتكاملة IC قد تتلف بسبب الحرارة الزائدة لذا يجب أن يكون زمن التسخين قصيرا بقدر الإمكان ويفضل تركيب هذه العناصر على قواعد مثل قواعد الدوائر المتكاملة أو عمل مسرب حراري بماسك أو زردية عند لحام أطراف هذه العناصر كما في الشكل (٣ -٤) .

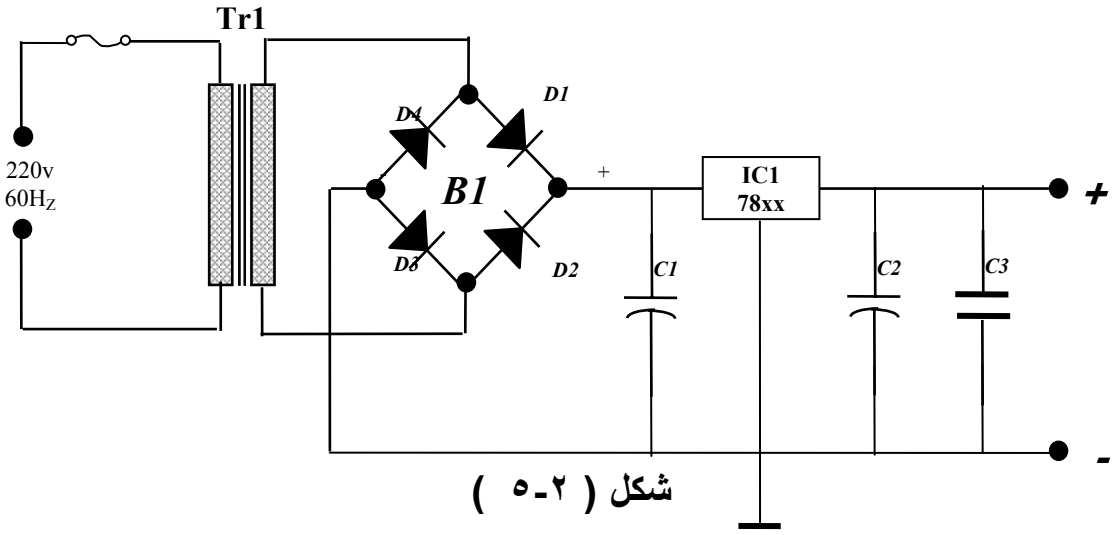


٣- احذر من حدوث قصر لحامي Solder Short بين نقاط اللحام المتجاورة أو الخطوط المتجاورة جدا بسبب استخدام كمية كبيرة من اللحام وقد يحدث هذا القصر عرضيا وبدون قصد أثناء سحب رأس الكاوية عبر الخطوط المعدنية فقد يسقط بعض القصدير المنصهر بين هذه الخطوط ويسبب قصر (Short).

٢ -٤ تطبيق عملي محلول

في الشكل (٢ -٥) دائرة مصدر قدرة منظم باستخدام دائرة متكاملة تعطي جهداً مستمراً ثابتاً 12V

- **المطلوب:** تحويل الدائرة النظرية في الشكل (٢ -٥) إلى دائرة عملية على لوحة نحاسيه ثم تنفيذ الدائرة.

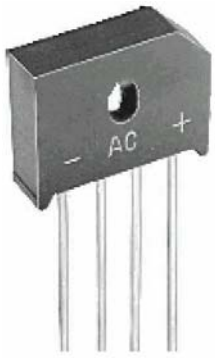


شكل (٢-٥)

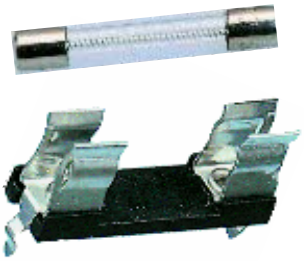
- **التصميم والتخطيط:**

أ - **التعرف على المكونات :** -

١ - المحول الخافض للجهد Tr_1 محول له طرفان للدخل وثلاثة أطراف خرج(220V/12V) وبتيار خرج مقداره (1A)



٤ - قنطرة توحيد B1 رقمها B40C1000 أو ما يكافئها المواصفات 40V-1A



٤ - فيوز 250V/1A.

٥ - المكثفات:

C1 : مكثف كيميائي 2200µF/25V

C2: مكثف كيميائي 10µF/ 25V

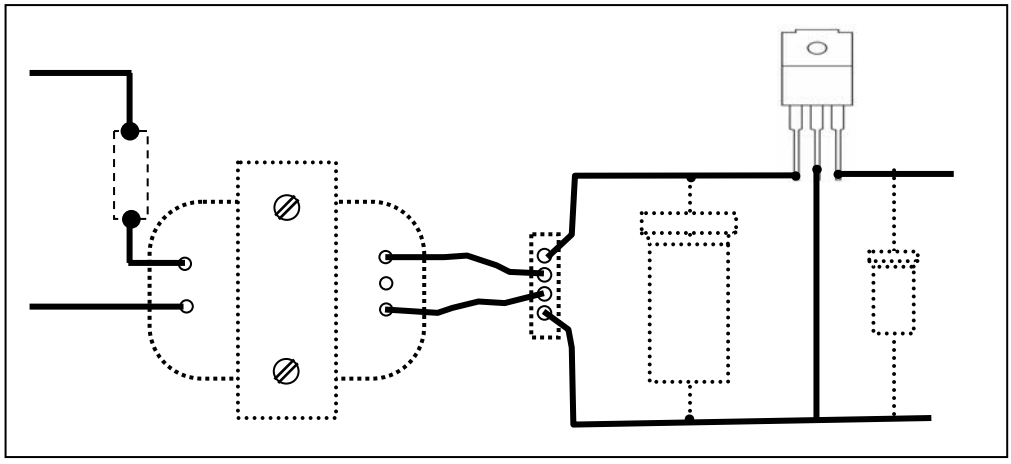
٦ - منظم الجهد IC_1

الدائرة المتكاملة 7812C

منظم ذو ثلاثة أطراف يعطي جهد خرج ثابت 12V وأقصى تيار حمل 1.5A

ب - التخطيط الأولي:

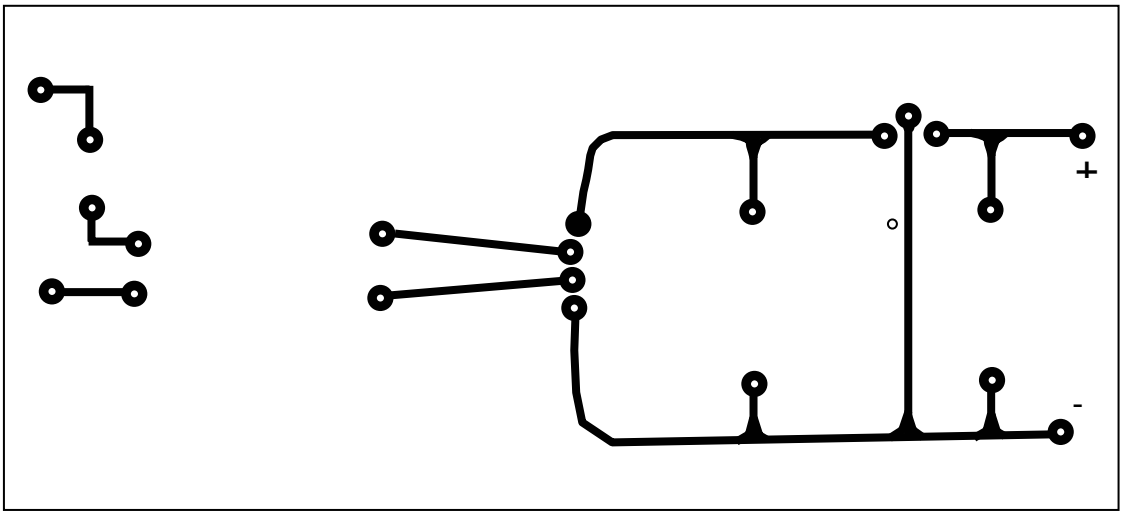
١ - على ورقة بيضاء لها نفس مقاس اللوحة المطبوعة . ابدأ من الشمال وبالقلم الرصاص حدد المساحة التي يشغلها كل عنصر وأماكن الثقوب. ثم قم بالتوصيل بين العناصر طبقا للدائرة النظرية في الشكل (٢ -٦)



الشكل (٢-٦)

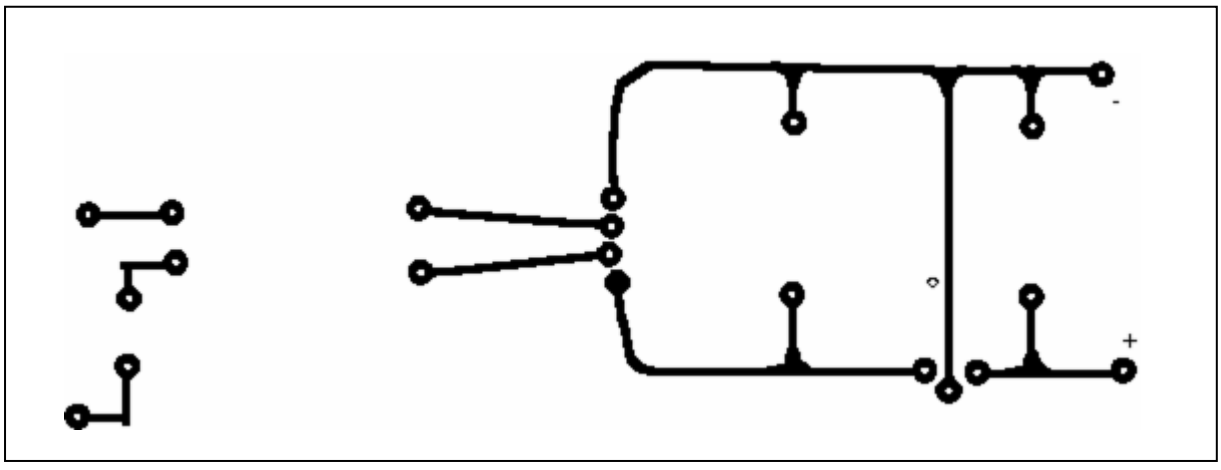
جـ - التخطيط النهائي:

على ورقة شفافة ارسم خطوط التوصيل النحاسية وحدد نقاط التثقيب بدقة كما بالشكل (٢ - ٧)



الشكل (٢ -٧)

ثم أقلب الورقة إلى أعلى يظهر لك الأرضي إلى أعلى كما في الشكل (٢ -٨) ثم انقل الرسم على اللوحة المطبوعة على جهة النحاس بالقلم الرصاص وتأكد من المسافات بين أطراف العناصر.



الشكل (٢ -٨)

د - التحبير:

بواسطة أقلام التحبير الخاصة ارسم التخطيط على اللوحة المطبوعة مراعيا أن يكون مكان الثقب محاطاً بمساحة مناسبة ،وأن تكون طبقة الحبر جيدة حتى لا تتآكل واتركها حتى يجف الحبر.

هـ - التحميض

أغمس اللوحة في محلول الحامض مراعيا قواعد السلامة.

و - التثقيب

اغسل اللوحة من الحبر ثم قم بالتثقيب في الأماكن المخصصة بالبونطة المناسبة.

ز - تركيب العناصر:

قم بتركيب العناصر بإتباع خطوات التركيب واللحام السابق ذكرها مراعيا كافة الشروط والاحتياطات .

ح - القياسات المطلوبة

باستخدام الأوسلوسكوب (أو جهاز فولتميتر) تتبع الجهود على أطراف المحول الثانوية (الجهد AC) وعلى طرفي المكثف C1 وعلى طرفي الخرج

ملحوظة: سيتم إجراء عمليات قياس أخرى على هذه الدائرة في الوحدة الرابعة.

٢ -٥ الإجراءات والقواعد الواجب أتباعها عند العمل في الدوائر الإلكترونية

عزيزي المتدرب عند العمل في الدوائر الإلكترونية ولكي تصبح فني إلكترونيات مميزا وماهراً ولتتفادى الكثير من المشاكل التي قد تسبب إتلاف العناصر الإلكترونية أو أجهزة القياس يجب أن تتبع هذه الإجراءات والقواعد عند تركيب أو فك أي عنصر وكذلك عند عمل القياسات على الدوائر الإلكترونية

١- اختبر نقاط اللحام وتأكد من جودة التوصيل وانسيابها بنعومة .

٢- تأكد من عدم وجود التصاق بين نقاط اللحام المتجاورة أو بين خطوط التوصيل ناتجة عن سقوط لحام بطريقة غير مقصودة بين الخطوط .

٣- تأكد أن أطراف العناصر القطبية مثل الترانزستورات والثنائيات والمكثفات القطبية وغيرها مركبة في أماكنها الصحيحة كما تشير الدائرة النظرية.

٤- افحص جميع الدوائر المتكاملة وتأكد أنها مركبة كما يشير الشق (notch) في اللوحة المطبوعة.

٥- قبل توصيل القدرة اختبر جميع التوصيلات وتأكد من مطابقتها لمخطط الدائرة النظرية .

٦- تأكد من فصل القدرة عن الدائرة عند تركيب أو فصل عنصر من الدائرة .

٧- قبل توصيل القدرة للدائرة تأكد من قيمة جهود التغذية وذلك بقياس جهد التغذية قبل تطبيق القدرة على الدائرة .

٨- قبل عمل القياس تأكد من ضبط الجهاز على الاختر المناسب (أوم – فولت - ....) و المدى المناسب حتى لا تتلف الجهاز .

٩- إطلاقا لا تستخدم الاوميتر لقياس مقاومة أي عنصر عندما يكون العنصر مطبق عليه قدرة (جهد) ويمكن قياس مقاومة العنصر الذي يطبق عليه جهد بطريقة أخرى كما سيأتي لاحقا .

١٠- يجب فصل القدرة عن الدائرة عند قياس مقاومة أي عنصر لتجنب تلف جهاز الاوميتر .

١١- للحصول على قراءة دقيقة عند قياس (فحص) عنصر ، لا تلمس أطراف العنصر بيدك.

١٢- عند قياس المقاومة أو فحص أي عنصر في الدائرة يجب فصل أحد أطراف العنصر فقد يكون متصلا مع عناصر أخرى تؤثر في عملية القياس .

١٣- يجب أن تتذكر : عند قياس الجهد يوصل الفولتميتر توازي - وعند قياس التيار يوصل الأمبيروميتر توالي .

١٤- لا تنس أن قياس التيار في مسار معين يتطلب عمل فتح أو قطع في الخط المطلوب قياس التيار فيه

١٥- عند قياس القيم المجهولة لتجنب تلف أجهزة القياس يجب ضبط مدى الجهاز على مدى أكبر من القيمة المقاسة المتوقعة .

ملحوظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ورشة إلكترونية (١)

دوائر إلكترونية بسيطة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة المراد تحقيقها : - تنفيذ وإجراء القياسات على الدوائر الإلكترونية الآتية.

١ -دائرة توصيل مقاومات توالي وتوازي ومركب.

٢ -دائرة التحكم في الإضاءة باستخدام الترانزيستور الذي يعمل كمفتاح مع مقاومة ضوئية .

الأهداف : - بعد أن يتم المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

١ - تخطيط الدوائر الإلكترونية وتركيب العناصر وأن يراعي الإجراءات الصحيحة عند تركيب وفك العناصر باتباع الخطوات الصحيحة.

٢ - استخدام أجهزة القياس المتعددة (الآفوميتر) لقياس الجهد – المقاومة – التيار والتوصيل الصحيح لهذه الأجهزة .

٣ - التحقق من وظيفة مقسم الجهد ومعرفة لماذا توصل المقاومات توالي أو توازي .

٤ - قياس الخواص المفتاحيه للترانزيستور (التيار – الجهد – القدرة المفقودة) عندما يعمل كمفتاح

٥ - استخدام الآفوميتر لتحديد أطراف كل من LED والموحدات والترانزستورات وقياس خواص المقاومة الضوئية LDR .

٦ - قياس مقاومة عنصر أثناء توصيل القدرة على الدائرة.

مستوى الأداء المطلوب : - إتقان هذه النسبة بنسبة ١٠٠٪.

الوقت المقرر: - ٣٦ حصة .

الوسائل المساعدة : -

١ - أجهزة قياس متعددة رقمية وتماثلية .

٢ - عدة لحام – أدوات التحبير والرسم .

متطلبات الجدارة : - أن يتقن المتدرب الجدارة في الوحدة الأولى والوحدة الثانية خاصة عملية تركيب ولحام العناصر الإلكترونية .

مقدمة

المقاومة هي أكثر العناصر استخداما في الدوائر الإلكترونية حيث تستخدم لتحديد شدة التيار أو لتخفيض جزء من الجهد أو لكي تسبب فرقاً معيناً في الجهد على طرفيها لغرض معين مثل تغذية العناصر الفعالة كالترانزستور والدوائر المتكاملة بجهود الانحياز (Biasing) المناسبة والضرورية لتشغيل هذه العناصر الإلكترونية الفعالة ، ويمكن تقسيم المقاومات إلى مجموعتين رئيستين :

أ - المقاومات الخطية : وهي التي تخضع لقانون أوم

ب - المقاومات غير الخطية : ويوجد منها ثلاثة أنواع شائعة الاستخدام هي : المقاومة الضوئية – المقاومة الحرارية – والمقاومات المعتمدة على الجهد

ويمكن تقسم المقاومات الخطية إلى أقسام عديدة مختلفة على سبيل المثال ، يمكن تقسيمها من حيث الصنع إلى مقاومات سلكية ومقاومات كربونية وكذلك يمكن تقسيمها من حيث القيمة إلى مقاومات ثابتة ومقاومات متغيرة .

وفي هذه الوحدة سنقوم بتنفيذ نوعين من الدوائر العملية البسيطة باستخدام أنواع مختلفة من المقاومات فالدائرة العملية الأولى توصيل للمقاومات توالي وتوازي ومركب وذلك باستخدام مقاومات خطية كربونية ثابتة القيمة وستجرى عدة قياسات لتحقيق الأهداف التإلية :

١ - كيفية توصيل جهاز الآفوميتر لقياس الجهد أو التيار في الدائرة .

٢ - قياس المقاومة الكلية في الدائرة ومقارنة القيم المقاسة بالقيم المحسوبة .

٣ - تحقيق قانوني كيرشوف للجهد والتيار عملياً .

٤ - كيف تستخدم المقاومات للحصول على جهد معين من جهد ثابت .

والدائرة العميلة الثانية تطبيق لاستخدام نوع آخر من المقاومة غير خطية حيث نستخدم المقاومة الضوئية (المعتمدة على الضوء) كحساس للعمل مع الترانزستور في تنفيذ دائرة تحكم في الإضاءة وهذه الدائرة أيضا تطبيق لأحد استخدامات الترانزستور حيث يعمل كمفتاح الكتروني .

وفي هذه الدائرة ستقوم بعمل القياسات التي تحقق الأهداف الآتية :

- قياس الخصائص الكهربية للمقاومة الضوئية .
- قياس الخواص المفتاحية للترانزيستور وذلك بقياس الجهد والتيار عندما يكون الترانزيستور في حالة قطع وقياس القدرة المفقودة في الترانزيستور أثناء عملة كمفتاح .
- التعرف على أطراف الترانزيستور والثنائي المشع للضوء LED والموحدات وفحص الصلاحية عن طريق قياس الجهد الحاجز.

وبعد عمل القياسات على كل دائرة سيتم عمل مقارنة بين القيمة المقاسة والقيمة المحسوبة نظريا للتأكد من صحة ما درسته نظريا .

المصطلحات الفنية

١ - **دائرة قصر** Short Circuit .

في دائرة القصر يكون الجهد بين الطرفين تقريبا صفراً عندئذ تكون قيمة التيار أكبر ما يمكن – (ويتم عمل دائرة القصر على طرفي أي عنصر بتوصيل سلك بقطر مناسب توازي مع العنصر) – عند عمل دائرة قصر على حمل معناه أن الحمل صغير جدا والتيار كبير جدا .

٢ - **دائرة مفتوح** Open Circuit.

في هذه الحالة يكون التيار مساويا للصفر (لا يمر تيار) ويتم ذلك بفتح الدائرة – عند عمل دائرة مفتوحة على حمل معناها إن الحمل مالا نهاية (كبير جدا) .

٣ - **التفاوت** Tolerance .

الفرق بين القيمة الاسمية للعنصر والقيمة الفعليه المقاسة والتفاوت يعتمد على ظروف التشغيل .

٤ - **المقاومة الديناميكية (متغيرة)** Dynamic Resistance .

هي المقاومة الكهربية للعناصر التي لا يطبق عليها قانون أوم مثل الثنائيات - الترانزستورات – الثايرستور وهي مقاومة غير ثابتة وتتغير بناء على نقطة تشغيل العنصر وهذه المقاومة تظهر عندما يكون العنصر مطبقاً عليه جهد (في حالة انحياز Biasing) .

٥ - **استمارة المواصفات (المعلومات)** Data Sheet :

جداول يتم إعدادها من قبل الشركة المصنعة ويذكر فيها كافة المعلومات الفنية عن العنصر مثل أقصى تيار وأقصى جهد درجة حرارة والتردد .....

٦ - **أقصى مدى تحمل** Maximum Rating

تحدد أقصى قيمة (جهد – تيار - قدرة – درجة الحرارة) لتشغيل العنصر أو الجهاز والتي يجب أن لا يتم تجاوزها عند التشغيل .

٧ - **منحنيات الخواص المميزة** Characteristic Curve:

منحنيات الخواص للعناصر الالكترونية هي رسم بياني يوضح العلاقة بين الجهد و التيار في العنصر

٨ - المفتاح الالكتروني Electronic Switch

المفتاح الالكتروني دائرة ترانزستور – أو ثايرستور – أو تريـاك ولكـي يعمـل العنصـر كمفتـاح الكتروني جيد يجب أن يحقق شرطان :

الأول : عندما يكون في حالة توصيل on يجب أن تكون مقاومته صغيرة جدا (وكأنه دائرة قصر Short Circuit) أي أن الجهد بين طرفيه يكون صغيرا جداً (تقريبا صفر).

الثاني : عندما يكون في حالة قطع off يجب أن تكون مقاومته كبيرة جدا أي يكون التيار (تقريبا صفراً) ويعمل كدائرة مفتوحة Open Circuit

٩ - المقاومة المعتمدة على الضوء (المقاومة الضوئية)

Light Dependent Resistance (LDR) Photo Resistor

هي مقاومة مصنعة من مواد شبه موصلة حيث تتغير مقاومتها الكهربية بتغير شدة الإضاءة وتقل المقاومة بسقوط الضوء عليها .

١٠ - الثنائي المشع للضوء (LED) Light Emitting Diode

ثنائي مصنع من مواد شبه موصلة يوصل في انحياز أمامي فيشع ضوء ولون الضوء يعتمد على مادة الصنع .

١١ - نقطة التشبع للترانزستور Saturation Point

عند نقطة التشبع يكون الترانزستور موصلا بشدة ويكون تيار المجمع IC قيمة عظمى.ويسمى الجهد بين الباعث والمجمع عندئذ بجهد التشبع $V_{CE\ sat}$ وهو جهد صغير جدا .و عادة يكون بضع أعشار من الفولت . بالتإلى فعند نقطة التشبع يمكن استخدام الترانزستور كمفتاح في حالة وصل(دائرة قصر).

١٢ - نقطة القطع Cut Off Point

عند نقطة القطع يكون تيار القاعدة IB تقريبا صفراً ويكون تيار المجمع IC صغيراً جدا والجهد بين المجمع والباعث يساوي جهد المصدر VCE=VCC وعند هذه النقطة يستخدم الترانزستور كمفتاح في حالة قطع Off (دائرة مفتوحة).

١٣ - المنطقة الفعالة Active Region

هي المنطقة المحصورة بين نقطة القطع ونقطة التشبع للترانزستور وفي هذه المنطقة يمكن استخدام الترانزستور كمكبر وعندئذ يشبه الترانزستور مقاومة متغيرة محكومة بتيار الدخل أي أن تيار المجمع IC يزداد بزيادة تيار القاعدة وتطبق العلاقة $IC = \beta \times IB$ حيث β معامل تكبير التيار.

١٤ - **جهود الانحياز المستمرة** DC Biasing

الجهود أو التيارات المستمرة اللازمة لتشغيل الترانزستور أو العناصر الفعالة في منطقة التشغيل المطلوبة.

١٥ - **القدرة المستهلكة (المبددة)** Power Consumption (Dissipation)

القدرة التي يبددها العنصر الالكتروني في شكل حرارة للجو المحيط وفي استمارة المواصفات تحدد القيم العظمى لهذه القدرة والتي يجب ألا يتعداها العنصر.

١٦ - **Pc اختصار لقدرة التشتت (المستهلكة) في الترانزستور**

التي ستتحول إلى حرارة وتساوي حاصل ضرب تيار المجمع × الجهد .

في حالة الباعث المشترك $P_C = IC * VCE$

١٧ - **التحكم الإلى** Automatic Control

قيام الجهاز بتعديل نفسه بدون تدخل الإنسان .

٣ - ١ توصيل المقاومات توالي – توازي – مركب

تصنع المقاومات الثابتة بقيم قياسية محددة وفي بعض التطبيقات قد تحتاج لقيمة معينة للمقاومة . لا يمكن الحصول عليها من مقاومة واحدة منفردة وعندئذ نلجأ لتوصيل المقاومات توالي أو توازي للحصول على القيمة المطلوبة . وكذلك تستخدم المقاومات المتغيرة Potentiometer للتحكم في التيار أو الجهد مثل المستخدم للتحكم في الصوت Volume.

وللدلالة على أهمية التوصيل التوالي أو التوازي للمقاومات فعادة كل التطبيقات (الأجهزة) يوجد بها دائرة مصدر قدرة واحدة تعطي جهوداً بقيم ثابتة أو قابلة للضبط ولكن داخل الدائرة الإلكترونية الواحدة تحتاج غالبا لعدة جهود معينة ومحددة بدقة على أطراف عناصر الدائرة على سبيل المثال عند تصميم دائرة مكبر بسيطة باستخدام ترانزستور وجد أن الجهد المطلوب على القاعدة حوإلى VBB = 1V وعلى المجمع VC =5V وكذلك يجب تحديد التيار المار في قاعدة الترانزستور بحيث لا يزيد عن 20 μ A وعمليا يتم الحصول على هذه القيم باستخدام عدد من المقاومات القياسية والتي توصل بطريقة معينة للحصول على الجهد أو التيار المطلوب. ولك أن تتخيل كم من مصدر قدرة كنا سنحتاجه في التطبيق الواحد إذا لم توجد خاصية التوصيل التوالي أو التوازي للمقاومات والتي أتاحت لنا مرونة كبيرة عند تصميم الدوائر الإلكترونية

وكما تعلم فعندما توصل المقاومات توالي تزداد المقاومة الكلية للدائرة وتكون المقاومة الكلية مساوية لمجموع المقاومات .

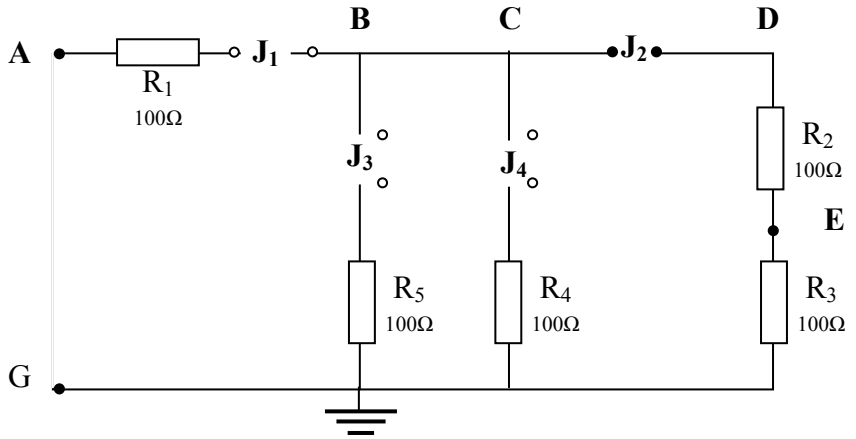
بينما عند توصيل المقاومات توازي فإن المقاومة الكلية للدائرة تقل وتصبح أقل من أصغر مقاومة في شبكة التوازي .

والتيار المار في أي شبكة من المقاومات موصلة توالي يكون متساوياً بينما يكون الجهد على شبكة المقاومات الموصلة توازي متساوياً .

وبواسطة خاصية التوصيل التوالي أو التوازي أو المركب يمكن الحصول على أي قيمة للمقاومة لا يمكن أن نجدها كقيمة واحدة في المقاومات المنفردة والتي تصنع بقيم قياسية وذلك عن طريق عدد من المقاومات بأحد أنواع التوصيلات المذكورة .

٣ -١ -١ الدائرة العملية

قم بتصميم الدائرة العملية على لوحة نحاسية بالمقاس المناسب كما في الشكل(٣ -١) وعن طريق مجموعة الكباري سيمكنك تعديل هذه الدائرة لتحصل على شبكة مقاومات توالي أو توازي أو مركب وتذكر أماكن الكباري Jumpers ويمكنك تثبيت بنانات على أطراف الجسر .



الشكل (٣ -١)

- العناصر المطلوبة: -

١ - عدد ٥ مقاومات قيمة كل واحدة 100Ω بقدرة 0.5W أو (1W)

٢ - مقاومات أخرى بقيم مختلفة حسب خطوات العمل

٣ - ثنائي زينر بجهد 10v ويتحمل قدرة 0.5w .

- الأجهزة المستخدمة : -

١ - أكثر من جهاز متعدد القياس (آفوميتر)

٢ - مصدر قدرة مستمر $20v_{dc}$

٣ - عدة لحام

تنبية

١ - افصل القدرة Power Off عن الدائرة قبل فك أو تركيب أي عنصر

٢ - لا تستخدم جهاز قياس الاوميتر لقياس المقاومة أثناء تطبيق قدرة على الدائرة ولكن يجب فصل القدرة أولا .

٣ - أثناء القياس لا تلمس طرفي العنصر المطلوب قياسه بيدك .

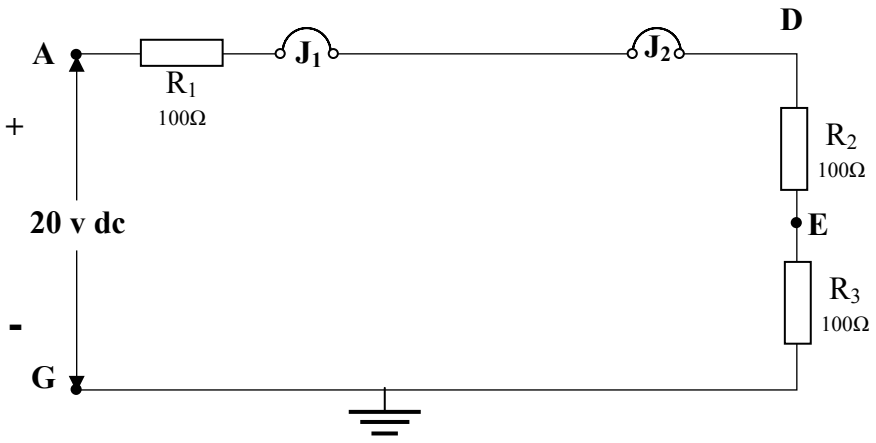
٣ -١ -٢ دائرة التوالي

١ - استخدم 5 مقاومات قيمة كل واحدة 100Ω.

٢ - باستخدام الآفوميتر وعلى تدرج الاوم قس قيمة المقاومات قبل تركيبها في الدائرة .

- هل هناك فرق بين القيمة المقاسة والقيمة الاسمية : {نعم / لا}؟
- ما مقدار الفرق ؟
- لماذا يوجد فرق بين القيمة المقاسة والقيمة الاسمية ؟

٣ - قم بتركيب ولحام المقاومات على الدائرة المطبوعة كما يوضحها الشكل (٣ -٢) وهي عبارة عن دائرة توالي .



الشكل (٣ -٢)

٤ - قبل توصيل القدرة للدائرة باستخدام جهاز الآفوميتر قس المقاومة الكلية للدائرة بين النقطة AG

- سجل القيمة المقاسة Rs = ...
- احسب المقاومة الكلية للدائرة من العلاقة $R_T = R_1 + R_2 + R_3 = ...$

٥ - هل القيمة المقاسة تساوي القيمة المحسوبة تقريباً (نعم / لا)؟

٦ - باستخدام سلك أعمل دائرة قصر على المقاومة R_3 ثم قم بقياس المقاومة الكلية مرة ثانية بين النقطة A,G .

- ماذا تلاحظ ؟
- ما السبب ؟

٧ - تخلص من دائرة القصر على R_3 ووصل جهاز أميتر بدلا من الجسر J_1 لقياس التيار الكلي في الدائرة ووصل جهد مستمر 20 V بين النقطة A , G

- ما هي قيمة التيار المقاس. $I_{T\ m}$ = ...

- هل القيمة المقاسة تساوي تقريبا القيمة المحسوبة من العلاقة $I_T = \frac{20V}{R_T}$ = ...

٨ - أعمل دائرة قصر على المقاومة R_3 وسجل قياس التيار

- ماذا تلاحظ ؟{ تزداد القيمة أم تقل }

- ما السبب ؟

- العلاقة بين التيار والمقاومة علاقة { عكسية – طردية }

٩ - باستخدام جهاز الآفوميتر قم بقياس الجهد على أطراف المقاومات R_1,R_2,R_3 والجهد بين V_{AG} وسجل القياسات في الجدول (٣ - ١).

VR_1	VR_2	VR_3	VAG = VT

الجدول (٣ – ١)

- ما العلاقة بين هذه الجهود ؟

V_T = ...

- هل تحقق القياسات قانون كيرشوف للجهود { نعم / لا }؟

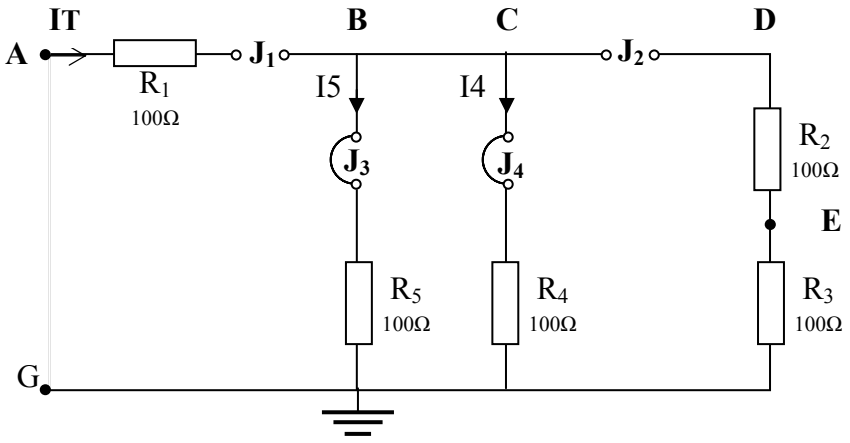
١٠ - اعمل قصر على المقاومة R_3 وقم بقياس الجهد علىهذه المقاومة

- ما قيمة الجهد المقاس ؟

- ماذا تستنتج ؟

٣ -١ -٣ دائرة التوازي – المركب

قم بتركيب ولحام المقاومتين R4، R5 على الدائرة السابقة كما في الشكل (٣ -٣) لاحظ أن الجسر (J1 , J2) مفتوحاً .



الشكل (٣ -٣)

١ - قبل توصيل القدرة قس المقاومة بين النقطة B والأرضي G .

- سجل القيمة المقاسة Rp= .....

- هل قيمة R_p المقاسة {أكبر – أصغر – تساوي } R_5

- ماذا تستنتج عند توصيل المقاومات توازي .....

٢ - احسب قيمة R_T بين النقطة B والأرضي G

$$R_T = \frac{R_5 \times R_6}{R_5 + R_6} = ...\Omega$$

- قارن بين القيمة المقاسة والقيمة المحسوبة .....

٣ - وصل الأميتر بين طرفي J_1 لقياس التيار ووصل مصدر القدرة (٢٠ v).

- قس التيار ..... = I_T

٤ - قارن بين قيمة التيار في الخطوة السابقة والتيار المقاس في الخطوة (٧) في دائرة التوالي السابقة ستجد أن قيمة التيار أكبر من القيمة السابقة لماذا ؟

.....

الاستنتاج : -

عند توصيل المقاومات توازي {تزداد - تقل} المقاومة الكلية R_T وبالتإلى {يقل – يزداد} التيار الكلي .

٥ - وصل أجهزة لقياس التيار مكان الجسر J_4 والجسر J_3 وقس التيار وسجل القياسات في الجدول الآتي (٣ - ٢).

I_4	I_5	I_T =.....

الجدول (٣ - ٢)

- ما هي العلاقة بين التيارات I_4,I_5,I_T ؟

I_T = ...

- هل تحقق هذه العلاقة قانون كيرشوف للتيارات والذي ينص على أن مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة {نعم / لا}؟

٦ - قس الجهد بين النقطة B والأرضي G وبين النقطة C والأرضي G .

- V_{BG} = ... v

- V_{CG} = ... v

- ماذا تلاحظ ..... هل القيمتان متساويتان (نعم/ لا)؟

- نستنتج من ذلك أنة عند توصيل توازي فإن الجهد يكون .....

٧ - أعمل قصر على المقاومة R_4 وسجل قياس كلٍ من I_4,I_5 ستلاحظ أن :

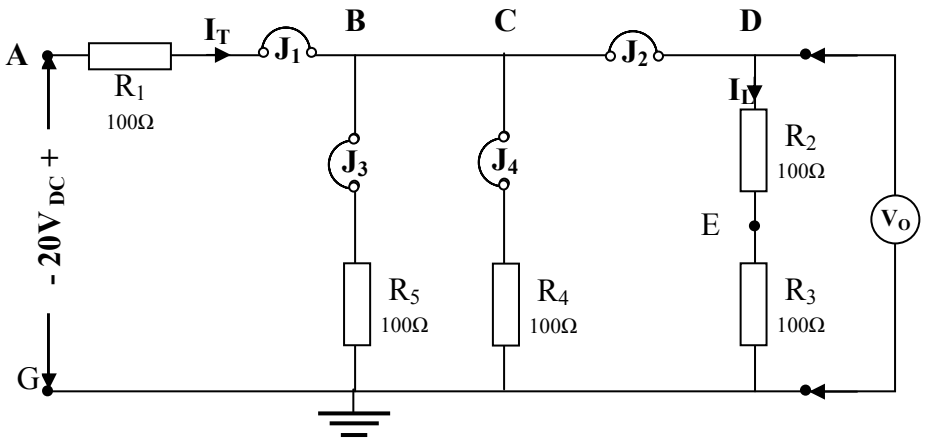
$$I_5 = 0$$

$$I_5 = I_T$$

- نستنتج من ذلك أنه عند عمل قصر على المقاومة فإن التيار المار في فرع المقاومة الموصلة توازي يصبح صفراً ويمر كل التيار في دائرة القصر .

٣ -١ -٤ استخدم المقاومة كمقسم للجهد وكمحدد للتيار

وصل الجسر J1,J2,J3,J4 كما في شكل (٣ -٤)



الشكل (٣ -٤)

١ - قس المقاومة الكلية بين النقطة A,G

RT = ...

٢ - احسب المقاومة الكلية بالعلاقة ($R_T = R_1 + (R_5 // R_6 // (R_2+R_3)$.

.....

٣ - قارن بين القيمة المقاسة والقيمة المحسوبة

٤ - قس الجهد بين النقطتين D والأرضي G

V_{DG} = ...V

ثم قس الجهد بين النقطتين E والأرضي G

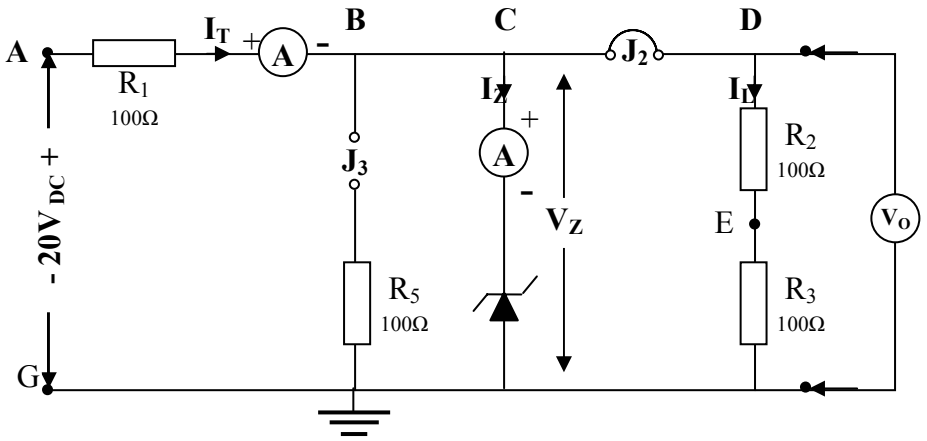
V_{EG}= V

نلاحظ أن الجهد عند النقطة E يساوي نصف الجهد عند النقطة D وهذا معناه أن المقاومتين تعملان مقسماً للجهد بالتساوي .

- لماذا تم تقسيم الجهد بالتساوي؟
- ماذا تتوقع إذا زادت قيمة R_3 عن قيمة R_2 ؟
- هل يزداد الجهد على المقاومة R3 أم يقل ؟

٥ - استبدل المقاومة R5 بثنائي زينر قيمة جهده V_Z= 10V وقدرة 0.5W .

قم بتركيب ولحام الزينر ووصل الدائرة لتصبح كما في الشكل (٣ -٥) لاحظ أن ثنائي الزنير يوصل عكسي Reverse أفصل الجسر J3 وأستبدل كلا من J1,J4 بجهازي أميتر .



الشكل (٣ -٥)

٦ - سجل قياس الجهد بين النقطة D والارضي G ..... V_{DG}

=

- تحقق أن $V_{DG} \approx V_Z$

- سجل التيار المار في الزينر ..... mA = .

I_Z

- سجل التيار الكلي ..... mA =

I_T

٧ - احسب I_L من العلاقة ..... mA $I_L = I_T - I_Z$

٨ - قس الجهد على المقاومة R_3 وتحقق من أن $V_{R3} = V_{R2} = \frac{V_Z}{2} = 5V$

٩ - استبدل المقاومة R_3 بمقاومة قيمتها R_3= 500Ω ثم قس التيارات والجهود وسجل التيارات في الجدول (٣ -٣) و الجهود في الجدول (٣ -٤) .

I_T	I_Z	$I_L=I_T-I_Z$

الجدول (٣ - ٣)

V_O	V_Z	V_{R2}	V_{R3}

والجدول (٣ - ٤)

- تحقق أن $VZ = VO = V_{R3} + V_{R2}$

الملحوظات

١ - بزيادة R_3 يزداد الحمل RL ($R_L = R_2+R_3$) فيقل تيار الحمل I_L ويزداد تيار الزينر Iz . ويظل جهد الخرج ثابتاً ($V_O = V_Z$)

٢ - بزيادة R_3 يزداد الجهد على R_3 ويقسم الجهد على كل من R_2, R_3 بنسب المقاومتين

سؤال : احسب قيمة R_3 اللازمة لجعل الجهد عند النقطة E يساوي 8V .

.....

٩ - افصل الجسر J_2 عندئذ $I_L = 0$ ويكون $I_Z = I_T$ ثم سجل قياس كل من

- I_Z = ...mA

- I_T = ... mA

ضع يدك على الزينر ستجد أن الزينر بدأ يسخن بعد فترة . لماذا ؟

لأن التيار المار فيه كبير ويتجاوز أقصى قيمة مسموح بها .

١٠ - افصل مصدر القدرة عن الدائرة بسرعة .

١١ - استبدل R_1 بمقاومة قيمتها 500 Ω ووصل القدرة

- قس تيار الزينر I_Z=.....mA

ستجد أن التيار المار في الزينر قد قل وأن الزينر لم يعد يسخن

تحقق من أن $IZ = \frac{20 - VZ}{R1}$

الاستنتاج

عندما كان الحمل كبيراً جداً (دائرة مفتوحة) فإن $I_{L=0}$ وعندئذ يمر تيار كبير في الزينر ولذا يجب أن تكون قيمة المقاومة R_1 المحددة لتيار الزينر مناسبة حتى لا يتجاوز التيار المار في الزينر وبالتإلى تحمي الزينر .

كيف يمكنك حساب أقصى تيار يمر في الزينر .

من العلاقة $IZ_{max} = \frac{VZ_{max}}{PZ}$

ملحوظة

- إن تغير التيار المار في الزينر مع ثبات الجهد يدل أن للزينر مقاومة ديناميكية أي مقاومة متغيرة تزداد أو تقل قيمتها طبقاً لقيمة التيار المار في الزينر .

الخلاصة Summery

١ - المقاومة أكثر العناصر استخداما في الدوائر الإلكترونية وتستخدم بكثرة كمقسم جهد أو محدد للتيار

٢ - عند توصيل المقاومات توالي Series فإن المقاومة الكلية للدائرة تزداد .

٣ - عند توصيل المقاومات توازي Parallel فإن المقاومة الكلية للدائرة تقل .

٤ - عند قياس الجهد يوصل طرفي الفولتميتر توازي مع العنصر المطلوب قياس الجهد بين طرفية .

٥ - عند قياس التيار يجب توصيل جهاز الأميتر توالي مع مراعاة أقطاب الجهاز وعند عدم ترك فتحة في الخط لتوصيل الأميتر يمكن حساب التيار بقياس الجهد على مقاومة معلومة في هذا الفرع وقسمة الجهد على قيمة هذه المقاومة .

٦ - بزيادة المقاومة يقل التيار والعكس . وهذا تطبيق لقانون أوم ويطبق على العناصر غير الفعالة .

٧ - في دائرة التوالي يطبق قانون كيرشوف للجهود والذي ينص على أن الجهد الكلي يساوي مجموع الجهود الجزئية .

٨ - في دائرة التوازي يطبق قانون كيرشوف للتيارات والذي ينص على أن التيارات الداخلة في أي نقطة يساوي مجموع التيارات الخارجة من هذه النقطة .

٩ - عند التوصيل توازي يكون الجهد ثابتاً على أطراف دائرة التوازي .

١٠ - في التوصيل التوالي يكون التيار ثابتاً في دائرة التوالي .

١١ - عند عمل دائرة قصر Short Circuit على أي عنصر فإن الجهد على طرفي هذا العنصر يساوي صفراً .

١٢ - عند عمل دائرة مفتوحة Open Circuit على أي عنصر فإن التيار المار في هذا العنصر يساوي صفراً .

١٣ - ثنائي الزينر له مقاومة ديناميكية متغيرة والعلاقة بين الجهد والتيار لا تخضع لقانون أوم

١٤ - يجب ألا تتجاوز معدل القدرة Power Rating في أي عنصر من عناصر الدائرة القدرة القصوى المسموح بها .

١٥ - قد ينتج خطأ عند قياس المقاومة وهي موصلة مع عناصر أخرى في الدائرة لأن هذه العناصر ستؤثر في قيمة المقاومة المقاسة لذ يجب فك أحد أطرافها .

تطبيقات محلولة

تطبيق (١)

فكر في حل هذه المشكلة

العناصر الفعالة مثل الثنائيات والترانزستورات – الثايرستورات لها مقاومة ديناميكية Dynamic Resistance وهي مقاومة متغيرة تعتمد على نقطة التشغيل للعنصر ولا تظهر (لا يمكن قياسها) إلا عندما يكون العنصر مطبقاً عليه قدرة (في انحياز) فكيف يمكن قياس هذه المقاومة ؟

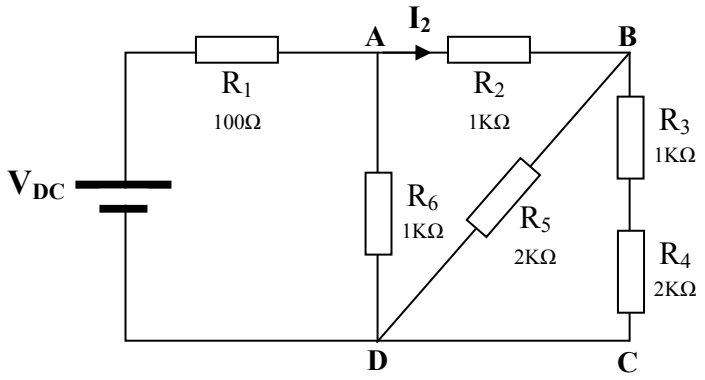
- هل يصلح استخدام الاوميتر لقياس هذه المقاومة { نعم / لا }؟ إذا كانت الإجابة لا
- ما السبب ؟

وما هو الحل ؟ فكر في الحل ومع نهاية هذه الوحدة ستعرف الحل إن شاء الله .

تطبيق (٢)

الشكل (٣ – ٦) دائرة عملية لمقاومات توالي - توازي - مركب

والمطلوب قياس التيار I_2 المار في الفرع AB ولكن عند التصميم لم تترك فتحة في هذا الفرع لتوصيل جهاز الاميتر ماذا تفعل ؟.



الشكل (٣ – ٦)

الحل

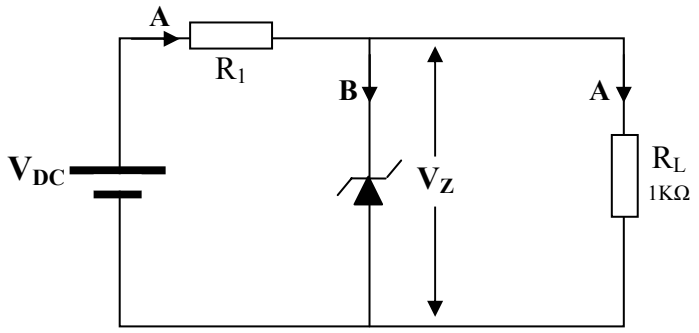
١ - وصل جهاز فولتميتر توازي مع المقاومة المعلومة R_2 وسجل قياس الجهد على هذه المقاومة V_{AB}

٢ - يمكن حساب التيار باستخدام أوم .

$$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2} = ...$$

تطبيق (٣)

في الدائرة العملية الشكل (٣ -٧).وفي استمارة المعلومات (المواصفات) Data Sheet لثنائي زينر IN4740A ، V_Z= 10 V ، أقصى قدرة يتحملها الثنائي P_{Zmax}= 1w (Power Rating) وجد أن ما هي القيمة المناسبة للمقاومة R_1 المحددة للتيار والتي تحمي الزنير عند عمل دائرة مفتوحة على الحمل (I_L=0) ؟



الشكل (٣ -٧)

الحل :

إذا لم يعط في استمارة المعلومات أقصى قيمة للتيار I_{Zmax} يمكن حسابه كالآتي :

$$I_{Z\max} = \frac{p_{z\max}}{v_z} = \frac{1w}{10v} = 100mA$$

عند عمل دائرة مفتوحة على الحمل I_L= 0

$I_{Zmax}=I_T$ = 100 mA

$$R_1 = \frac{V - V_Z}{I_{Z\max}} = \frac{20\ v - 10\ v}{100\ mA} = 100\ \Omega$$

يجب ألا تقل قيمة المقاومة R_1 عن 100Ω فهل تختار مقاومة تساوي 100Ω أم أكبر من ذلك ؟

عند اختر المقاومة R1=100Ω وبسبب التفاوت يمكن أن تصل إلى 95Ω وعندئذ ستحدث مشكلة ويتلف الزينر ،لذلك يجب أن تختار قيمة المقاومة المحددة أكبر من 100Ω ولتكن 150Ω للأمان .

أسئلة للتقييم

أ - اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس

١ - عند توصيل المقاومات توالي (تزداد – تقل) المقاومة الكلية وعند توصيل المقاومات توازي (تزداد – تقل - لا تتغير) المقاومة الكلية للدائرة .

٢ - في دائرة القصر Short Circuit تكون قيمة (الجهد – التيار) تقريبا صفراً

٣ - عند عمل دائرة مفتوحة تكون المقاومة بين طرفي الدائرة (مالا نهاية – صغيرة جدا) ويكون (التيار – الجهد) في هذه الدائرة يساوي صفراً .

ب - لديك أربعة مقاومات بقيم 500Ω, 1.2kΩ, 2.5kΩ, 1.2kΩ

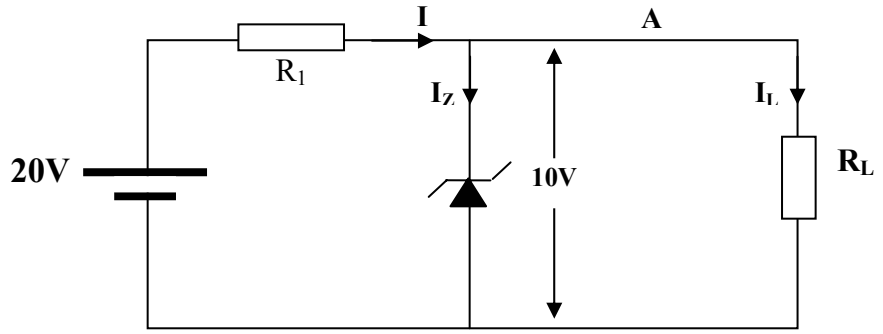
كيف نحصل على مقاومة تساوي 3kΩ

كيف تحصل على مقاومة تساوي 600Ω

جـ - في الشكل (٣ - ٨)

إذا كان أقصى تيار يجب أن يمر في الزينر Izmax= 80mA و Vz = 10v

عند عمل دائرة مفتوحة على الحمل ما هي قيمة R_1 المناسبة والتي ستحمي الزينر ؟



الشكل (٣ -٨)

اختر القيمة المناسبة :

1-150Ω 2- 100Ω 3- 125Ω

لماذا اخترت هذه القيمة ؟

في الدائرة السابقة تم عمل قصر على مقاومة الحمل ما هو الجهد بين النقطة A,B

.....

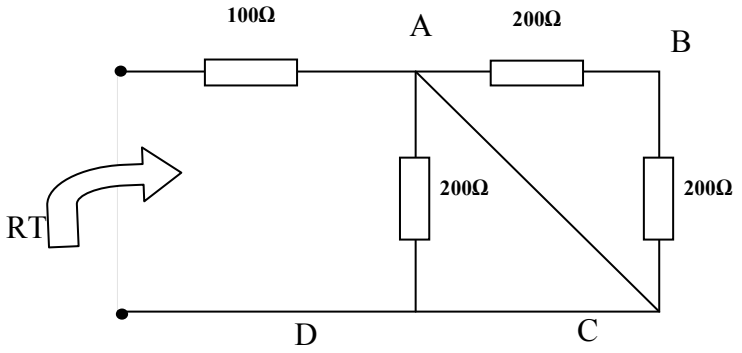
- إذا كانت R_1= 200 Ω ما هي قيمة التيار عندئذ .

I = ...

د - في الشكل (٣ - ٩)

عند عمل قصر بين النقطة A,C ما هي قيمة المقاومة الكلية للدائرة

RT= .....

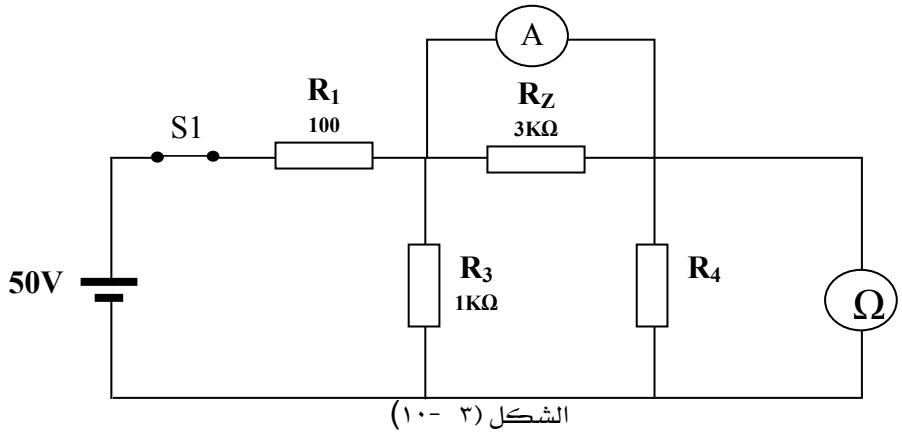


الشكل (٣ -٩)

هـ - في شكل (٣ - ١٠)

حيث (A) جهاز قياس التيار

(Ω) جهاز أوميتر لقياس المقاومة المجهولة R4



الشكل (٣ -١٠)

يوجد ثلاثة أخطاء في هذه الدائرة نذكر منها واحدة

١ - جهاز الاوميتر موصل والدائرة مطبق عليها قدرة لذلك يجب فتح S1

٢ - .....

٣ - .....

نماذج تقييم الأداء

١ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب

[يعبأ من قبل المتدرب]

تعليمات

بعد الانتهاء من تنفيذ دوائر توالي وتوازي ومركب قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) في الخانة الخاصة بذلك .

العناصر	هل أتقنت الوحدة			
	غير	لا	جزئيا	كليا
١ - تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية ٢ - تركيب ولحام العناصر ٣ - توصيل وضبط أجهزة القياس ٤ - صحة ودقة القياسات ومدى مطابقتها للحساب				

النتيجة : إذا كانت الإجابة لا أو جزئيا أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب

٢ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

[يعبأ عن طريق المدرب]

اسم المتدرب :.....	التاريخ : / /
رقم المتدرب	رقم المحاولة : ١ : ٢ : ٣
العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠٪ بين مجموع النقاط . الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط	

بنود التقييم	الدرجة النهائية	درجة التقييم
١ - تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية	٢٠	
٢ - تركيب ولحام العناصر	٢٠	
٣ - توصيل وضبط أجهزة القياس	٢٠	
٤ - صحة ودقة القياسات ومدى مطابقتها للحساب	٢٠	
٥ - مراعاة والاحتياطات والاعتبارات العملية عند التعامل مع العناصر	٢٠	
المجموع	١٠٠	

ملحوظات .....

توقيع المدرب .....

ملحوظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٣ -٢ التحكم في الإضاءة باستخدام ترانزستور ومقاومة ضوئية

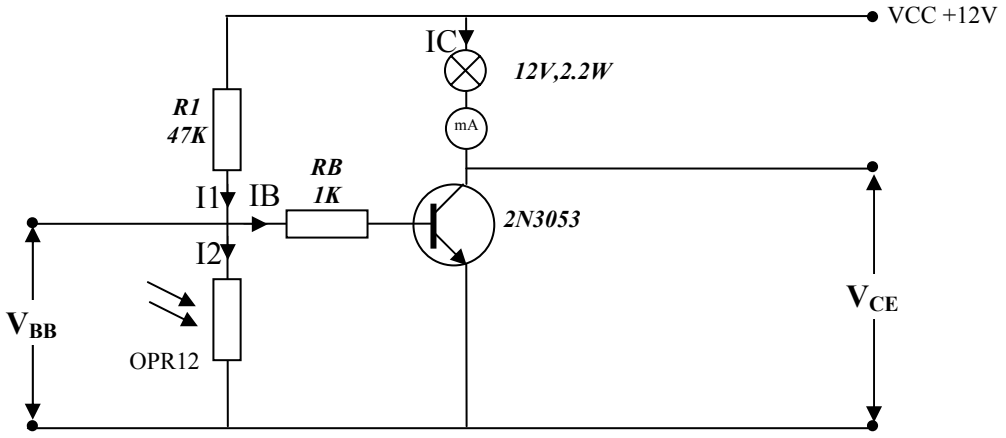
Light Controlled Circuit

المقصود بعملية التحكم الإلى هو السيطرة على عملية ما (منظومة) لتؤدي الغرض المطلوب وبدون تدخل الإنسان وهذه الوحدة تطبيق عملي يوضح كيفية استخدام العناصر الالكترونية للعمل في دوائر التحكم الإلى وهي تطبيق أيضاً لأحد استخدامات الترانزيستور كمفتاح الكتروني Electronic Switch وتطبيق لاستخدام نوع آخر من المقاومات غير الخطية وهي المقاومة الضوئية.

ويعتمد نظام التحكم الإلى على عنصرين مهمين هما عنصر التحكم (الحاكم) Controller والحساس المناسب Sensor وفي هذه الوحدة سنقوم بتنفيذ دائرة تحكم في الإضاءة باستخدام الترانزيستور الذي سيعمل كمفتاح إلكتروني (يعمل كحاكم ذو الوضعين On/Off)مع مقاومة ضوئية LDR والتي تعمل كحساس والمقاومة الضوئية مقاومة مصنعة من مواد شبة موصلة تتغير قيمة مقاومتها الكهربية بسقوط الضوء عليها حيث تقل قيمة المقاومة بزيادة شدة الضوء الساقط ، والعلاقة بين شدة الضوء وقيمة المقاومة علاقة غير خطية .

٣ -٢ - ١ الخواص المفتاحية للترانزستور .

الشكل(٣ - ١١) يوضح دائرة ترانزستور يعمل كمفتاح للتحكم في الإضاءة إلىا



الشكل (٣ -١١)

- في الدائرة المصباح يمثل مقاومة الحمل
- يمكن حساب أن مقاومة الحمل Ω 65 = RL . (المقاومة RL تحل محل المقاومة RC)

- عند سقوط الضوء على المقاومة الضوئية تقل قيمة المقاومة الضوئية OPR12 فيصبح الجهد بين طرفيها VBB أقل من الجهد الأمامي اللازم لتشغيل الترانزستور (VBB < 0.7V). وعندئذ يكون تيار القاعدة IB = o وبالتإلى يكون IC =O ويكون الجهد VCE = VCC = 12V أي أن الترانزستور سيكون في حالة قطع (دائرة مفتوحة) ولن يمر تيار في المصباح ويكون المصباح مطفأ OFF.

- عند عدم سقوط ضوء على المقاومة الضوئية OPR12 ستكون قيمة المقاومة الضوئية كبيرة (مقاومة العتمة) وعندئذ يزداد الجهد على طرفيها (VBB) ويصبح أكبر من الجهد الحاجز (VBB >0.7V) وبالتإلى يزداد تيار القاعدة IB فيزداد تيار المجمع IC ويمر تيار كبير في الترانزستور ويتحول الترانزستور إلى التشبع ويصبح كأنه دائرة قصر فيضئ المصباح.

- المقاومة RB = 1K Ω مقاومة محددة لتيار القاعدة IB ولحماية قاعدة الترانزستور من التيار الزائد الذي قد يسبب إتلاف الترانزستور .

٣ -٢ -٢ القدرة المفقودة (المبددة) في الترانزستور

تحسب القدرة المفقودة في الترانزستور بالعلاقة $PC = V_{EC} \times I_C$

١ - عندما يعمل الترانزستور كمفتاح في حالة قطع (off)

سيكون تيار المجمع IC عبارة عن تيار تسريب فقط صغير جدا $I_C = 1\mu A$

$V_{CE} = V_{CC} = 12V$

وبذلك تكون القدرة المفقودة صغيرة جدا

$PC = 12*1\mu = 12\mu W$

٢ - حينما يكون الترانزستور كمفتاح في حالة وصل (on)

سيكون تيار الحمل تقريبا $IC_{max}=200mA$

$V_{CE} = V_{CE\,Sat} = 0.3V$

وتكون أيضا القدرة المفقودة صغيرة

$P_C = 0.3V*0.200mA=0.06W=60mW$

مما سبق فإن الترانزستور عندما يعمل كمفتاح يستطيع العمل براحة تامة حيث تكون القدرة المفقودة صغيرة سواء كان الترانزستور موصلا أو غير موصل بعكس الحالة التي يعمل فيها الترانزستور كمكبر كما سنرى في الوحدة الرابعة حيث تفقد فيه قدرة كبيرة.

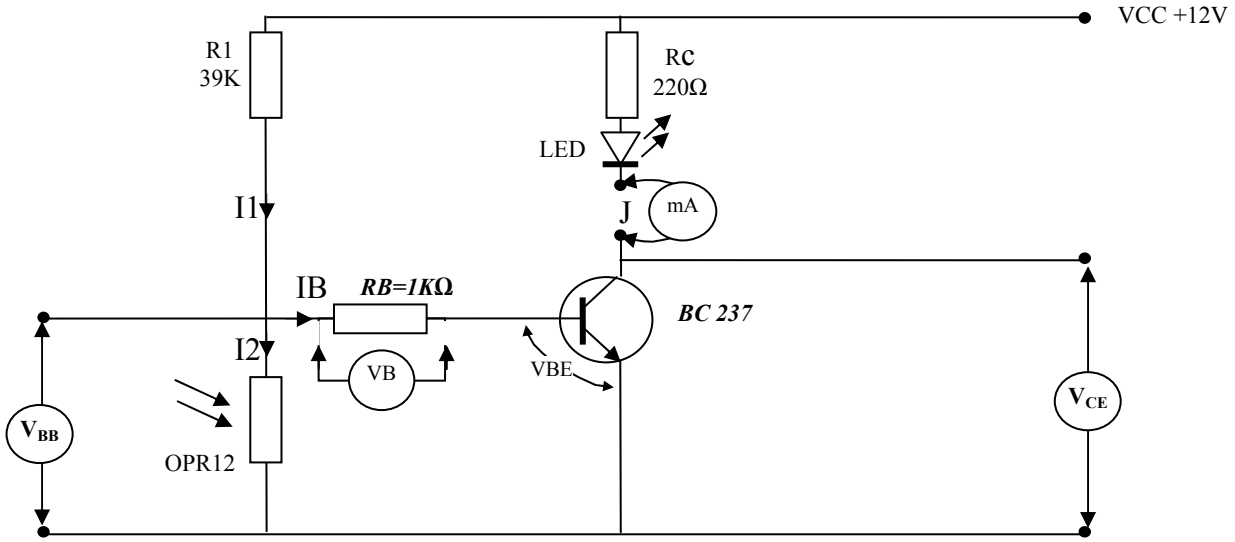
ملحوظة عملية

جهد التشبع $V_{CE\ Sat}$ يتراوح ما بين 0.3V - 0.2V ولا يتجاوز أجزاء العشرات من الفولت ولكن عند تيار مجمع كبير جدا يمكن أن يصل جهد التشبع إلى 1v تقريبا .

٣ -٢ -٣ الدائرة العملية

صمم الدائرة العملية كما في الشكل(٣ -١٢) على لوحة نحاسية بالمقاس المناسب ثم أجرى عملية التحبير والتحميض والتثقيب كما تعلمت .

و يمكنك الاستغناء عن الجسر J وتوصيل LED مع الترانزستور مباشرة و عندئذ يتم قياس تيار المجمع IC بقياس الجهد على المقاومة RC ثم قسمة هذا الجهد على قيمة هذه المقاومة.



الشكل (٣ -١٢)

العناصر المطلوبة والأجهزة :

- ترانزستور BC 237 أو ما يكافئه
- ثلاث مقاومات 1k Ω ، 39K Ω ، 220Ω بقدرة 0.5W
- مقاومة ضوئية ORB12
- ثنائي باعث للضوء LED أحمر CQy 85 (أو مصباح ذو قدرة منخفضة 0.5w)
- عدد من أجهزة القياس المتعدد آفوميتر
- مصدر قدرة مستمر
- عدة اللحام

٣ -٢ -٤ فحص العناصر Elements Testing

قبل تركيب العناصر سنجري فحصاً على كل من المقاومة الضوئية لتحقيق خصائصها و على الترانزستور (الثنائي الباعث للضوء LED) لتحديد أطرافه وكذلك صلاحيتهما.

٣ -٢ -٤ -١ فحص المقاومة الضوئية

نستخدم جهاز الاوميتر لقياس تغير قيمة المقاومة مع تغير شدة الإضاءة حيث توصل المقاومة كما بالشكل (٣ -١٣) مع جهاز أوميتر تماثلي أو رقمي .

١- وصل المقاومة الضوئية بين طرفي الاوميتر وسجل قيمه المقاومة في وجود إضاءة طبيعية

R = ... Ω

٢- احجب الضوء عند المقاومة بيدك ثم سجل قيمه المقاومة R = ...Ω

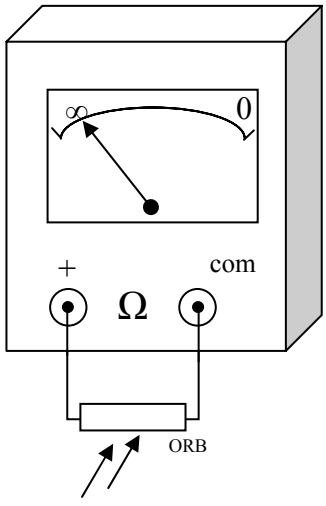
٣- قارن بين القيم في الخطوة (١) و(٢) وسجل ملحوظاتك عند.....

٤- يمكنك حساب نسبة مقاومة الظلام إلى مقاومة الضوء بقسمة مقاومة الظلام على مقاومة الضوء

مقاومة الضوء : إلى مقاومة الظلام = ... إلى .....

٥- عرض المقاومة الضوئية لإضاءة أشد من الموجودة في الخطوة (١) سنجد أن قيمة المقاومة تقل أكثر وهذا يدل على أن العلاقة بين المقاومة الضوئية وشدة الإضاءة غير خطية .

الاستنتاج : (تقل/ تزداد) قيمة المقاومة الضوئية بتعرضها للضوء [اختر الإجابة]



الشكل (٣ -١٣)

٣ -٢ -٤ -٢ فحص الثنائيات (Diodes) والترانزستور و تحديد الأطراف:

- الطريقة التقليدية:

يستخدم جهاز الاوميتر التماثلي ذو المؤشر في هذا الاختبار وتعتمد هذه الطريقة على قياس المقاومة الأمامية R_F والمقاومة العكسية R_r بين طرفي الأنود أو (بين أطراف الترانزستور) حيث تكون المقاومة الصغيرة في الاتجاه الأمامي الكبيرة في الاتجاه العكسي.

ومع الدايود و الترانزستور السليم فإن النسبة بين المقاومة العكسية والمقاومة الأمامية ١٠ : ١ أو أكثر

❖ ملحوظة عملية هامة:

- لا يمكن عمل فحص للثنائي أو الترانزستور بقياس المقاومة باستخدام أجهزة الآفوميتر الالكترونية منخفضة القدرة .

- طريقة مبتكرة لفحص الترانزستور والثنائيات

في هذه الطريقة نستخدم جهاز آفوميتر إلكتروني رقمي DEVM.

وتعتمد هذه الطريقة على قياس الجهد الحاجز Barrier Voltage بين وصلة PN في الثنائي أو الترانزستور ومن قيمة هذا الجهد يمكن تحديد الآتي :

١- هل العنصر مصنع من السليكون أو الجرمانيوم

٢- تحديد أطراف العنصر بسهولة الآنود والكانود للثنائيات وكذلك الباعث والقاعدة و المجمع في الترانزستور.

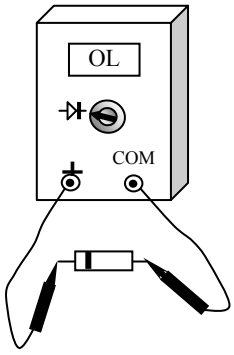
❖ فحص الثنائي (الدايود) PN

١ - اختر على جهاز الآفوميتر الرقمي وضع الموحد .

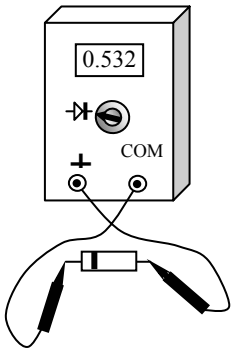
٢ - اختبر مجسي جهاز القياس الأسود والأحمر بعمل قصر بينهما وتأكد أن الجهد تقريبا صفر .

٣ - ضع مجسي جهاز القياس (الأحمر والأسود) على طرفي الدايود . فإذا كانت قراءة الجهاز OL كما في الشكل (٣ -١٤أ) عندئذ بدل مجسي جهاز القياس على طرفي الدايود كما في الشكل (٣ -١٤ب)

٤ - إذا أعطي الجهاز قراءة من (0.5V إلى 0.7V) تقريبا يدل هذا أن الدايود سليم ومصنع من السليكون ويكون الأنود هو الطرف الموصل مع مجس طرف القياس الأحمر (الموجب) والآخر هو الكاثود (الموصل مع مجس القياس الأرضي) .



الشكل (٣ -١٤أ)



الشكل (٣ -١٤ب)

٥ - إذا كانت قراءة الجهاز تتراوح ما بين 0.2v إلى 0.3v يدل هذا على أن الثنائي مصنوع من الجرمانيوم .

٦ - إذا أعطى الجهاز قراءة(OL) في كلا الوضعين أو أعطى قراءة جهد صفر تقريبا يدل أن العنصر تالف .

❖ فحص ثنائي الإشعاع الضوئي LED:

من السهولة فحص كل ثنائيات الإشعاع الضوئي LEDs بهذه الطريقة بإتباع نفس الخطوات السابقة.

١ - في أحد الأوضاع سيعطي الجهاز قراءة OL

٢ - في الوضع الآخر يضيء LED ويعطي قراءة جهد أكبر من V 1.6 إذا كان LED مشع للضوء المرئي (الأحمر 1.8V تقريبا – البرتقالي 2.2V تقريبا – الأصفر 2.5V تقريبا – الأخضر 2.7V تقريبا – ثنائي الباعث للأشعة تحت الحمراء 1.1V تقريبا).

❖ فحص الترانزستور:

تعتمد على قياس الجهد الحاجز بين الباعث والقاعدة والجهد الحاجز بين المجمع و القاعدة حيث يكون الجهد الحاجز بين الباعث والقاعدة أكبر من الجهد الحاجز بين المجمع والقاعدة ولو بمقدار أجزاء الملي فولت

١ - اختر على جهاز الآفوميتر الرقمي وضع الدايود

٢ - نفس خطوات فحص الثنائي PN إذا حصلت على قراءة OL بدل مجسي جهاز التوصيل على طرفي الترانزستور .

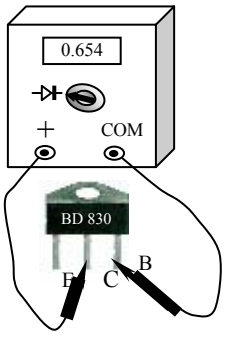
٣ - طرف الترانزستور الذي يعطي قراءة مع كلا الطرفين الأخرين هو القاعدة Base

٤ - إذا كان هذا الطرف الذي أعطى قراءة موصل مع مجس جهاز القياس الأحمر (+) يدل هذا على أن القاعدة نوعها P ويكون الترانزستور NPN أما إذا كان موصلاً مع مجس جهاز القياس الأسود (الأرضي) فالقاعدة نوعها N والترانزستور PNP .

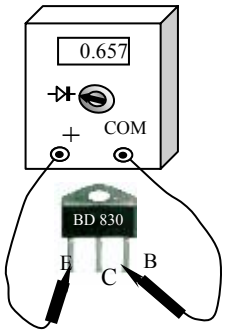
٥ -بعد تحديد القاعدة وصل مجس جهاز القياس الآخر مع أحد أطراف الترانزستور وسجل الجهد على سبيل المثال يكون 0.654 V الشكل (٣ -١٥ أ)

٦ - ثبت المجس الموصل مع القاعدة ووصل مجس القياس مع الطرف الآخر وسجل الجهد . على سبيل المثال سيكون 0.657V (الشكل ٣ -١٥ب)

٧ - الطرف الذي يعطي قراءة أكبر هو الباعث E و الطرف الذي يعطي قراءة أقل هو المجمع C



الشكل (٣ -١٥أ)



الشكل (٣ -١٥أ)

٨ - يكون الترانزستور تالف وغير سليم في حالتين:

- إذا لم يعط قراءات مع تبديل الأطراف OL.
- إذا أعطى قراءة جهد تقريبا صفر مع تبديل الأطراف.

٩ - إذا كان قيم الجهد المقاسة تتراوح ما بين V 0.4 ــ 0.7V فالترانزستور مصنع من السيلكون وإذا كانت تتراوح ما بين 0.2 ـ 0.3V فالترانزستور مصنع من الجرمانيوم .

٣ -٢ -٥ القياس والاستنتاجات :

١- قم بتركيب العناصر على الدائرة المطبوعة كما يوضحها الشكل (٣ -١٢) السابق

٢- وصل مصدر القدرة المستمر 5V وأجهزة القياس كما في الشكل (٣ -١٢)

٣- غط نافذة المقاومة الضوئية جيدا (بيدك أو بقطعة ورق سوداء)

٤- سجل القياسات في الجدول (٣ -١)

VBB	VB	$IB = \frac{VB}{1K\Omega}$	VCE	IC	حالة LED

جدول(٣ -١)

٥- سجل ملحوظاتك (و ما هو تعليقك) على النتائج في الجدول : -

أ- قيمة VCE (كبيرة – صغيرة) لماذا ؟

ب قيمةIC (كبيرة – صغيرة) لماذا ؟

احسب الجهد . VBE..... VBE = VBB – VB =

هل هذا الجهد يساوي الجهد الحاجز 0.7V تقريبا (نعم/ لا) ؟

ملحوظة : يمكنك التأكد من هذه القيمة بقياس الجهد .

د – احسب قيمة القدرة المفقودة في الترانزستور Pc

بالعلاقة ..... Pc = VCE * IC=

هل القدرة المفقودة (كبيرة – صغيرة) .....

ماذا تستنتج ؟

٦- اسمح للضوء (الطبيعي) بالسقوط على المقاومة الضوئية ORP12 ثم سجل القياسات في الجدول (٣ -٢)

VBB	VB	$IB = \frac{VB}{1K\Omega}$	VCE	IC	حالة LED

(جدول ٣ -٢)

٧ - سجل ملحوظاتك (و ما هو تعليقك) على النتائج في الجدول : -

أ - قيمةVC (كبيرة – صغيرة) لماذا .....

ب - قيمةIC (كبيرة – صغيرة) لماذا ؟

ج - احسب الجهد . VBE..... VBE = VBB – VB =

هل هذا الجهد(أكبر من - يساوي – أقل من) الجهد الحاجز 0.7V تقريبا (نعم/ لا) ؟

ملحوظة : يمكنك التأكد من هذه القيمة بقياس هذا الجهد باستخدام الفولتميتر .

د – احسب قيمة القدرة المفقودة في الترانزستور Pc

بالعلاقة ..... Pc = VCE * IC=

هل القدرة المفقودة (كبيرة – صغيرة) ؟

ماذا تستنتج ؟

٨ - اعمل مقارنة بين القيم في الجدول (٣ -١) والجدول (٣ -٢) وبين الحسابات في الخطوة ٤ ،الخطوة ٦ وسجل المقارنة في الجدول (٣ -٣) .

حالة LED	PC	IC	VCE	IB	VB	VBB	حالة المقاومة الضوئية
							في الضوء
							في الظلام

الجدول (٣ -٣)

٩ - أكتب استنتاجاتك من الجدول .

.....

١٠ - ماذا تتوقع عند تبديل بين المقاومة R1 والمقاومة الضوئية ؟

قم بالتبديل الآن بين المقاومتين .

ماذا حدث ؟

لماذا ؟

٣ -٢ -٦ أعطال متوقعة وكيفية اكتشافها والتغلب عليها Troubleshooting Stimulated

١ - إذا لم يضئ LED (المصباح) عند حجب الضوء عن المقاومة

العطل المتوقع: أن يكون LED موصلاً عكسياً – أو جهد المصدر VCC غير كافٍ

اكتشاف العطل: زد جهد المصدر تدريجيا إذا لم يضئ LED قم بقياس الجهد VCE والجهد عند طرفي المقاومة Ω 220 ثم احسب الجهد على LED بطرح القيمتين إذا كان الفرق بينها أكبر من 1.7 V معنى هذا أن LED موصل عكسي أو أن LED غير سليم.

٢ - عند حجب الضوء عن المقاومة الضوئية أضاء الثنائي الباعث للضوء LED إضاءة طبيعية جيدة في بداية التشغيل ثم تبدأ إضاءة LED في الانخفاض تدريجيا .

العطل المتوقع : أن التيار الأمامي المار في LED كبير جدا مما يسبب سخونة LED فتقل الإضاءة

التغلب على العيب: بزيادة قيمة المقاومة RC التي تحدد تيار LED (ويمكن حساب هذه القيمة كما سبق في الصف الأول) أو بتقليل جهد المصدر VCC.

٣- عند التشغيل إضاءة LED وارتفعت درجة حرارة الترانزستور وبعد فترة تعطلت الدائرة .

العطل المتوقع: حدوث تلف في الترانزستور بسبب زيادة قيمة التيار IB

اكتشاف العطل: افصل التيار عن الدائرة وباستخدام الأفوميتر الرقمي قس الجهود بين القاعدة والباعث وبين القاعدة والمجمع يجب أن يكون في أحد الاتجاهات من 0.5V إلى 0.7V وفي الاتجاه الآخر (OL) إذا حصلت على نتائج عكس ذلك يدل هذا على تلف الترانزستور استبدل الترانزستور واستبدل المقاومة RB بقيمة أكبر وأعد تشغيل الدائرة .

الخلاصة Summary

١ - المقاومة الضوئية مقاومة مصنعة من مواد شبة موصلة لها مقاومة كهربية متغيرة تعتمد على الضوء الساقط عليها وتقل قيمة المقاومة بسقوط الضوء. تستخدم كحساس للضوء المرئي

٢ - المفتاح الالكتروني الجيد (المثإلى ideal) هو الذي يحقق شرطان عندما يكون في حالة توصيل ON يجب أن يعمل كدائرة قصر (الجهد بين طرفيه صفر) وعندما يكون في حالة قطعOFF يجب أن يعمل دائرة مفتوحة (التيار المار فيه صفر)

٣ - عندما يعمل الترانزستور كمفتاح الكتروني on/off يحقق الآتي:

- في منطقة التشبع يكون في حالة توصيل ON و عندئذ VCE = VCE sat= 0.3V ويكون تيار المجمع كبير IC = VCC/RC
- في منطقة القطع يكون في حالة قطع off و عندئذ يكون VCE = VCC وتيار المجمع تقريبا صفر .

٤ - عندما يعمل الترانزستور كمفتاح فإنه يعمل براحة تامة وقدرة منخفضة سواء كان في حالة توصيل أو في حالة قطع وتكون القدرة المفقودة فيه صغيرة جدا في كلا من الحالتين.

٥ - كي يعمل الترانزستور في حالة وصل يجب أن يكون الجهد على القاعدة (VBB) أكبر من 0.7V .

٦ - عندما يعمل الترانزستور كمفتاح لا تطبق عليه العلاقة IC = β * IB (حيث β معامل تكبير التيار)

٧ - الثنائي الباعث للضوء LED يجب أن يوصل أمامي والجهد الحاجز للثنائي LED يترواح ما بين 1.7V إلى 2.5V و يعتمد على لون الضوء المنبعث .

٨ - زيادة التيار الأمامي المار في الباعث الضوئي LED تسبب سخونته فتقل إضاءته لذا يجب توصيل مقاومه محددة لتحد من التيار الأمامي.

٩ - من أفضل الطرق وأكثرها عمليا لفحص الثنائيات والترانزستورات ثنائية القطبية هو قياس الجهد الحاجز الأمامي بين الوصلة N, P حيث يترواح ما بين 0.5V إلى 0.7V للسليكون 0.2V إلى 0.3V للجرمانيوم ويستخدم لهذه الطريقة الفولتميتر الرقمي على وضع الدايود.

١٠ - عند فحص الترانزستور فإن الجهد بين الباعث والقاعدة يكون أكبر بقليل عن الجهد بين المجمع والقاعدة.

أسئلة تقييم

أ - اختر الإجابة الصحيحة:

١ - بسقوط الضوء على المقاومة الضوئية (تقل – تزداد) مقاومتها الكهربية والعلاقة بين شدة الضوء الساقط والمقاومة علاقة (خطية – غير خطية).

٢ - المفتاح الالكتروني الجيد عندما يكون في حالة توصيل فإن الجهد بين طرفي المفتاح يكون (كبير جدا – صغير جدا) وعندما يكون في حالة قطع off يكون التيار المار فيه (كبير جداً – صفر تقريبا)

٣ - الثنائي الباعث للضوء يوصل في انحياز (أمامي – عكسي)

٤ - عندما يعمل الترانزستور كمفتاح وفي حالة التوصيل يكون الجهد بين المجمع والباعث (صغير وفي حدود أجزاء أعشار الفولت – كبير في حدود عشرات الفولت)

ب - ضع (√) أو (×)

١ - عندما يعمل الترانزستور كمفتاح في حالة قطع off فإن التيار المار فيه صغيرا جدا

٢ - جهد تشبع الترانزستور حالة التوصيلON تقريبا 0.3V وهو صغير جدا

٣ - عند تسخين الثنائي الباعث للضوء LED تزداد شدة إضاءته.

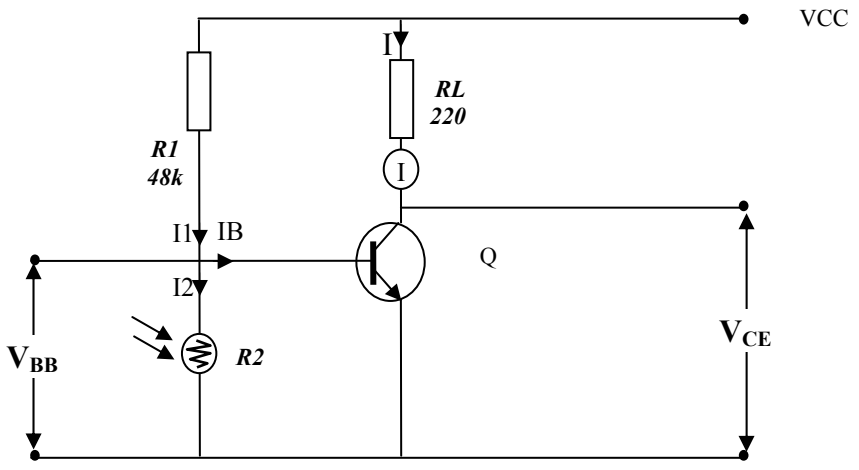
٤ - عندما يعمل الترانزستور كمفتاح فإنه يبدد قدرة كبيرة .

جـ - في الشكل (٣ -١٦) أجب عن الأسئلة الآتية : -

١ - احسب التيار IC عندما يكون الترانزستور في حالة توصيل ON

٢ - احسب الجهد VCE عندما يكون الترانزستور في حالة قطع OFF .

٣ - ما أقل قيمة للمقاومة R2 والتي تلزم لتحويل الترانزستور من القطع إلى الوصل .

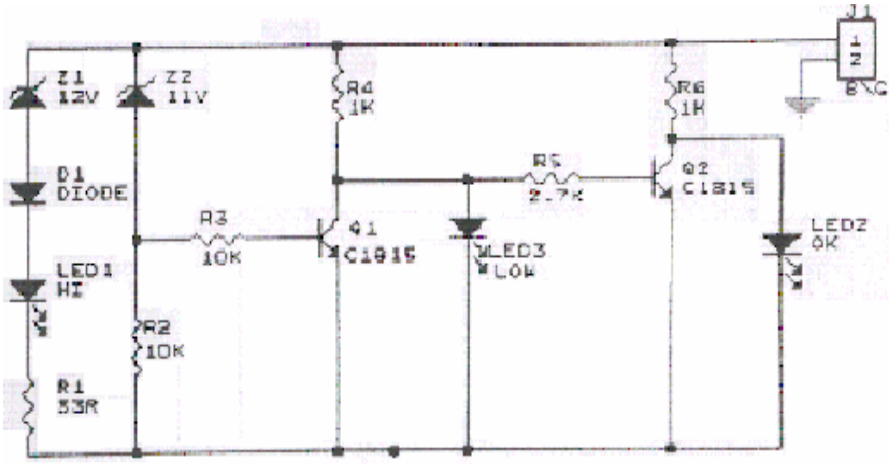


الشكل (٣ -١٦)

- تطبيق عملي منزلي(١)

مختبر دينامو وبطارية السيارة Car Battery & Generator Tester

الدائرة في الشكل (٣ -١٧) مختبر دينامو وبطارية السيارة بتحديد حالة بطارية ودينامو السيارة بطريقة بسيطة وسريعة . يتم توصيل الدائرة في مكان ولاعة السيارة ويمكنك التعرف على حالة البطارية والدينامو ودائرة الشحن من خلال متابعة مبينات الإضاءة الموضوعة على الدائرة بألوانها المختلفة وأنت جالس في السيارة. تتميز الدائرة بسهولة وسرعة استخدامها وعدم احتياجها لمصدر قدرة لأنها ذاتية التغذية من بطارية السيارة . تعمل هذه الدائرة فقط في السيارات التي تتغذى من بطاريات ذات جهد قدرة ١٢فولت .



الشكل (3-17)

- العناصر والمكونات

المقاومات : R5=2.7KΩ , R4,R6 = 1KΩ , R2,R3 = 10KΩ , R1= 33Ω جميع المقاومات 0.25W

- أشباه الموصلات :

D1 موحد سيليكوني ١ أمبير

LED3,LED1 دايود مشع ضوئي أحمر ، LED2 دايود مشع ضوئي أخضر

Q1,Q2 ترانزستور C1815 أو 2SC945

Z1 موحد زينر ١٢ فولت

Z2 موحد زينر ١١ فولت

- متنوعات

دائرة مطبوعة – أسلاك توصيل – مقبس توصيل ولاعة السيارة .

الدائرة المطبوعة :

تأكد تماما أن السلك المتصل بالطرف الموجب للمقبس (الطرف المدبب للمقبس)يتصل بالطرف الموجب للدائرة المطبوعة و أن الطرف السالب للمقبس (الطرف المعدني المضغوط داخل المقبس) يتصل بالطرف السالب للدائرة المطبوعة .

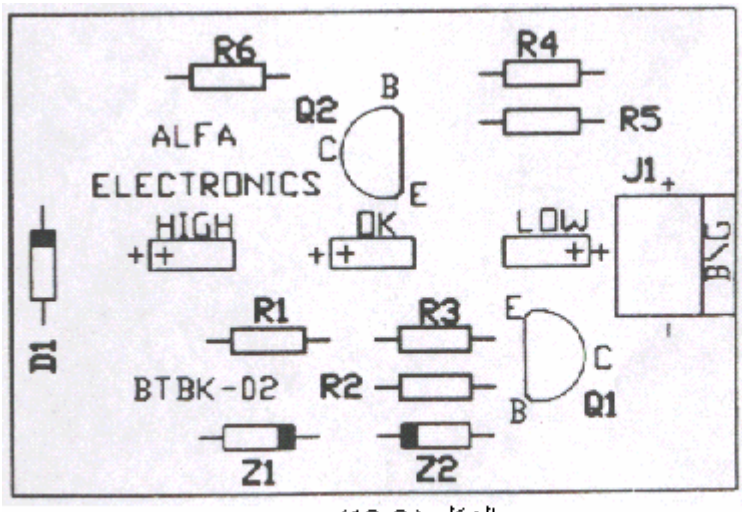
والآن تكون الدائرة جاهزة للتشغيل . قم بتركيب المقبس محل ولاعة السيارة ولاحظ إضاءة الدايودات الضوئية

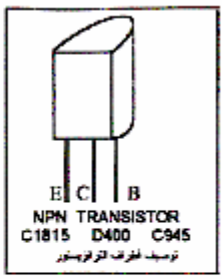
أ - إذا أضاء LED3 فقط دل ذلك على ضعف البطارية Low Battery .

ب - إذا أضاء LED2 فقط ، دل ذلك على أن البطارية والدينامو في حالة سليمة Ok

جـ - أضاء LED3,LED2 دل ذلك على أن هناك شحناً زائداً للبطارية Over Charge .

- التوزيع المقترح للمكونات على الدائرة المطبوعة كما في الشكل(٣ -١٨) .





الشكل (3-18)

تطبيق منزلي (٢)

في الدائرة العملية السابقة الشكل (٣ -١٣) يمكنك استبدال التيار الباعث للضوء LED بمرحل 12v (Relay) يعمل بتيار مستمر ويمكنك استخدام هذه الدائرة للتحكم في الإضاءة ليليا حيث يوصل ملامسات المرحل على مصباح 220V ومصدر متردد .

نماذج تقييم الأداء

١ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب

[يعبأ من قبل المتدرب]

تعليمات

بعد الانتهاء من تنفيذ دائرة التحكم في الإضاءة باستخدام ترانزستور ومقاومة ضوئية قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) في الخانة الخاصة بذلك .

العناصر	هل أتقنت الوحدة			
	غير	لا	جزئيا	كليا
١ - تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية ٢ - فحص الترانزيستور – والثنائيات وتحديد الأطراف ٣ - لحام وفك واستبدال العناصر ٤ - توصيل وضبط أجهزة القياس القياسات والنتائج ومطابقتها بالحساب				

النتيجة : إذا كانت الإجابة لا أو جزئيا أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب

٢ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

[يعبأ عن طريق المدرب]

اسم المتدرب :.....	التاريخ : / /
رقم المتدرب	رقم المحاولة : ١ : ٢ : ٣
العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠٪ بين مجموع النقاط . الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط	

بنود التقييم	الدرجة النهائية	درجة التقييم
١ - تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية	٢٠	
٢ - فحص الترانزيستور – والثنائيات وتحديد الأطراف	٢٠	
٣ - لحام وفك واستبدال العناصر	٢٠	
٤ - توصيل وضبط أجهزة القياس	٢٠	
٥ - القياسات والنتائج ومطابقتها بالحساب	٢٠	
المجموع	١٠٠	

ملحوظات .....

توقيع المدرب .....

ملحوظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ورشة إلكترونية (١)

مصادر القدرة غير المنظمة والمنظمة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: تنفيذ دائرتي مصدر قدرة غير منظم ودائرة مصدر قدرة منظم وإجراء القياسات عليهما وعمل مقارنة بينهما.

الأهداف: بعد الانتهاء من هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

١- قياس جهد الخرج بعد كل مرحلة من مراحل مصدر القدرة .

٢- مشاهدة الشكل الموجي للإشارة بعد كل مرحلة باستخدام جهاز الأوسيلوسكوب

٣- قياس ومشاهدة تأثير دائرة الترشيح على جهد الخرج المستمر .

٤- حساب معامل تنظيم الجهد ومعامل التموج لمصدر القدرة المنظم وغير المنظم .

٥- رسم العلاقة بين تيار الحمل وجهد الخرج المستمر ومشاهدة تأثير تغير تيار الحمل على جهد الخرج المستمر .

٦- عمل مقارنة بين مصدر القدرة المنظم وغير المنظم

٧- مراعاة المتدرب الاعتبارات العملية الواجبة عند تنفيذ دائرة مصدر القدرة.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى نسبة إتقان ٩٥٪ لهذه الجدارة .

الوقت المتوقع للتدريب : ٣٦ساعة

الوسائل المساعدة .

١ - أجهزة الأوسيلوسكوب الآفوميتر

٢ - عدة لحام

٣ - جداول بيانات .

متطلبات الجدارة .

١ - إتقان استخدام أجهزة القياس وجهاز الأوسيلوسكوب

٢ - معرفة المتدرب العلاقة بين القيمة العظمى والقيمة الفعالة والقيمة المتوسطة للموجة الجيبية وكيفية حسابها .

مقدمة

تحتاج معظم الأجهزة الالكترونية مثل الراديو و التلفزيون و الكمبيوتر وغيرها إلى مصدر قدرة تيار مستمر DC لكي تعمل .

ويمكن الحصول على التيار المستمر إما عن طريق البطاريات الجافة أو الثانوية والتي لها الكثير من العيوب أو بتحويل التيار المتردد AC الذي تستقبله منازلنا إلى تيار مستمر وهذه الطريقة هي الأكثر استخداما لما لها من مميزات عملية واقتصادية.

والدائرة التي تقوم بتحويل التيار المتردد AC إلى تيار مستمرDC تسمى دائرة مصدر القدرة، ولا يخلو أي جهاز الكتروني يحتوي تركيبه على ترانزستور أو دوائر متكاملة IC ويعمل مباشرة على خط تيار متردد من دائرة مصدر قدرة بداخله لتحول التيار المتردد(AC) إلى تيار مستمر(DC) وهذا يدل على أهمية دوائر مصادر القدرة .

في هذه الوحدة سيتم تنفيذ نوعين من مصادر القدرة :

- الأول مصدر قدرة غير منظم.
- الثاني مصدر قدرة منظم بعناصر مفردة زينر وترانزيستور .

وفي كلا الدائرتين ستجري القياسات على كل مرحلة من مراحل الدائرة وكذلك ستشاهد إشارة الخرج على الأوسلوسكوب لتتأكد من صحة ما درست نظريا في الصف الأول ولتشاهد عمل كل مرحلة من مراحل مصدر القدرة، وفي نهاية الوحدة يمكنك عمل مقارنة بين أداء مصدر القدرة المنظم وغير المنظم مع توقع عدد من الأعطال ومعرفة سببها وكيفية اكتشافها وبعد الانتهاء من هذه الوحدة ستكون قادرا على :

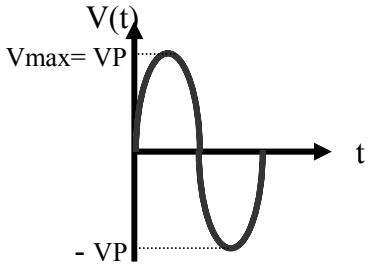
١- رسم مخطط مصدر قدرة مع رسم الإشارات بعد كل مرحلة ومعرفة عمل كل مرحلة.
٢- مشاهدة التموج وكيفية قياسه .
٣- مشاهدة تأثير دائرة منظم الجهد .
٤- معرفة القواعد الأساسية الواجب مراعاتها عند تنفيذ دائرة مصدر القدرة .

وكذلك سنقدم لك تمارين عملية بسيطة ومفيدة جدا لقياس خصائص العناصر الالكترونية المستخدمة في دوائر مصدر القدرة،وسنختم هذه الوحدة بإعطائك دوائر عملية يمكنك تنفيذها والاستفادة بها منزليا .

المصطلحات الفنية :

١ - **القيمة العظمى (الذروة)** Peak (Maximum) Value

أقصى قيمة لحظية تصل إليها الموجة الدورية المترددة وتسمى أيضا بالذروة (جهد القمةVP) أنظر الشكل (٤ -١) عبارة عن موجه جيبية .



الشكل (٤ -١)

٢ - **القيمة الفعالة** Effective Value **وتسمى أيضا** rms Value

هي مقياس للتيار المتردد حيث يقاس كقيمة فعالة rms والعلاقة بين القيمة الفعالة V_{rms} والقيمة العظمى V_P لموجة جيبية .

$$Vrms = \frac{VP}{\sqrt{2}} = 0.707\, vp$$

وهي تكافئ الطاقة الحرارية المتولدة في مقاومة R عند توصيلها مع مصدر مستمر في نفس الزمن.

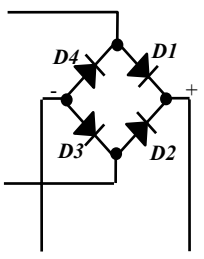
٣ - **القيمة المتوسطة** Average Value (DC)

تعرف أيضا بالقيمة المستمرة V_{DC} في حالة الموجة الجيبية

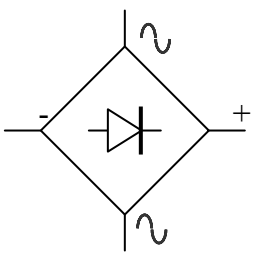
$$VDC = \frac{2vp}{\pi} \approx 0.636\, vp \quad .$$

٤ - **قنطرة التقوية** Rectifier Bridge

يمكنك الحصول عليها بأربعة ثنائيات منفردة كما في الشكل (٤ -٢ أ) وتصنع مغلفة في وحدة واحدة بواسطة المصنع لها طرفان للدخل (∿) وطرفان للخرج (+) و (-) رمزها كما في الشكل (٤ -٢ب)



الشكل (٤-٢أ)



الشكل (٤-٢ب)

٥ - **جهد الذروة (القمة) العكسي** The Peak Inverse Voltage PIV

هو أقصى قيمة جهد عكسي يمكن أن يتحملها ثنائي التقويم بدون أن ينهار (يجب ألا تتعدى هذه القيمة) .

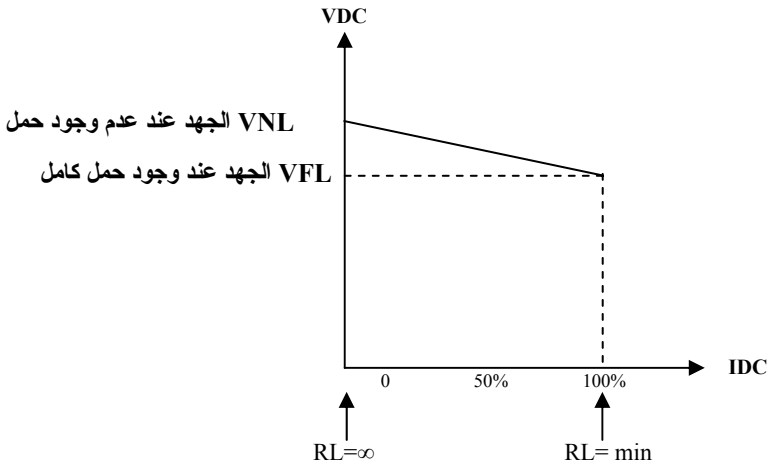
٦ - **مصدر قدرة مستمر** DC Power Supply

هي الدائرة التي تقوم بتحويل التيار المتردد AC من الخط التجاري إلى تيار مستمر DC بالقيمة المطلوبة لتشغيل الأجهزة الالكترونية وتصميم مصادر القدرة وكفاءتها يعتمد على الجهاز الذي ستقوم بتشغيله.

٧ - **معامل تنظيم الجهد** Voltage Regulation Factor

هو النسبة بين التغير في جهد الخرج لمصدر القدرة وقيمة جهد الخرج عند الحمل الكامل

$$VR\% = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$



معامل تنظيم الجهد VR% يدل على جودة وأداء مصدر القدرة وكلما صغر كان مصدر القدرة أفضل.

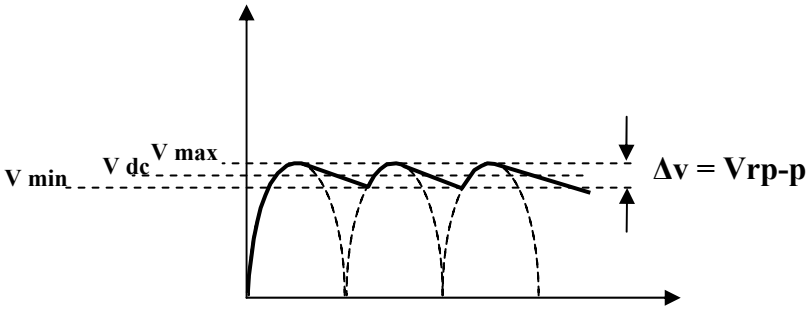
٨ - **كفاءة التقويم (η) Rectification Efficiency**

نسبة قدرة التيار المستمر عند الخرج إلى قدره التيار المتغير عند الدخل

$$\eta = \frac{Po}{Pi} * 100$$

٨ - **التموج** Ripple

هي مركبة التيار المتغير التي توجد في جهد الخرج المستمر ويمكن تقليلها باستخدام مكثف ذي سعة كبيرة وملف خانق له حث كبير.



❖ **ملحوظة**: الشكل الموجي للجهد التموج لا يكون موجه جيبية ولكن لها شكل قريب من الموجة الجيبية و عامل التموج يستخدم للمقارنة بين مصادر القدرة كلما صغر كان أفضل .

١٠ – **الدائرة المتكاملة** Integrated Circuit IC

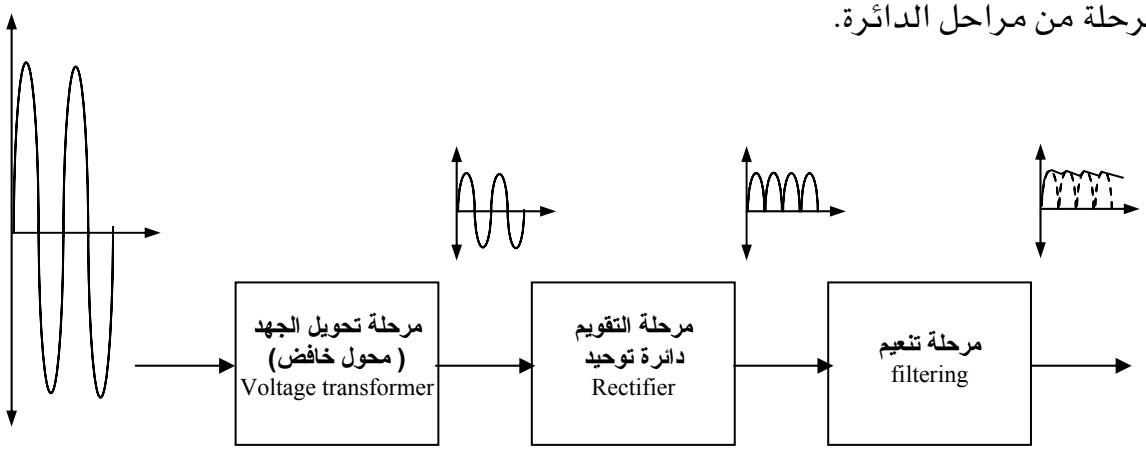
هي دائرة الكترونية مصنعة في شريحة واحدة تحتوي بداخلها على الكثير من العناصر الإلكترونية الفعالة وغير الفعالة .

٤ -١ مصدر القدرة غير المنظم

Unregulated Power Supply

٤ -١ -١ مخطط لمصدر قدرة غير منظم

الشكل (٤ -٣) يوضح مخطط صندوقي لمصدر قدرة مستمر غير منظم ويوضح شكل الإشارة بعد كل مرحلة من مراحل الدائرة.



الشكل (٤-٣)

وظيفة كل مرحلة

١ - **مرحلة التحويل** Transformer:

محول خافض للجهد يحول جهد الخط المتردد 110/220V إلى جهد متردد حسب القيمة المطلوبة.

٢ - **مرحلة التقويم** Rectifier :

عبارة عن ثنائيات تقويم PN، ولعمل تقويم موجة كاملة تستخدم ثنائيان مع محول ذي نقطة وسطية أو نستخدم أربعة ثنائيات في توصيلة قنطرة أو قنطرة من أربعة ثنائيات مغلقة في وحدة واحدة ويكون الخرج بعد مرحلة التقويم عبارة عن جهد مستمر نبضي ذي تموج كبير جدا.

٣ - **مرحلة التنعيم (الترشيح)** Filtering:

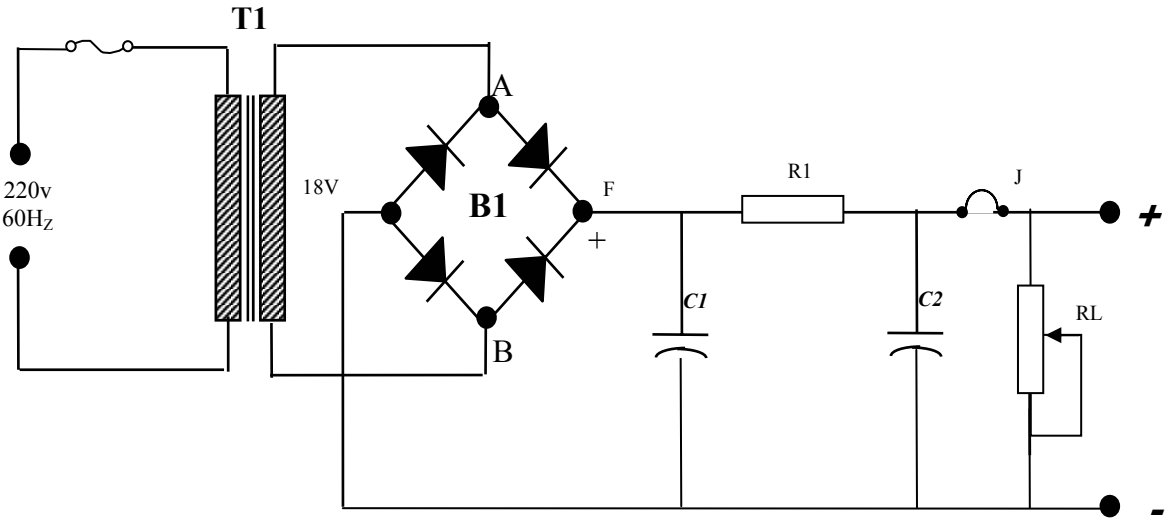
وظيفتها تقليل التموجات الموجودة بعد دائرة التقويم وعمل استقرار للجهد وأهم عنصر في دوائر الترشيح (التنعيم) هو المكثف الكيميائي .

وتصمم دوائر التنغيم بطرق مختلفة وهي التي تحدد كفاءة مصدر القدرة ودوائر التنعيم الأكثر استخداما C-R-C مكثف – مقاومة – مكثف على شكل π .

٤ -١ -٢ الدائرة العملية لمصدر القدرة غير المنظم

الشكل (٤ -٤) يوضح دائرة مصدر قدرة غير منظم .

صمم هذه الدائرة على اللوحة المطبوعة كما في الشكل .



شكل (٤-٤)

العناصر المطلوبة:

١ - محول خافض للجهد 220 V – 18V التيار 1 A

٢ - قنطرة تقويم أو ٤ موحدات تقويم أو ما يكافئها 1N5625

٣ - عدد ٢ مكثف كيميائي $50V/10\mu F$ - عدد ٢ مكثف كيميائي $50V/100\mu F$

٣ - مقاومة $100\Omega - 1W$: R1

٤ - مقاومة متغيرة $5K\Omega$: RL

الأجهزة المطلوبة

جهاز أوسيلوسكوب ذو قناتين – أجهزة قياس متعددة آفوميتر - عدة لحام .

٤ -١ -٣ فحص العناصر

٤ -١ -٣ -١ فحص المحول :

يقاس المحول كمقاومة حيث تقاس مقاومة الملف الابتدائي ومقاومة الملف الثانوي، في المحول الخافض يجب أن تكون مقاومة الملف الابتدائي صغيرة في حدود مئات الأوم ومقاومة الملف الثانوي أصغر وفي حدود عشرات الأوم. عند قياس مقاومة ملفات المحول إذا كانت القراءة صفر أوم أو مالا نهاية أوم يدل هذا تلف المحول .

- سجل قياس مقاومة الملف الابتدائي: ..... Ω
- سجل قياس مقاومة الملف الثانوي:..... Ω
- قارن بين القيمتين .....
- اكتب التعليق .....

٤ -١ -٣ -٢ فحص قنطرة التقويم:

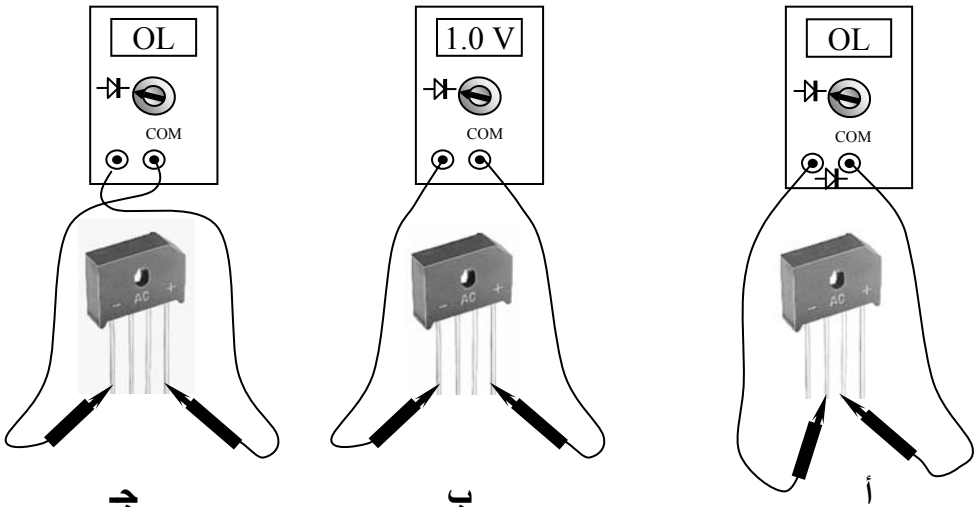
- باستخدام الاوميتر الرقمي على وضع الدايود يمكن. فحص قنطرة التقويم مثل الطريقة المستخدمة لفحص الثنائي .كالآتي :

- وصل طرفي مجس جهاز القياس مع طرفي الدخل المتردد للقنطرة فتعطي قراءة OL في كلا الاتجاهين الشكل (٤ -٥أ)

- عند توصيل طرف القنطرة (+) مع أرضي جهاز القياس **(COM)** وتوصيل طرف القنطرة (-) مع الطرف الآخر لجهاز القياس يعطى جهد حوالى 1V الشكل (٤ -٥ب)

- عند عكس أطراف المجسات تعطي OL الشكل (٤ -٥جـ)

- إذا أعطت القراءات غير ذلك فالقنطرة تالفة.



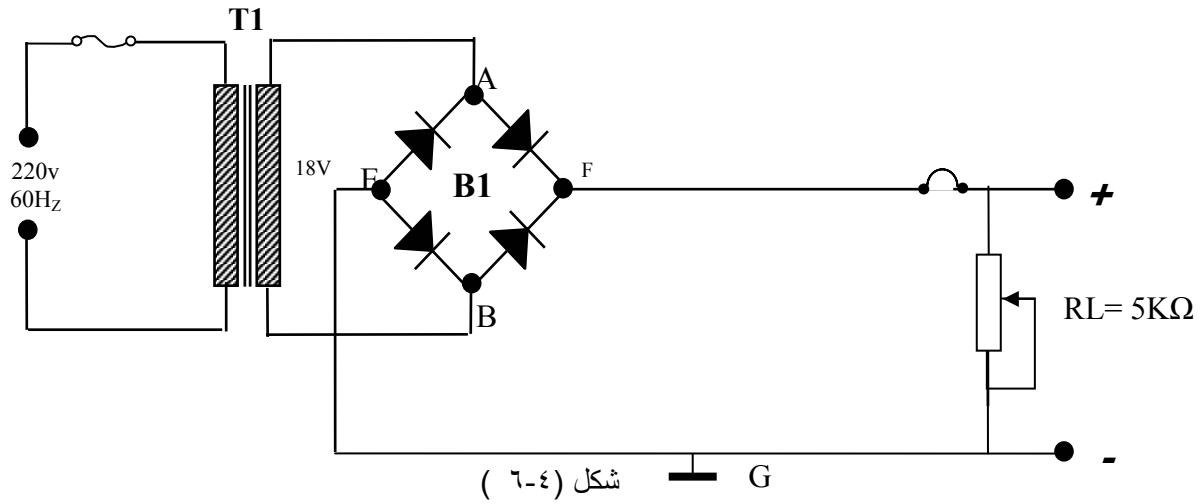
أ ب جـ

الشكل(٤-٥)

٤ -١ -٤ القياسات والنتائج

٤ -١ -٤ -١ قياس ومشاهدة الشكل الموجي بعد مرحلة التقويم

ركب العناصر على الدائرة المطبوعة كما في الشكل (٤ -٦)



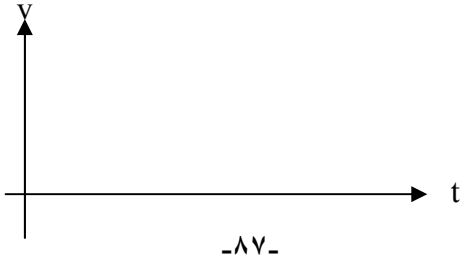
شكل (٤-٦)

١ - اضبط قيمة المقاومة RL على أكبر قيمة $RL = 5K\Omega$

٢ - استخدام جهاز الأوسلوسكوب واضبط مفتاح تقسيم الجهد ومفتاح تقسيم الزمن على قيم مناسبة ثم وصل مجسي القناة الأولى بين طرفي الملف الثانوي للمحول (بين النقطة A,B).

ووصل مجسي القناة الثانية بين طرفي الحمل (النقطة F,G) .

٣ - ارسم الشكل الموجي لكل من الجهد المتردد والجهد المقوم .



٥ - من على جهاز الأوسلوسكوب احسب :

سعة الإشارة ..... =Vp

التردد ..... $f =$

لماذا قلت سعة الإشارة بعد التقويم ؟ .....

استخدام جهاز فولتيمر على وضع V_{DC} وقس الجهد بين النقطتين A,B

V_{DC}=.....V

(تأكد من صحة أن $VDC = \frac{2vp}{\pi} =$ .....

استخدم وضع إقران AC Coupling على الأوسلوسكوب لاختبار الجهد المستمر V_{DC}

احسب معامل التموج r باستخدام العلاقة

$r = \frac{Vrp-p}{V_{DC}} \times 100$ .....

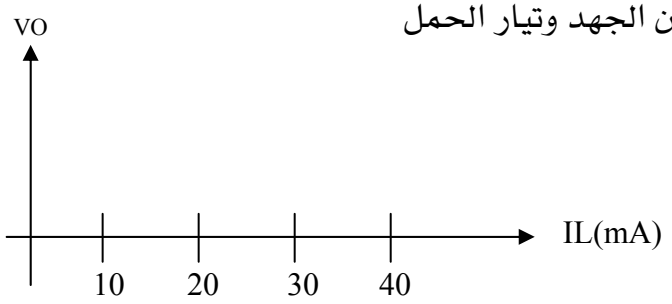
(هذه القيمة تقريبا تساوي 48% وهي كبيرة)

٨ - وصل جهاز أميتر بدلا من الجسر J وجهاز فولتميتر ليقيس جهد الخرج بين طرفي مقاومة الحمل RL وغير مقاومة الحمل لتحصل على قيم للتيار كما في الجدول (٤ -١) وسجل قراءة جهد الخرج المناظرة .

I_L(m)	10	20	30	40	50	60
VL						

الجدول (٤-١)

٩ - ارسم العلاقة بين الجهد وتيار الحمل



مـــــــــاذا تلاحـــــــــظ : ؟.....

١٠ -حساب معامل تنظيم الجهد VR :

عند عدم وجود حمل قس جهد الخرج المستمر

V_{NL}=.....

عند حمل كامل (I_L=60mA) قس جهد الخرج .

V_{FL}=.....

احسب معامل تنظيم الجهد بالعلاقة:

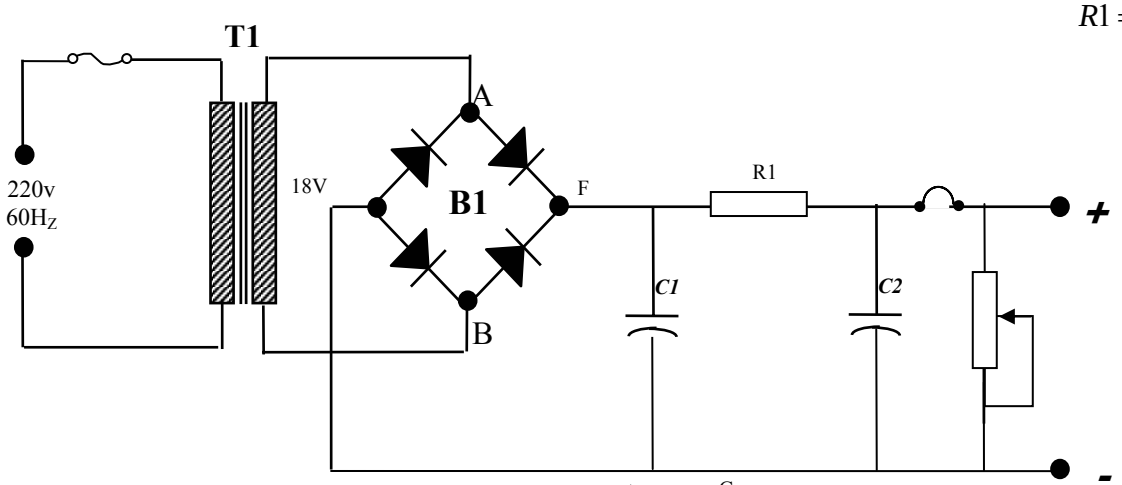
$$VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} * 100$$

٤ -١ -٤ -٢ قياس ومشاهدة تأثير دائرة الترشيح

ركب عناصر دائرة المرشح على الدائرة المطبوعة كما في الشكل (٤ -٧)

حيث $C_1 = C_2 = 10\mu F / 50V$

$R1 = 100\Omega$



شكل (٤-٧)

أ - عند عدم وجود حمل:

١ - أفصل الجسر J عندئذ ستجرى القياسات في حالة عدم وجود حمل (RL= ∞ ، IL= 0)

٢ - باستخدام فولتميتر رقمي EVM على تدرج VDC قس جهد الخرج المستمر على المكثف C2 (بين النقطتين G,F) سجل القياس في الجدول(٤ -٢)

٣ - استخدم جهاز الأوسيلوسكوب على وضع إقران AC لمشاهدة وقياس جهد التموج .

٤ - ارسم شكل الجهد وسجل القيمة في الجدول (٤ -٢)

ب - في حالة وجود حمل

١ - اضبط المقاومة المتغيرة على قيمة 500 Ω و وصل جهاز أميتر في موضع الجسر J لتقيس التيار I_L

٢ - كرر الخطوات السابقة لقياس الجهد المستمر على مقاومة الحمل V_o وسجل القياس في الجدول (٤ -٢)

٣ - باستخدام الأوسلوسكوب على وضع إقران AC شاهد التموج في جهد الخرج ارسم التموج في الجدول(٤ -٢) و قس جهد التموج V_{rP-P} وسجل قيمة القياس في الجدول.

في وجود حمل 500Ω			في حالة وجود حمل		
التموج ripple		DC V_0	DC mA	التموج ripple		DC V^0
Vrp-p	الشكل الموجي			Vrp-p	الشكل الموجي	

الجدول (٤-٢)

جـ - تأثير زيادة قيمة المكثف:

١ - أفصل القدرة عن الدائرة.

٢ - استبدل المكثفان C_1, C_2 وبمكثفين في كل منهما $100\mu F/50V$

٣ - أعد الخطوات في حالة عدم وجود حمل وسجل القياسات في الجدول (٤ -٣)

٤ - أعد نفس الخطوات مع وجود الحمل Ω 500 RL وسجل القياسات في الجدول (٤ -٣)

في وجود حمل Ω500			في حالة وجود حمل		
التموج ripple		DC V_0	DC mA	التموج ripple		DC V^0
Vrp-p	الشكل الموجي			Vrp-p	الشكل الموجي	

الجدول (٤-٣)

هـ - الحسابات والاستنتاجات

١ - قارن بين الشكل الموجي للتموج في حالة عدم وجود دائرة الترشيح مع الشكل الموجي في وجود دائرة الترشيح ماذا تلاحظ ؟

.....

٢ - بمقارنة الشكل الموجي للتموج الجدول(٤ -٢) مع الشكل الموجي للتموج في الجدول (٤ -٣) ستجد أنه بزيادة سعة المكثف يقل التموج وهذا أفضل.

٣ - احسب معامل التموج عندما $C=10\mu\ f$

$$r=\frac{Vrp-p}{VDC}*100=$$.....

٤ - احسب معامل النموذج عندما $C=100\mu\ F$

r =.....

قارن بين القيمتين (أيهما أكبر) ؟

.....

٦ - بزيادة سعة المكثف (يقل – يزداد) معامل التموج وكلما صغر معامل التموج دل هذا على (جودة – عدم جودة) مصدر القدرة (اختر الإجابة)

٤ -١ -٥ الاعتبارات العملية الواجب مراعاتها عند تصميم مصدر القدرة

عند تصميم مصدر قدرة يجب أن تعرف الآتي:

١ - ما هي قيمة جهد الخرج المستمر VDC

٢ - أقصى تيار حمل يمكن سحبه من مصدر القدرة (تيار الحمل الكامل)

٣ - النسبة المئوية لمعامل التنظيم VR% ومعامل التموج r % .

وبناء على هذه القيم يجب أن تحدد مدى التحمل للعناصر المستخدمة في مصدر القدرة وهي كالآتي :

أ - خصائص المحول

ب - خصائص دائرة التقويم

جـ - خصائص دائرة الترشيح

ملحوظة عملية هامة :

بوجه عام عند تصميم الدوائر العملية يجب أن تكون القيمة الفعلية للعناصر تساوي 1.2 من القيمة المطلوبة .

٤ -١ -٥ -١ خصائص المحول

عند اختر المحول يحب مراعاة النقاط الآتية :

١ - قدرة خرج المحول – أقصى تيار يمكن سحبه من المحول.

٢ - نسبة التحويل أي جهد الخرج للملف الثانوي.

و يجب أن تزيد قدرة الخرج للمحول بنسبة 20% عن أقصى قدرة خرج المصدر القدرة وكذلك التيار.

وفي حالة تقويم الموجة الكاملة وللحصول على جهد خرج مستمر VDC يجب أن يكون جهد الملف الثانوي للمحول يحقق العلاقة الآتية:

$VDC = 0.9Vrms\,(.9VAC)$ بدون استخدام دائرة ترشيح

$VDC \cong \sqrt{2}Vrms$ عند استخدام دائرة مرشح

على سبيل المثال إذا كان المطلوب جهد خرج مستمر $VDC = 16V$ يجب أن يكون جهد الملفات الثانوية للمحول $VAC = \frac{VDC}{\sqrt{2}} \approx \frac{16}{\sqrt{2}} \approx 12V$

٤ -٥ -١ -٢ خصائص دائرة التقويم

يجب مراعاة الآتي:

١ - قيمة أقصى جهد عكسي يمكن تطبيقه على الثنائي PIV

٢ - أقصى تيار يتحمله الثنائي Current Durability

٣ - في حالة دائرة التقويم باستخدام ثنائيين يجب أن نستخدم محولاً ذا نقطة وسطية وأقصى جهد عكسي يتحمله الثنائي PIV = 2Vm

٤ - يُستخدم التقويم بثنائيين عند الحاجة لتيار خرج كبير وجهد خرج منخفض.

٥ -في دائرة التقويم باستخدام أربعة ثنائيات (أو قنطرة تقويم) لا نحتاج لمحول ذي نقطة وسطية وأقصى جهد عكسي يتحمله الثنائي PIV = Vm

٦ - يفضل استخدام دائرة التقويم بأربعة ثنائيات (قنطرة) في التطبيقات ذات الجهود العالية والتيار المنخفض (لماذا) ؟ ناقش ذلك مع المدرب

٤ -١ -٥ -٣ دائرة الترشيح

بوجه عام يفضل أن تكون سعة مكثفات الترشيح كبيرة بقدر الإمكان للحصول على جهد مستمر عالٍ وقليل التموج وعند اختر المكثف يجب مراعاة الآتي:

١ - يجب أن تكون القيمة القصوى لجهد المكثف على الأقل تساوى Vm وعمليا تكون 2Vm

٢ - يفضل أن تكون سعة المكثف كبيرة بقدر الإمكان ولكن سيكون حجم المكثف كبير ويمكن حساب أقل قيمة لسعة المكثفة من العلاقة.

$C\min = \frac{0.24}{rRL}$ حيث RL أصغر قيمة لمقاومة الحمل (الحمل الكامل) و r النسبة المئوية لمعامل التموج

٣ - يفصل مرشح RC عمليا عند تيارات حمل صغيرة (RL كبيرة)

٤ - يفصل مرشح LC عندما يكون تيار الحمل كبيراً

٥ - في ترشيح RC يجب أن تكون قيمة R على الأقل عشرة أضعاف XC(معاوقة المكثف XC)

الخلاصة Summary

١ - وحدة مصدر التغذية Power Supply هي دائرة تحول التيار المتردد AC إلى تيار مستمر DC ليناسب تغذية معظم الأجهزة الالكترونية .

٢ - مصدر القدرة غير المنظم يتكون من ثلاث مراحل أساسية هي: -

أ - مرحلة تحويل عبارة عن محول خافض يحول من AC إلى AC بالقيمة المطلوبة

ب - مرحلة تقويم عبارة عن ثنائيات تقويم PN يكون خرجها تيار مستمر نبضي

ج - مرحلة التنعيم (ترشيح) تقلل التموجات في الجهد المستمر وتحافظ على مستوى الجهد المستمر ثابتاً.

٣ - عند اختر المحول يجب مراعاة الآتي:

-أن تكون مقاومة الملفات الثانوية أقل ما يمكن لتقليل فقد قدرة الخرج.

- أن يزيد تيار المحول بحوإلى 20% عن أقصى تيار يمكن سحبه بواسطة الحمل .

٤ - عند اختر ثنائيات التقويم يجب مراعاة القيم القصوى التي تتحملها الثنائيات مثل أقصى جهد عكسي PIV – أقصى جهد تيار أمامي – درجة الحرارة.

٥ - كلما زادت سعة مكثفات الترشيح يقل التموج وهذا يعطي مصدر قدرة جيد ولكن يجب مراعاة حجم المكثف – و أقصى جهد يمكن أن يتحمله المكثف.

٦ - عند التطبيقات التي تحتاج لجهد كبير وتيار منخفض يفضل مقوم القنطرة وفي التطبيقات التي تحتاج لجهد صغير وتيار حمل كبير يفضل التقويم بثنائيين ومحول ذي نقطة وسطية.

٧ - عند زيادة تيار الحمل (عندما تقل RL) يزداد التموج في جهد الخرج.

٨ - معامل تنظيم الجهد – ومعامل التموج يحددان جودة وكفاءة مصدر القدرة وكلما قل المعاملان كان مصدر القدرة أحسن

٩ - تقويم موجة كاملة هو الأكثر استخداماً ويكون جهد الخرج بدون ترشيح

$$V_{DC} = 0.636V_P \approx 0.9Vrms$$

وعند استخدام دائرة ترشيح يرتفع جهد الخرج المستمر ويصبح

$$VDC \approx Vm \cong 1.414Vrms$$

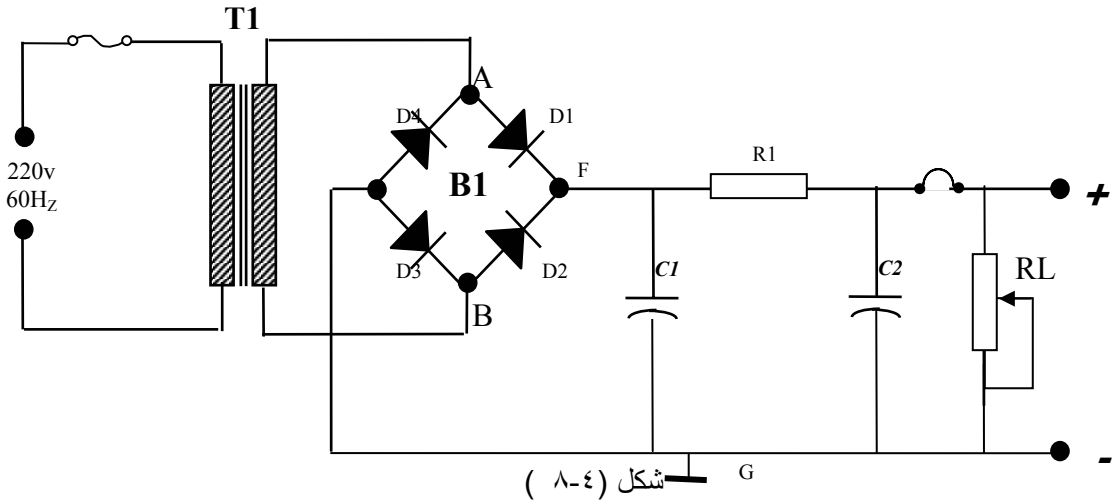
تطبيق محلول

الشكل(٤ -٨) دائرة مصدر قدرة صممت لتعطي القيم الآتية :

١- جهد خرج مستمر VDC=20V

٢- أقصى تيار حمل (تيار الحمل الكامل) عندما RL=200 Ω

٣- معامل تموج 2.5%



شكل (٤-٨)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١ - احسب قيمة الجهد المطلوب على الملفات الثانوية للمحول V_{AC}

$VAD = \frac{20}{\sqrt{2}} \cong 15V$ (أقل قيمة للجهد 15V يجب أن تزيد بحوالى ٢٠٪)

٢ - ما هي مواصفات المكثفات؟

$C\min = \frac{0.24}{2.5 * 200} \approx 480\mu F$ عند استخدم مكثف واحد وعند استخدام مكثفين كما في الشكل بحب أن تكون سعة كل منها $240\mu f$.

٤ - ما قيمة جهد المكثف ؟

يفضل أن يكون جهد المكثف 40V

٥ - ما قيمة أقصى جهد عكسي يتحمله الثنائيات وتيار التحمل ؟

بما أن دائرة التقويم مكونة من أربعة ثنائيات يجب أن يكون الجهد العكسي للموحدات

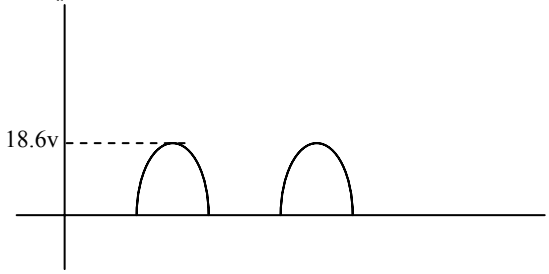
$VIP \cong Vm = 20V$

تيار التحمل للثنائيات يجب أن يكون أكبر 500 mA.

ملحوظة: قدرة الخرج للمحول يجب أن تزيد ٢٠ ٪ عن أقصى قدرة خرج مسحوبة .

٦ - عند حدوث عطل في الدائرة لسبب أن D1 أصبح دائرة مفتوحة ارسم شكل الخرج قبل التنعيم (الجهد المستمر النبضي) ؟

سيكون الخرج عبارة عن تقويم نصف موجة كما في الشكل الآتي .



٧ - لماذا حدث هبوط في جهد القمة وأصبح 18.6V بدلاً من 20V ؟

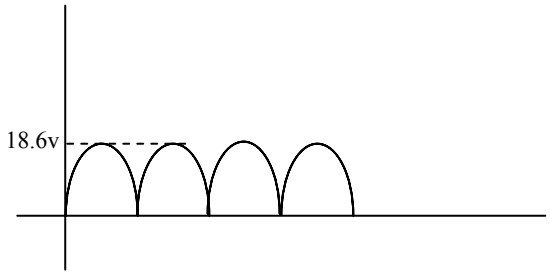
ذلك بسبب الجهد الحاجز للثنائيين حيث أن كلا من الثنائيين يوصلان في نصف الموجة ويصبح الجهد الحاجز عليهما تقريبا 1.4V = 2*0.7V

٨ - ماذا يحدث لو حدث عطب في المكثفين وأصبح كلاهما دائرة قصر ؟

سيكون الجهد على الحمل يساوي 0

٩ - ماذا يحدث إذا كان المكثفان بهما عطب وأصبحا دائرة مفتوحة.؟

سيكون جهد الخرج المستمر نبضي ويزداد التموج كما في الشكل الآتي لن يكون هناك تنعيم .



١٠ - هل تصلح هذه الدائرة لتقويم الإشارات ذات السعة الصغيرة جدا ؟

لا تصلح . مالسبب ؟

السبب لأن قنطرة التقويم يفقد عليها جهد حاجز يساوي الجهد الحاجز للثنائيين حوإلى 1.4V وهذا من عيوب استخدام القنطرة.

أسئلة تقييم :

أ - أكمل الفراغات بالكلمات المناسبة :

١- دائرة مصدر القدرة تقوم بتحويل ..... إلى ..... ليناسب تشغيل الأجهزة الالكترونية.

٢- يتكون مصدر القدرة غير المنظم من ..... و ..... و .....و.....

٣- مختصر PIV معناه .....والجهد الحاجز لثنائيات السيلكون .....

ب_ اختر الإجابة الصحيحة بين الأقواس:

١- أقصى جهد تحمل PIV في حالة تقويم موجة كاملة باستخدام ثنائيين يكون :
(2Vm-Vm-4Vm)

٢- أقصى جهد تحمل PIV عند استخدام قنطرة تقويم هو (2Vm-Vm-4Vm)

٣- في دائرة التقويم عندما تقل مقاومة الحمل (يزداد – يقل – لا يتغير) التموج

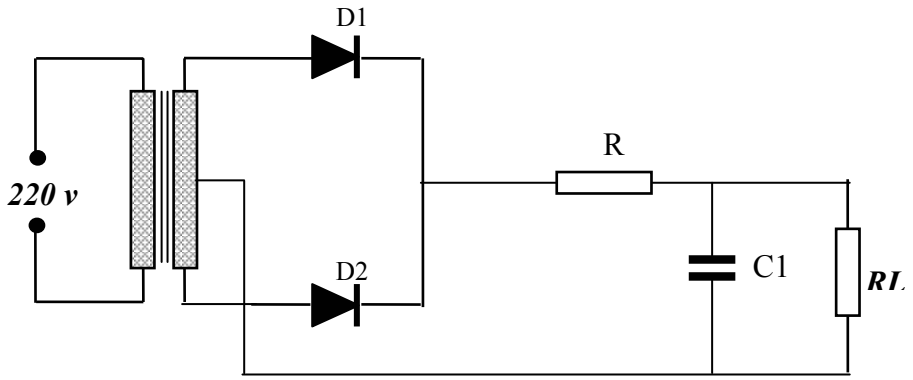
٤- المحول ذو النقطة الوسطية يستخدم مع تقويم
(نصف موجة – موجة كاملة باستخدام ثنائيين – قنطرة التقويم)

٥- تردد التموج Ripple Frequency للقنطرة يساوي (240 Hz – 120 Hz – 60 Hz)

٦- باستخدام ثنائيي تقويم فإن الجهد الحاجز المفقود على دائرة التقويم يساوي:
(0.2V – 1.4V – 0.7V)

٧- يفضل استخدام قنطرة التقويم في التطبيقات التي تحتاج (جهد عالٍ – تيار عالٍ) ويفضل استخدام ثنائيين تقويم في التطبيقات التي تحتاج (جهد عالٍ تيار عالٍ)

جـ - في الدائرة المبينة بالشكل (٤ -٩) إذا كان المطلوب جهد خرج مستمر 15V في حالة عدم وجود حمل (IL=0) :



الشكل (٤-٩)

١ - اختر الإجابة الصحيحة:

أ - يجب أن يكون جهد الملفات الثانوية (6V – 10V – 15V)

ب - أقصى جهد عكسي للثنائي PIV (12V – 30V – 20V)

جـ - الجهد المقنن لمكثفات التنعيم (30V – 15V – 10V)

٢ - ارسم جهد الخرج عند النقطة A (قبل التنعيم) وعند حدوث تلف في الثنائي D1 أصبح دائرة مفتوحة.

٣ - ماذا يحدث عند حدوث قصر في المكثف CI

.....

٤ - ارسم شكل الخرج على مقاومة الحمل عند حدوث عطب في المكثف C_1 وأصبح دائرة مفتوحة.

٥ - ما قيمة C_1 المناسبة للحصول على تموج قدرة 4% عندما $RL = 500\Omega$

٦ - أكمل:

أ- بزيادة سعة المكثف C_1 يزيد ..... ويقل .....

ب- بتقليل مقاومة الحمل يزداد تيار الحمل فيزداد ..... في جهد الخرج

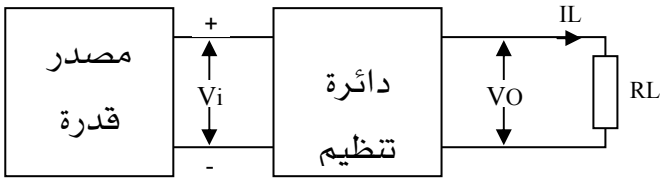
٤ -٢ مصدر القدرة المنظم Regulated Power Supply

٤ -٢ -١ المبادئ الأساسية لتنظيم الجهد .

في دائرة مصدر القدرة السابقة (غير المنظم) وجدنا أن تغير تيار الحمل يؤدي إلى تغير في الجهد المستمر حيث يزداد التموج بزيادة تيار الحمل. وكذلك فإن تغير جهد المنبع المتردد سيؤدي إلى التغير في الجهد المستمر وفي بعض الأجهزة البسيطة مثل أجهزة الإضاءة فإن تأرجح الجهد قليلا يمكن تجاوزه ولا يؤثر كثيرا في عمل هذه الأجهزة.

ولكن في جميع الأجهزة الالكترونية الحديثة والدقيقة مثل الكمبيوتر – التلفزيون – الراديو – الأجهزة الطبية وغيرها والتي تحتوي على دوائر متكاملة رقمية أو تماثلية فإن تأرجح (تغير) جهد التغذية المستمر ولو بقيمة صغيرة سيؤدي إلى كثير من المشاكل مثل اختلال الأداء أو تلف الدوائر المتكاملة تلفا كاملا، ولذلك يجب أن يكون جهد التغذية المستمر ثابتا عند قيم معينة ولهذا السبب فإن جميع الأجهزة الالكترونية الحديثة تحتوي على مصادر قدرة بها دوائر خاصة بتنظيم وتثبت الجهد.

و الشكل (٤ -١٠) مخطط صندوقي لمصدر قدرة منظم



الشكل (٤-١٠)

و كما سبق فإن مصدر القدرة غير المنظم يتكون من ثلاث مراحل – محول خافض – دائرة تقوية – دائرة تنعيم

٤ -٢ -١ -١ العوامل التي تؤدي إلى تغير الجهد

١- تأرجح جهد منبع التغذية المتردد، فعمليا فإن جهد المنبع المتردد لا يكون ثابتا عند 220V بل يزداد أو يقل عن ذلك وهذا التأرجح سينعكس على جهد الخرج المستمر .

٢- للتغيرات في تيار الحمل: على سبيل المثال فإن تغير لون الصورة أو الصوت في التلفزيون يؤدى لتغير في تيار الحمل مما يؤثر على الجهد المستمر وبالتإلى سيتغير الأداء.

٣- التغيرات في درجة الحرارة وعمر التشغيل، تأثير كبير على الأجهزة الالكترونية وزيادة درجة الحرارة تؤثر على جميع معاملات عناصر الدائرة.

ولتقليل العوامل السابقة تحتوي الأجهزة الحديثة على منظمات جهد مختلفة لتقليل تأثير هذه

٤ -٢ -٣ طرق تنظيم الجهد

يوجد طريقتان لتنظيم الجهد :

أ - تنظيم جهد توازي Parallel Regulator حيث يكون عنصر التنظيم توازي مع الحمل وذلك باستخدام ثنائي زينر .

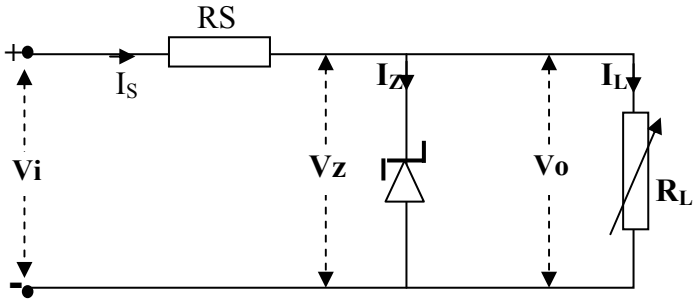
ب -تنظيم جهد توالي Series Regulator حيث يكون عنصر التنظيم توالي مع الحمل وهو الأكثر استخداما ويوجد منه نوعان:

١ - تنظيم توالي بعناصر مفردة باستخدام ترانزستور وزينر.

٢ -تنظيم توالي باستخدام الدوائر المتكاملة IC .

٤ -٢ -٣ -١ تنظيم الجهد توازي :

في هذا المنظم يوصل الزينر توازي مع الحمل كما في الشكل(٤ -١١) .



الشكل (٤-١١)

وعند تصميم دائرة منظم الجهد توازي باستخدام ثنائي الزينر يجب معرفة المواصفات الفنية لثنائي الزينر من جداول البيانات (Data Sheet) والتي تعطي معلومات هامة عنه مثل :

١ - جهد انهيار الزينر Vz

٢ - أقصى قدرة مسموح بها Pz_{max}

٣ - المقاومة الديناميكية للزينر Vz (وهي مقاومة صغيرة في حدود عشرات الأوم) .

٤ - تيار الاختبار I_{ZDC} وهو أقل تيار يجب أن يمر في الزينر كي يعمل .

٥ - أقصى تيار مسموح به Iz_{max} وبعض جداول البيانات لا تعطي هذا التيار و يمكن حسابه من العلاقة : $Iz\max = \frac{Pz\max}{Vz}$

٤ -٢ -٣ -٢ شروط تنظيم التوازي

يجب أن تعمل دائرة تنظيم التوازي تحت هذه الشروط الآتية :

١- يجب أن يكون $V_i > V_Z$ (على الأقل بـ 2V ليعمل الزينر)

٢- جهد الخرج المنظم V_O يساوي جهد الزينر Vz (Vo=Vz)

٣- يجب ألا يتعدى التيار المار في الزينر أقصى تيار مسموح به IZmax حتى لا يتلف الزينر.

٤- المقاومة Rs محددة للتيار لحماية الزينر من أن يتجاوز التيار المار فيه أقصى قيمة مسموح بها خصوصا عندما تكون IL=0 و يمكن حساب أقل قيمة لهذه المقاومة من العلاقة:

$$R_s \geq \frac{Vi\max - Vz}{Iz\max}$$

ويجب ألا تكون قيمة Rs كبيرة جدا حتى لا يتوقف الزينر عن التنظيم عند أقصى تيار حملI_{Lmax} (عندما RL صغيرة) ويمكن حساب أكبر قيمة لهذة المقاومة من العلاقة :

$$R_s\max = \frac{Vi\min - Vz}{IL_{\max}}$$

٥- التيار المار في الزينر غير ثابت ويعتمد على مقاومة الحمل فبزيادة تيار الحمل I_L يقل تيار زينر والعكس

٦- إذا قلت مقاومة الحمل عن قيمة معينة فإن تيار الحمل I_L سيكون كبيرا جدا وبالتإلى يسحب الحمل التيار الكلي Is وعندئذ لن يعمل الزينر ويتوقف عن التنظيم لذلك يجب ألا تقل مقاومة الحمل عن القيمة $RL\min = \frac{Vz}{IFL}$ حيث I_{FL} تيار الحمل الكامل .

٤ -٢ -٣ -٣ عيوب منظم الجهد توازي

١ - غير مناسب لإمداد الحمل بتيار كبير

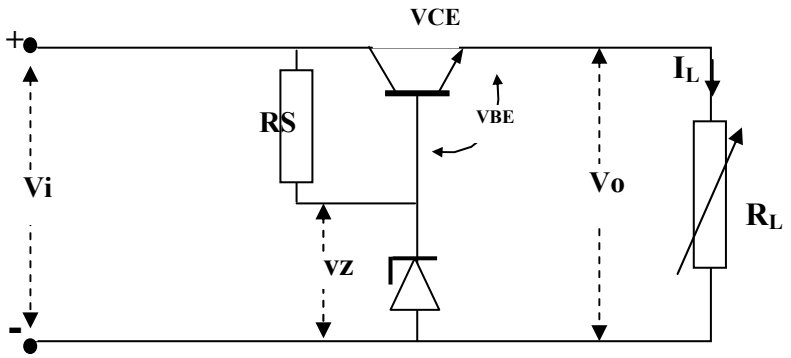
٢ - التغيرات الكبيرة في تيار الزينر تؤدي إلى تنظيم غير جيد (يحسب معامل تنظيم الجهد V_R من العلاقة $VR \cong \Delta Iz.rZ$ حيث ΔIz مقدار التغير في تيار الزينر ، rz المقاومة الديناميكية للزينر).

٣ - التيار المار في الزينر غير مستفاد منه ولكن لابد منه لكي يعمل الزينر ولذا يجب تقليله بقدر الإمكان .

٤ - ولتلافي هذه العيوب يستخدم منظم الجهد توالي باستخدام ترانزيستور وثنائي زينر و الذي يعمل كجهد مرجع Reference .

٤ -٢ -٤ منظم الجهد توالي باستخدام ترانزستور وزينر

الشكل (٤ -١٢) يوضح الدائرة الأساسية لمنظم التوالي حيث يكون عنصر التنظيم (الترانزستور) موصل توالي مع الحمل ويعمل الزينر في هذه الدائرة كجهد مرجع ثابت Reference Voltage



الشكل (٤-١١)

دوائر تنظيم الجهد توالي هي الأكثر استخداما حيث أنها تعطي تنظيما جيداً وفي هذه الدائرة :

- يتم تقليل معامل تنظيم الجهد بالقيمة $\frac{1}{\beta}$ (β معامل تكبير التيار) .:
- الترانزستور يعمل تابع باعث Emitter Follower (مكبر تيار) وبالتإلى يمكنه إمداد الحمل بتيار كبير.
- عيب هذه الدائرة أن جهد الخرج المنظم V_0 سيكون أقل من جهد الزينر بحوإلى 0.6V

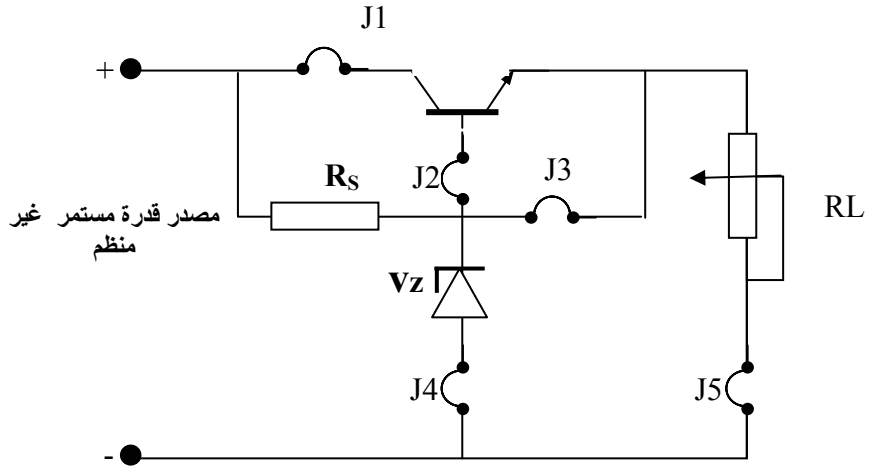
$$V_0 = V_Z - V_{BE}$$

- يمكن عمل تعديل لهذه الدائرة باستخدام ترانزستور آخر مكبر تيار (أي يصبح الترانزستوران مثل ترانزستور دار لنجتون)
- يسمى الترانزستور في هذه الدائرة ترانزستور المرور by pass

$V_{CE} = V_i - V_0$ و تبديد القدرة PD وتحسب بالعلاقة $P_D = (Vi-V0)\ \ I_L$

٤ -٢ - ٥ الدائرة العملية

صمم الدائرة العملية كما في الشكل (٤ -١٢) لتتيح لك عمل القياسات والتعديلات المطلوبة.



الشكل (٤-١٣)

العناصر المطلوبة:

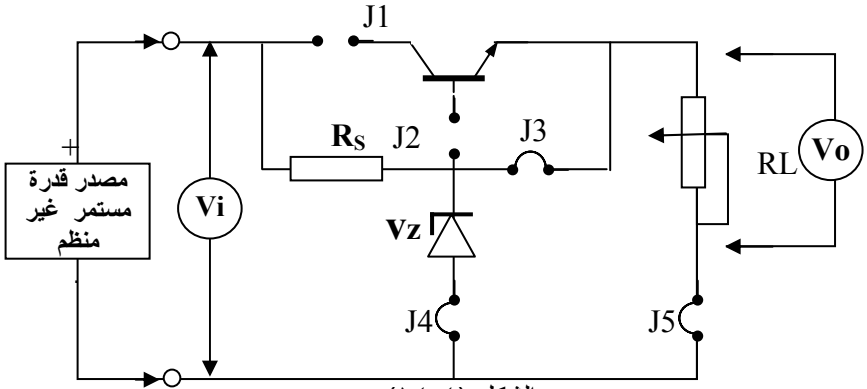
١ -	R_S: مقاومة	220Ω قدرة 0.5W
٢ -	Q: ترانزستور	BD137 أو 2N3055 أو ما يكافئه
٣ -	Z: ثنائي زينر	1N758 جهد الانهيار Vz = 10V , Pzmax 0.5W
٤ -	RL: مقاومة	مقاومة حمل متغيرة 5KΩ

الأجهزة المطلوبة:

- مصدر قدرة غير منظم (المصدر السابق) يتغير جهده من 6V إلى 20V أو أي مصدر قدرة آخر.
- أجهزة قياس متعدد (آفوميترات) - جهاز أوسيلوسكوب
- عدة لحام .

٤ -٢ -٦ القياسات على منظم التوازي

أفصل الجسر J1,J2 وصل الجسر J3 في الدائرة العملية السابقة فتعمل الدائرة كمنظم جهد توازي ثم صل أجهزة القياس كما في الشكل (٤ - ١٣)



الشكل (٤-١٤)

٤ -٢ -٦ -١ قياس و مشاهدة تأثير تَغَير جهد الدخل غير المنظم

١- اضبط المقاومة RL على أقصى قيمة $5k\Omega$

٢- غير مصدر القدرة Vi في المدى من 5V إلى 20 V

٣- شاهد وسجل قراءة جهد الخرج V_0 في كل مرة في الجدول (٤ - ٤)

Vi(v)	5V	8	10	12	15	18	20
V_o							

الجدول (٤-٤)

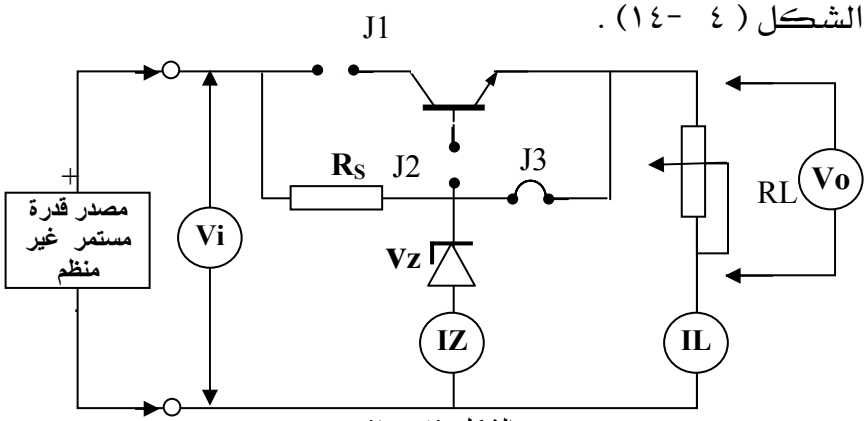
أكتب الملحوظات والاستنتاجات :

- عندما Vi < VZ ماذا يحدث ؟
- يبدأ تنظيم الجهد عندما Vi (أكبر – يساوي – أصغر) من VZ
- عندما يتغير Vi من 12V إلى 20V هل يظل الخرج Vo ثابتاً تقريبا (نعم / لا) ما مقدار جهد الخرج المنظم عندئذ .....
- عند تغير Vi من 12V إلى 20V فإن 20-21=8V = **ΔVi** احسب التغير المناظر في جهد الخرج **ΔVo** التغير في جهد الخرج (كبير / صغير) مقارنة بالتغير في جهد الدخل.

التغير في جهد الخرج ΔVi=.....

٤ -٢ -٦ -٢ قياس تأثير تغير الحمل

١ - في الدائرة السابقة استبدل الجسر J4, J5 بجهازي أميتر لقياس تيار الحمل IL و تيار الزينر I_Z كما في الشكل (٤ -١٤) .



الشكل (٤-١٥)

٢ - اضبط جهد الدخل غير المنظم عند Vi = 20V

٣ - غير مقاومة الحمل من أقصى قيمة RL = 5KΩ إلى $RL = 500\Omega$ (مقاومة الحمل الكامل)

٤ - شاهد وسجل قراءات كل من IZ, IL, Vo في الجدول (٤ -٥)

٥ - افصل جهاز قياس تيار الحمل وبذلك تكون مقاومة الحمل دائرة مفتوحة $RL = \infty$, IL = 0 وسجل قياس جهد الخرج VO وتيار الزينر IZ في العمود الأيمن في الجدول (٤ -٥)

RL	$5K\Omega$	$3K\Omega$	$1K\Omega$	500Ω	$RL = \infty$
Vo				V_{FL}=	V_{NL}=
IL					IL = 0
Iz					

الجدول (٤-٥)

ملحوظة هامة : مع كل مرة تغير في مقاومة الحمل أفصل القدرة وقس المقاومة ؟

الملحوظات والاستنتاجات

- بزيادة تيار الحمل (يقل – يزداد) تيار زينر Iz
- بزيادة مقاومة الحمل (يزداد – يقل) تيار الحمل IL
- هل مجموع $I_L + I_z$ دائما ثابت (نعم / لا)
- هل جهد الخرج المنظم Vo = Vz تقريبا (نعم /لا)
- ارسم العلاقة بين تيار الحمل I_L وجهد الخرج المنظم V_O .

قارن بين الشكل السابق بالشكل المناظر في مصدر القدرة غير المنظم ستجد أن: - في مصدر القدرة المنظم عندما يتغير تيار الحمل فإن تغير جهد الخرج يكون صغيرا مقارنة بمصدر القدرة غير منظم .

٤ -٢ -٦ -٣ حساب معاملي تنظيم الجهد و التموج

١ - من الجدول (٤ -٥) احسب معامل تنظيم الجهد VR بالعلاقة.

$$VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} =$$

حيث V_{NL} جهد الخرج في عدم وجود حمل $RL = \infty$

حيث V_{FL} جهد الخرج في حالة الحمل الكامل (اعتبر أن الحمل الكامل $RL = 500\Omega$)

٢ - عندما RL=500Ω وباستخدام الأوسيلوسكوب على وضع إقران AC ارسم جهد التموج .

٣ - احسب معامل التموج كنسبة مئوية % ..... r =

قارن بين جهد التموج ومعامل التموج مع جهد التموج ومعامل التموج في المصدر غير المنظم السابق ثم اكتب ملحوظاتك واستنتاجك .....

.....

٤ - من الجدول (٤ -٥) يمكنك حساب التغير في جهد الخرج ΔVo عندما تتغير RL من $5K\Omega$ إلى 500Ω

ΔVO= .....

من الجدول عين التغير المناظر في تيار الزينر احسب ΔIz المناظرة

ΔIZ= .....

٥ - احسب التغير المناظر في جهد الخرج مستخدما العلاقة $\Delta Vo = rz * \Delta Iz$

حيث rz المقاومة الديناميكية للزينر من جدول البيانات

هل نتيجة قياس ΔVO تطابق نتيجة الحساب تقريبا ؟

٤ -٢ -٦ -٤ تأثير زيادة تيار الحمل على عمل المنظم :

١ - وصل جهاز الأميتر مرة أخرى لقياس تيار الحمل IL .

٢ -أضبط مقاومة الحمل RL عند أقل قيمة ($RL = 0$) ثم سجل قياس كل من VO, IL, IZ.

V_O= ....., I_L= ....., I_Z=.....

٣ - تدريجيا وببطء زد مقاومة الحمل RL ولاحظ قراءات كل من V_O, I_L, I_Z .

ماذا تلاحظ ؟ .....

٤ - استمر في زيادة مقاومة الحملRL ببطء وراقب جهد الخرج V O وعندما يقترب جهد الخرج من جهد الزينر ويصبح مساوياً له تقريبا ($V_O = V_Z = 10$ V) توقف عن زيادة RL وعندئذ سجل قراءة كل من V_O, I_L, I_Z

V_O= ....., I_L= ....., I_Z=.....

٥ - افصل الجهد عن الدائرة و قس المقاومة R_L R_L = ...,

٦ - سجل ملحوظاتك ثم أجب عن الأسئلة الآتية .....

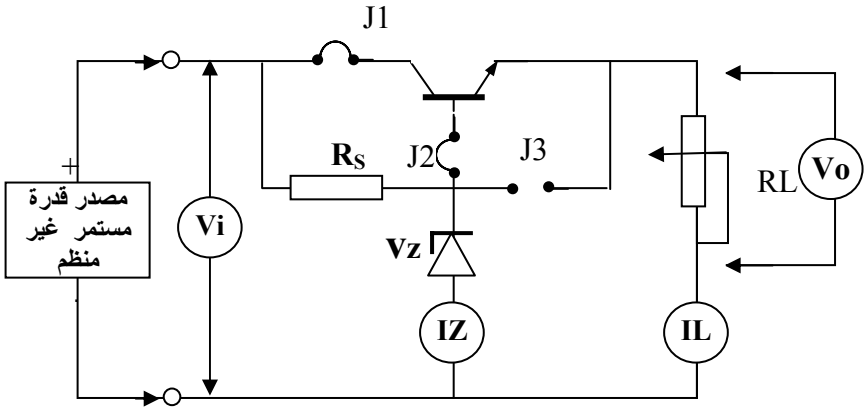
.....

- عند مقاومة حمل صغيرة جدا هل VO = VZ (نعم /لا) ؟
- عند مقاومة حمل صغيرة فإن تيار الحمل يكون (كبير / صغيراً)
- لماذا لا يحدث تنظيم للجهد عند قيم صغيرة جدا للحمل ؟
- هل منظم التوازي مناسب لإمداد الحمل بتيار كبير (نعم /لا) ؟

تعليق : بعد إجابتك على الأسئلة السابقة ومن خلال تمعنك في الأسئلة وإجابتها يمكنك استنتاج عيوب منظم الجهد التوازي ولماذا نستخدم منظمات الجهد توالي .

٤ -٢ -٧ القياسات على منظم الجهد توالي

أفصل الجسر J3 وصل الجسر J1, J2 في الدائرة العملية كما في الشكل (٤ -١٥) .



الشكل (٤-١٦)

٤ -٢ -٧ -١ قياس ومشاهدة تأثير تغير الحمل

١- اضبط جهد الدخل غير المنظم عند Vi = 20V

٢- اضبط قيمة RL على أقصى قيمة $RL = 5K\Omega$

سجل قيمة كل من : ..... = Vo ، .....=I_L ، ..... =I_Z

هل يوجد فرق في القيمة بين V_O ، V_Z (نعم /لا) ؟

إذا كانت الإجابة نعم فما الفرق بينهما ؟.....ولماذا ؟.....

٣ - غير في قيمة RL من 100Ω إلى $5K\Omega$ وشاهد وسجل قراءة كل من Vo, I_L, Iz في الجدول (٤ - ٦)

RL	RL = ∞	5k	3k	1KΩ	500Ω	300Ω	100Ω
Vo	V_{NL}=				V_{FL}=		
IL	0						
Iz							

الجدول (٤-٦)

٤ - ارسم العلاقة بين Vo, I_L

قارن - رسم العلاقة بين Vo, I_L في منظم التوالي مع رسم العلاقة في منظم التوازي السابق ؟

ماذا تلاحظ ؟.....

٤ -٢ -٧ -٢حساب معامل تنظيم الجهد والتموج

٥ - حسب معامل تنظيم الجهد كما سبق

$$VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} =$$

٦ - ارسم جهد التموج باستخدام الأوسلوسكوب علىوضع إقران AC عندما $RL = 5k\Omega$

٧ - احسب معامل التموج .....

- قارن بين معامل التموج وجهد التموج في تنظيم التوالي مع معامل التموج وجهد التموج في تنظيم التوازي السابق .

ماذا تلاحظ ؟

وما استنتاجك ؟.....

٨ - من الجدول (٤ -٦) احسب التغير في جهد الخرج Δvo عندما تتغير مقاومة الحمل من RL =5KΩ إلى =RL500Ω

ΔVo = ...

- احســـب ΔIZ المنـــاظرة ΔIz = ΔI_Z=

.....

- التغير في جهد الخرج ΔVo (أكبر من - أقل من) من ΔVo في تنظيم التوازي .

-التغير في تيار الحمل ΔIZ (أكبر من - أقل من) ΔIZ في منتظم التوازي .

٩ - اضبط RL على أقل قيمة RL=0Ω

- وسجل قياس كل من I_Z=..... I_L....., V_O = ...

- قم بزيادة RL ببطء ولاحظ التغير في جهد الخرج Voو عندما يبدأ Vo بالثبات (تقريبا عند 9.5V)

ثبت قيمة R_L ثم سجل قيم ,V_o=……, I_L=……., I_Z= ……..,

- افصل القدرة و قس ..... = RL

- قارن بين هذه النتائج و القياسات مع نتائج وقياسات دائرة تنظيم التوازي ؟

.....

- هل تنظيم التوالي مناسب لإمداد الحمل بتيار كبير..... (نعم / لا) مع ذكر السبب ؟

- ما هو عيب تنظيم التوالي ؟

ملحوظات عملية :

(١) يمكن تنفيذ دوائر تنظيم التوالي بعناصر مفردة باستخدام ترانزستورين يعملان كمكبر للتيار (توصيلة دارلنتجون) ومزودة بدائرة حماية ضد زيادة تيار الحمل كما سنرى في التطبيق المحلول .

(٢) الدائرة السابقة لا يوجد بها دائرة حماية ضد زيادة تيار الحمل (ضد القصر) فإذا زاد تيار الحمل بدرجة كبيرة سيؤدي ذلك إلى إتلاف الترانزستور أو إتلاف دائرة التقويم أوكلاهما.

(٣) في كل دوائر تنظيم الجهد يجب أن يزيد جهد الدخل المستمر غير المنظم عن جهد الخرج المنظم على الأقل بقيمة تتراوح مابين 2V إلى 3V حتى يؤدي المنظم عمله .

٤ -٢ -٨ منظمات الجهد المتكاملة IC Voltage Regulators

بالإضافة إلى دوائر تنظيم الجهد بعناصر مفردة السابقة والتي تحتاج لتوصيل الكثير من العناصر مثل المقاومات – ترانزستور – ثنائيات ، ونتيجة للتطور الهائل في صناعة العناصر الالكترونية فقد تم إنتاج دوائر متكاملة IC تعمل كمنظمات للجهد بحيث تعطي جهد خرج محدد وتيار محدد وتتميز منظمات الجهد المتكاملة بالآتي:

١- تحتاج لعدد قليل من العناصر الخارجية.

٢- تنتج جهداً منتظماً ممتازاً من ناحية الاستقرار حيث يقل معمل التموج ومعامل تنظيم الجهد.

٣- تحتوي على دوائر حماية ضد كل من زيادة التيار و الجهد و درجة الحرارة.

ويوجد منظمات تعطي جهوداً ثابتة موجبة أو سالبة ومنظمات أخرى تعطي جهد خرج قابل للتغير بعد إضافة بعض العناصر الخارجية.

٤ -٢ -٨ -١ رموز وأرقام منظمات الجهد المتكاملة:

يوجد العديد من منظمات الجهد المتكاملة بعضها بثلاثة أطراف وبعضها بأربعة أو بثمانية أطراف وبعضها في غلاف معدني أو بلاستيكي ،ولكل منظم جهد رقم ورمز حسب الجهد وشدة التيار المسموح بها ونسبة التفاوت في جهد الخرج ومعامل التنظيم وكل هذا يعرف من جداول البيانات .

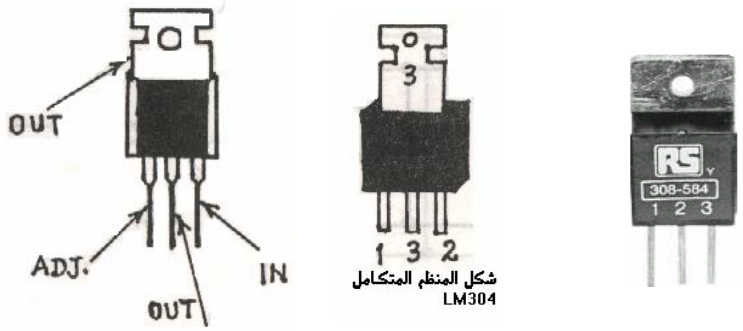
وأغلب الرموز المتداولة لمنظمات الجهد المتكاملة تبدأ بالأرقام الآتية:

AN, CA, EGG, HA, L, LA, LM, MC, NJM, TA, UA, UPC, NTE.

أمثلة لدوائر تنظيم جهد متكاملة:

- سلسلة LM78xx ذات ثلاثة أطراف و تعطي جهوداً ثابتة موجبة وبتيارات حمل من 100mA إلى 1.5A
- سلسلة LM79 xx مثل السابقة ولكن تعطي جهوداً ثانية سالبة .
- سلسلة M 340 تعطي جهود ثابتة موجبة
- سلسلة LM 320 تعطي جهوداً ثابتة سالبة.
- منظم جهد ثابت سالب AN 79H09 بقيمة جهد 9V أقصى تيار 300 mA
- منظم UPC 141 A منتظم جهد متكامل معدني مسطح دائري ذو ثمانية أطراف و يعطي خرج منظم 15V وتيار حتى 200 mA الشكل
- منظم EGG956 يعطي جهد خرج من 1.2V إلى 37V شدة تيار 1.2A والقدرة في حدود 20W وهو منظم ذو ثلاثة أطراف .

الشكل (٤ -١٦) يوضح أشكال عملية لبعض منظمات الجهد المتكاملة ويمكن معرفة خصائص وتحديد أطراف هذه الدوائر المتكاملة من جداول البيانات .



منظم الجهد

الشكل (٤-١٧)

٤ -٢ -٧ -٢ القياسات على منظم الجهد باستخدام دائرة متكاملة .

هات الدائرة العملية التي نفذتها في الوحدة الثانية ووصل معها مقاومة حمل متغيرة $5K\Omega$ وقم بعمل القياسات والنتائج مثل منتظم الجهد توالي ثم احسب معامل تنظيم الجهد ومعامل التموج واكتب الملحوظات والاستنتاجات .

.....

.....

الخلاصة Summary

١- تستخدم دوائر تنظيم الجهد لجعل جهد الخرج المنظم ثابتاً مستقراً و لا يتأثر بالتغيرات في جهد المنبع أو في شدة التيار المسحوب بواسطة الحمل أو بتأثير تغير درجة الحرارة.

٢- في منظمات جهد توازي يستخدم ثنائي الزينر كمنظم جهد ، بينما يستخدم الزينر كجهد مرجع Reference Voltage في منظمات الجهد توالي ويوصل دائما في انحياز عكسي Reverse Bias.

٣- من عيوب تنظيم التوازي محدودية تيار الحمل (لا يصلح لتيار حمل كبير) .

٤- منظمات الجهد توالي هي الأكثر استخداما حيث يمكنها إمداد الحمل بتيار كبير و يستخدم ترانزستور تابع الباعث كمنظم لزيادة التيار بمعامل تكبير التيار β .

٥- في منتظمات التوالي ذات التغذية العكسية يمكن الحصول على جهد عإلى الاستقرار ويفضل استخدام زينر بجهد 6V تقريبا لتقليل تأثير عامل الحرارة.

٦- منظمات الجهد توالي أكثر استقرارا من منظمات الجهد توازي .

٧- في كل دوائر تنظيم الجهد يجب أن يزيد جهد الدخل غير المنظم عن جهد الخرج المنظم على الأقل بـ 2V.

٨- في منظمات الجهد توالي بعناصر مفرده يقل جهد الخرج المنظم عن جهد الزينر بمقدار 0.6 V تقريبا .

٩- في دوائر تنظيم الجهد يجب مراعاة أقصى حدود للتيار والقدرة والجهد حتى لا تتلف العناصر.

١٠- تتميز منظمات الجهد المتكاملة بأنها تعطي جهداً ممتازاً من ناحية التنظيم وتحتوي على دوائر حماية ضد زيادة الحمل أو زيادة الجهد أو زيادة درجة الحرارة.

١١- يوجد الكثير من منظمات الجهد المتكاملة التي تعطي جهوداً موجبة أو سالبة بقيم ثابتة أو متغيرة وبتيارات حمل مختلفة يمكن معرفتها من جداول البيانات .

١٢- عمليا عندما تكون هناك مسافة بين منظم الجهد المتكامل وبين المصدر غير المنظم يجب توصيل مكثف إمرار عبر دخل المنظم لتقليل تأثير الجهود العابرة.

تطبيقات عملية محلولة

تطبيق عملي (١)

هذا التطبيق العملي يوضح لك التأثير الخطير لارتفاع درجة الحرارة على العناصر الالكترونية وخصوصا في مصادر القدرة

١- هات ترانزستور بغلاف معدني أو به مسرب حراري (أو ثنائي تقويم PN)

٢- هات فولتميتر رقمي وعلى وضع الموحد ووصل مجسي جهاز القياس مع القاعدة والمجمع فيعطي قراءة الجهد الحاجز حوإلى 0.6V (أو وصل ثنائي PN في انحياز أمامي وسجل القراءة)

٣- سخن وصلة المجمع القاعدة بتسخين المسرب الحراري بكاوية لحام (أو بتعريض الثنائي أو الترانزستور لمصباح كهربي قوته 60W لفترة زمنية قدرها دقيقتان)

٤- شاهد قراءة الجهد الحاجز على الفولتميتر

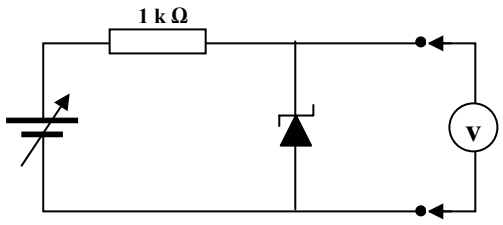
الملحوظة: ستنجد أن الجهد الحاجز 0.6V مع زيادة درجة الحرارة يقل تدريجيا وبسرعة ويصل إلى قيمة صغيرة حوإلى 0.35V

الاستنتاج: يدل هذا على أن لدرجة الحرارة تأثير خطير جدا على العناصر الالكترونية وخصوصا العناصر الفعالة ولذلك نجد أن منظمات الجهد يركب بها مسرب حراري . أضف لذلك ستجد أن مصادر القدرة التي تغذي أجهزة دقيقة مثل الكمبيوتر والأجهزة الطبية تحتوي على مرواح للتهوية مع العلم أن 85% من الأعطال قد تحدث في مصادر القدرة.

تطبيق عملي (٢)

لديك ثنائي زينر جهد الانهيار له V_Z غير معلوم كيف يمكنك قياس هذا الجهد . وبالتإلى يمكنك معرفة مدى صلاحيته .

١- وصل الزينر (عكسيا) مع مصدر قدرة متغير وعبر مقاومة 1kΩ وجهاز فولتميتر كما في الشكل (٤ -١٧) .



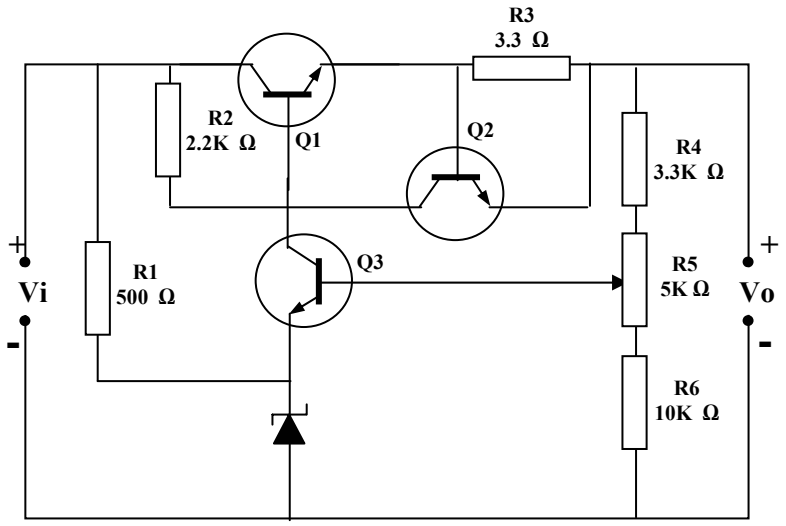
الشكل (٤-١٨)

٢- قم بزيادة جهد المصدر من صفر وبالتدريج ولاحظ قراءة الفولتميتر

٣- استمر في زيادة الجهد حتى تثبت قراءة الفولتميتر وعندئذٍ تكون هذه القيمة هي جهد انهيار زينر VZ

تطبيق عملي (٣)

الشكل (٤ -١٨) منظم جهد توالي متغير حيث يحتوي علىدائرة حماية ضد زيادة التيار



الشكل (٤-١٩)

أجب عن الأسئلة الآتية : -

١ - في دوائر تنظيم التوالي لماذا يفضل استخدام زينر بجهد قريب من 6V ؟

لأن معامل الحرارة عندئذ يقترب من الصفر وبذلك لن يتغير الجهد المُنَظَّم كثيرا بتغير درجة الحرارة

٢ - ما وظيفة ثنائي الزينر في دائرة تنظيم التوالي،

جهد زينر الثابت يستخدم في منظم التوالي كجهد مرجع ويمكن تكبيره بمكبر تغذية عكسية للحصول على جهد أعلى وبنفس استقرار حرارة جهد المرجع تقريبا.

٢ - ما وظيفة الترانزستورات Q1, Q2, Q3:

- الترانزستور Q 1: مكبر قدرة تابع الباعث لإمداد الحمل بالتيار المناسب ويسمى ترانزستور إمرار التوالي Series Pass Transistor وهذا الترانزستور هو منظم الجهد و يعمل كمقاومة توالي متغيرة حسب الجهد الواقع على قاعدته .
- الترانزستور Q2: ترانزستور قدرة عام مكبر جهد وتيار ذو حساسية عالية يستخدم كمكبر خطأ للمقارنة بين جهد الخرج المنظم وجهد المرجع Vz وهو الذي يتحكم في تشغيل الترانزيستور Q1.
- الترانزستور Q3: لحماية دائرتي التنظيم والتقويم من زيادة تيار الحمل عن القيمة المحددة .

٣ - كيف يقوم هذا الترانزستور Q3 بالحماية؟

عند زيادة تيار الحمل عن القيمة المحددة يزداد التيار المار في المقاومة R4 ويتحول Q3 للتوصيل فيمر تيار كبير خلال R3 فيقل جهد الخرج على قاعدة Q2 و يقل جهد الخرج وبالتإلى يقل التيار.

٤ - ما وظيفة المقاومة R4:

قيمة هذه المقاومة هي التي تحدد أقصى تيار يمكن أن يمر في الحمل ويتحدد هذا التيار بالعلاقة. $IL\max = \frac{VBE}{RA} \approx \frac{0.7v}{R_4}$

٥ - في الدائرة العملية السابقة الشكل (٤ -١٨) ما أقصى تيار حمل يمكن سحبه من الدائرة

$$IL\max = \frac{0.7}{33} = 21\ mA$$

٦ - ما القيمة المناسبة للمقاومة R4 والتي يمكن أن تحمي الدائرة عند مرور تيار حمل حتى 100mA ؟ $R4 = \frac{0.7}{100*10^{-3}} \approx 7\Omega$

نستبدل المقاومة R4 التي تساوي 33Ω بمقاومة قيمتها 7Ω .

٧ - كيف يمكن تغير جهد الخرج ؟

بتغير النسبة بين R2, R1

٨ - ما قيمة جهد الخرج المنظم ؟ يعطي بالعلاقة Vo= A (VZ - VBE)

حيث $A = \frac{R_2}{R_1} + 1$ معامل تكبير الدائرة.

٩ - ما أقل جهد خرج منظم؟

أقل جهد خرج منظم عندما A=1 (R2=0) Vo = VZ -VBE = 6.2v - 0.7 = 6.9v

أسئلة تقييم:

أ - اختر الإجابة الصحيحة:

١- إذا كان أقصى قدرة لزينر Pzmax = IW ، VZ= 10V ما أقصى تيار Izmax :
(150mA, 100mA, 50mA)

٢- يوصل ثنائي زينر في انحياز (أمامي – عكسي)

٣- في دوار تنظيم الجهد يجب أن يكون معامل تنظيم الجهد (أكبر ما يمكن – أقل ما يمكن – يعتمد على حالة التشغيل)

٤- من عيوب دائرة منظم الجهد توازي هو (محدودية جهد الخرج – محدودية تيار الحمل)

٥- في منظم الجهد لزيادة تيار الحمل يجب إضافة (ثنائيات – مكثفات – ترانزستور تابع الباعث)

٦- في منظم التوالي بترانزستور و زينر (يقل – يزيد) جهد الخرج المنظم عن جهد زينر تقريبا بـ 0.6v

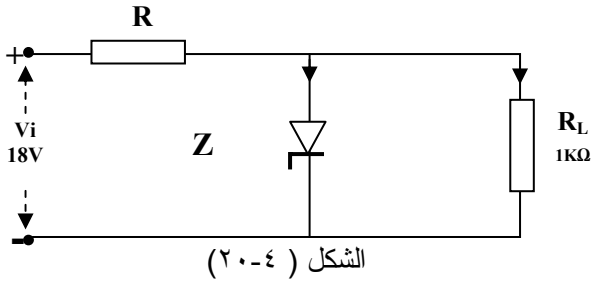
ب - في منظم التوالي مع دائرة حماية ضد زيادة تيار الحمل الشكل(٤ -١٨) .

١ - إذا تم استبدال المقاومة R4 بمقاومة قيمتها 1Ω.
احسب أقصى تيار يمكن أن يمر في الحمل (1A – 700 mA – 500 mA)

٢ - ما وظيفة المقاومة R1 ؟

٣ - ما وظيفة المقاومة المتغيرة R5 ؟

جـ - في الشكل (٤ -١٩) منظم جهد توازي إذا كان
$V_Z = 20$ ، Pzmax = 1W ، Iz = 12.5 mA



الشكل (٤-٢٠)

١- يوجد خطأين:
الأول: .....
الثاني:.....

٢- بعد تصحيح الأخطاء.
إذا كان Vi=30 v
ما قيمة Rs المناسبة ؟

٣- إذا كان تيار الحمل الكامل I_{FL} = 35 mA ماذا يحدث إذا قلت مقاومة الحمل وأصبحت 600 Ω هل يحدث تنظيم للجهد (نعم / لا) ؟

ولماذا؟ .....

د - أكمل :

١ - الغرض من تنظيم الجهد تقليل تأثير كل من.....، .....، .....

٢ - عند تنفيذك لدائرة عملية وجدت أن الزينر دائما يسخن بعد فترة تم تلف هناك ثلاثة احتمالات للخطأ هي

١ - أن تكون المقاومة المحددة للتيار الزينر صغيرة فيجب استبدالها بقيمة أكبر.

٢ - أن يكون .....

٣ - أن يكون .....

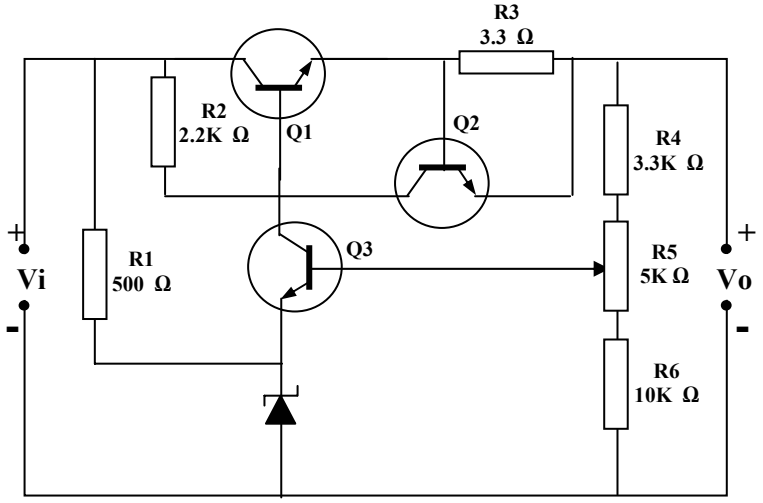
٣ - في دائرة تنظيم جهد عند قياس جهد الخرج وجدت أن جهد الخرج غير ثابت ويتغير مع تغير الحمل وتغير المصدر ما هي احتمالات الخطأ.

١ - .....

٢ - .....

تطبيق عملي منزلي

يمكنك تنفيذ هذا التطبيق في المنزل والاستفادة منه ، وهذا التطبيق منظم جهد توالي يمكن ضبطه للحصول على جهد مستمر متغير ويحتوي على دائرة حماية ضد زيادة التيار .



الشكل (٤-٢١)

العناصر:

- قيم العناصر على الدائرة
- ثلاثة ترانزستورات 2N3904 أو ما يماثلها نوع (NPN).
- ثنائي زينر 1N753 (أو أي زينر له جهد قريب منه 6.2V)

نماذج تقييم الأداء

١ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب

[يعبأ من قبل المتدرب]

تعليمات

بعد الانتهاء من تنفيذ دائرة مصدر القدرة المنظم وغير المنظم قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته وفي حاله عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) في الخانة الخاصة بذلك .

العناصر	هل أتقنت الوحدة			
	غير	لا	جزئيا	كليا
١ - تخطيط و تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية . ٢ - تحديد أطراف العناصر القطبية وتركيب الأطراف في الأماكن الصحيحة. ٣ - لحام وفك واستبدال العناصر . ٤ - توصيل وضبط أجهزة القياس وكيفية استخدام الأوسيلوسكوب . ٥ - القياسات والنتائج ومطابقة القياسات مع عمل الدائرة .				

النتيجة : إذا كانت الإجابة لا أو جزئيا أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب

٢ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

[يعبأ عن طريق المدرب]

اسم المتدرب :.....	التاريخ : / /
رقم المتدرب	رقم المحاولة : ١ : ٢ : ٣
العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠٪ بين مجموع النقاط . الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط	

بنود التقييم	الدرجة	درجة التقييم
١ - تخطيط و تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية .	٢٠	
٢ - تحديد أطراف العناصر القطبية وتركيب الأطراف في الأماكن الصحيحة.	٢٠	
٣ - لحام وفك واستبدال العناصر .	٢٠	
٤ - توصيل وضبط أجهزة القياس وكيفية استخدام الأوسيلوسكوب .	٢٠	
٥ - القياسات والنتائج ومطابقة القياسات مع عمل الدائرة .	٢٠	
المجموع	١٠٠	

ملحوظات .....

توقيع المدرب .....

ملحوظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ورشة إلكترونية (١)

دوائر التكبير

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة المطلوبة : تنفيذ دائرتي مكبر إشارة صغيرة ذو ربط بمقاومة ومكثف ومكبر قدرة دفع وجذب وعمل القياسات المطلوبة .

الأهداف : بعد الانتهاء من هذه الوحدة يكون المتدرب قادرا على:

١- قياس وحساب معامل تكبير الجهد (الكسب) Gain

٢- رسم منحنى الاستجابة الترددية Frequency Response

٣- مشاهدة زاوية إزاحة الوجه بين الخرج والدخل Phase Shift

٤- قياس ومشاهدة جهود الانحياز والأشكال الموجبة علىدائرة مكبر الإشارة الصغيرة .

٥- مشاهدة تأثير مكثف الإمرار على معامل التكبير باستخدام الأوسيلوسكوب

٦- قياس ومشاهدة جهود الانحياز والأشكال الموجية علىمكبر الدفع والجذب.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى نسبة إتقان ٩٥٪ لهذه الجدارة .

الوقت المتوقع للتدريب : ٣٦ ساعة

الوسائل المساعدة :

١ - أجهزة أوسيلوسكوب ذو قناتين

٢ - أجهزة قياس متعددة (آفوميترات)

٣ - عدة لحام .

متطلبات الجدارة :

١ - إتقان استخدام جهاز الأوسيلوسكوب في قياس القيمة العظمى والقيمة الفعالة وأجهزة القياس الأخرى

٢ - معرفة قوانين حساب معامل تكبير الجهد.

مقدمة

تعتبر دوائر التكبير Amplification Circuits دوائر أساسية في جميع الأجهزة والدوائر الالكترونية مثل أجهزة الإرسال والاستقبال والأجهزة الطبية وأجهزة القياس وغيرها. وفي الوحدة الثالثة تم تنفيذ دائرة عملية لمفتاح الكتروني باستخدام الترانزستور وكما نعلم فإن الاستخدام الرئيس للترانزستور هو العمل كمكبر لما له من المميزات وهذا ما ستقوم بتنفيذه في هذه الوحدة.

وإلىوم على الرغم من استخدام دوائر التكبير المتكاملة IC بكثرة فما زالت دوائر التكبير باستخدام الترانزستور شائعة الاستخدام وخصوصا في الدوائر الالكترونية البسيطة أو عند الحاجة لدوائر خاصة لأسباب فنية واقتصادية، ويمكن تصنيف المكبرات بعدة طرق ،فيمكن تصنيفها :

١ - طبقا للتردد مثل دوائر تكبير التردد الصوتي و دوائر تكبير التردد العالى.

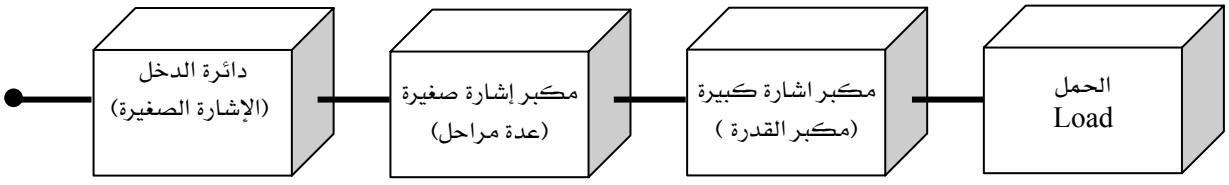
٢ - طبقا لسعة الإشارة المراد تكبيرها فتنقسم إلى دوائر تكبير الإشارة الصغيرة Small Signal Amplifier ودوائر تكبير الإشارة الكبيرة (القدرة) Power Amplifier

٣ - طبقا لطريقة الربط – ربط بمقاومة ومكثف وربط مباشر وربط بمحول .

٤ - طبقا لنقطة التشغيل نوع (صنف) Class A - نوع B – نوع C

ولكل نوع خصائصه واستخداماته .

وعمليا قد تتواجد دائرة مكبر إشارة صغيرة ودائرة مكبر قدرة في نفس الجهاز ،الشكل(٥ -١) يوضح مخطط صندوقي لنظام المكبر كامل.



الشكل (٥-١)

وفي هذه الوحدة ستقوم بتنفيذ نوعين مختلفين من دوائر التكبير هما :

١- دائرة تكبير إشارة صغيرة نوع A تستخدم الربط بمقاومة ومكثف RC coupling .

٢- دائرة تكبير قدرة باستخدام مكبر دفع وجذب Push Pull نوع B .

وستقوم بإجراء القياسات اللازمة لتوضيح عمل هذه الدوائر وحساب معامل التكبير ورسم منحنى الاستجابة الترددية ومشاهدة الشكل الموجي الإشارة في دائرة التكبير باستخدام الأوسيلوسكوب .

المصطلحات الفنية :

١ - **المكبر** Amplifier

دائرة الكترونية تستخدم لتكبير جهد أو تيار أو قدرة إشارة الدخل بدون حدوث تشويه في التردد

٢ - **الاستجابة الترددية للمكبر** Frequency Response

هو رسم العلاقة بين معامل التكبير (كسب المكبر) وتردد إشارة الدخل ومنه نعرف تأثير تردد الإشارة على عمل المكبر وبالتإلى نحدد مدى التردد الذي يعمل عليه المكبر.

٣ - **معامل التكبير** Amplification Factor

هو حاصل قسمة القيمة المطلقة للإشارة الخرج على القيمة المطلقة للإشارة الدخل $Av=\frac{|Vo|}{|Vi|}$ معامل تكبير الجهد.

٤ - **كفاءة المكبر** (ή) Amplifier Efficiency

هو النسبة بين القدرة المترددة لخرج المكبر والمستفاد بها في الحمل Po(ac) والقدرة المسحوبة من مصدر القدرة P.(dc) $\eta=\frac{Po(ac)}{Pi(dc)}$

٥ - **مكبر الباعث المشترك** Common Emitter(CE)

حيث يكون طرف الباعث مشترك بين دائرتي الدخل والخرج ، ومكبر الباعث المشترك هو المكبر الأكثر استخداما وخصوصا في المراحل المتوسطة لأنه يعطي تكبيراً لكل من جهد التيار والقدرة.

٦ - **مكبر القاعدة المشتركة** Common Base (BC)

يستخدم لتكبير الجهد ويتميز بمقاومة دخل صغيرة ومناسب لتكبير الترددات العإلىة.

٧ - **مكبر المجمع المشترك** Common Collector (CC)

يسمى أيضا بتابع الباعث Emitter Follower يتميز بمقاومة دخل كبيرة جدا ويعطي تكبيراً للتيار ويسمى أيضا بالمكبر العازل Buffer

٨ - **التردد الصوتي** Audio Frequency

هو التردد الذي يقع بين 200 Hz وحتى 20KHz والمكبر الذي يعمل على هذا التردد يسمى مكبر تردد سمعي Audio Amplifier

٩ - **مكبر الإشارة الصغيرة** Small Signal Amplifier

المكبر الذي يكون فيه تغير تيار الخرج المتردد (سعة الإشارة) صغير مقارنة بجهود وتيارات الانحياز المستمرة أو المكبر الذي يعطي قدرة أقل من 10 mW ، ويستخدم في المراحل الأولى وعادة يكون لترانزستور الإشارة الصغيرة تبديد قدرة أقل من 0.5W

١٠ - **مكبر القدرة** Power Amplifier

في الواقع كل المكبرات تصنف مكبرات قدرة ولكن عادة يطلق لفظ مكبر القدرة على المكبر الذي يستخدم في المراحل الأخيرة لإمداد الحمل بالقدرة المناسبة ،ولترانزستور القدرة تبديد أكبر من 1W

١١ - **دوائر الربط** Coupling Circuit

دوائر تستخدم للربط بين مراحل التكبير ويوجد ثلاثة أنواع هي ربط بمقاومة ومكثف RC - ربط مباشرة Direct Coupling– ربط بمحول Transformer Coupling ، و لكل نوع خصائصه واستخدامه.

١٢ - **مكثف الربط** Coupling Capacitor

هو المكثف الذي يربط بين نقطة غير أرضية مع نقطة أخرى غير أرضية ويسمى أيضا بمكثف المنع حيث يسمح بمرور التيار المتردد ويمنع مرور التيار المستمر.

١٣ - **مكثف الإمرار** Bypass Capacitor

يربط نقطة غير أرضية بنقطة أخرى أرضية فيزيد من معامل تكبير الإشارة المترددة .

١٤ - **المكبر نوع (صنف A)** Class A Operating Amplifier

يتم تشغيل هذا المكبر عند منصف خط الحمل تقريبا ($\frac{VCC}{2}$) وبالتإلى يعمل المكبر على الدورة الكاملة لإشارة الدخل المترددة .

١٥ - **المكبر نوع (B)** Class B Operating Amplifier :

في هذا المكبر تكون نقطة التشغيل عند نقطة القطع تقريبا فيعمل المكبر على نصف دورة فقط ويستخدم مع مكبرات قدرة دفع وجذب .

١٦ - **مكبر الدفع والجذب** Push Pull Amplifier:

يستخدم ترانزستورين بحيث يقوم كل ترانزستور بتكبير نصف دورة من إشارة الدخل وذلك للحصول على قدرة خرج عإلى وكفاءة أكبر .

١٧ - **السماعة** Loud speaker

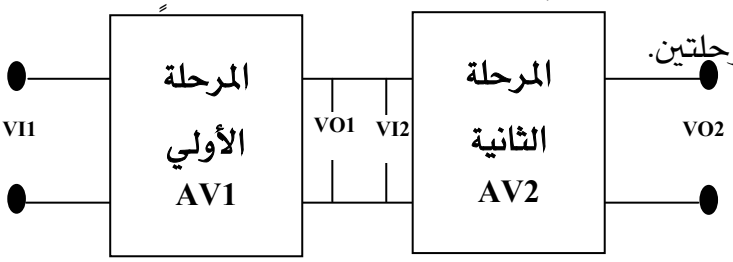
تحول الطاقة الكهربية إلى طاقة صوتية ومقاومتها صغيرة تتراوح ما بين 3 – 8Ω

٥ - ١ مكبر إشارة صغيرة ربط بمقاومة ومكثف

الاستخدام الرئيس للترانزستور هو العمل كمكبر ، وفي جميع دوائر التكبير يعمل الترانزستور في المنطقة الفعالة Active Region للحصول على جهد أو تيار خرج أكبر من جهد أو تيار الدخل ، وسواء عمل الترانزستور كمكبر للجهد أو مكبر للتيار ففي كلتا الحالتين يعطي تكبير للقدرة .

وفي مكبرات الإشارة الصغيرة Small Signal Amplifier تكون التغيرات في تيار المجمع (مركبة التيار المتردد) صغيرة مقارنة مع تيار المجمع المستمر ، وعادة تستخدم مكبرات الإشارة الصغيرة في المراحل الأولى في أجهزة الاستقبال وفي أجهزة القياس .

عند تكبير الإشارة ذات الجهد الصغير جداً (ميكروفولت) فإن مرحلة تكبير واحدة لا تكفي ولذلك يتم التكبير في مراحل متعددة متتالية للحصول على مقدار عالٍ من التكبير والشكل(٥ -٢) يوضح مخطط لمكبر ذو مرحلتين.



الشكل (٥ -٢)

واستخدام مراحل تكبير متعددة متتالية تعطي معامل (كسب) تكبير عالٍ جدا ويكون معامل التكبير الكلي AVT

$$AVT = AV_1 * AV_2$$

❖ **ويوجد ثلاثة طرق للربط بين المراحل وهي :**

١- طريقة الربط بمقاومة ومكثف وهي الأكثر استخداما RC Coupling

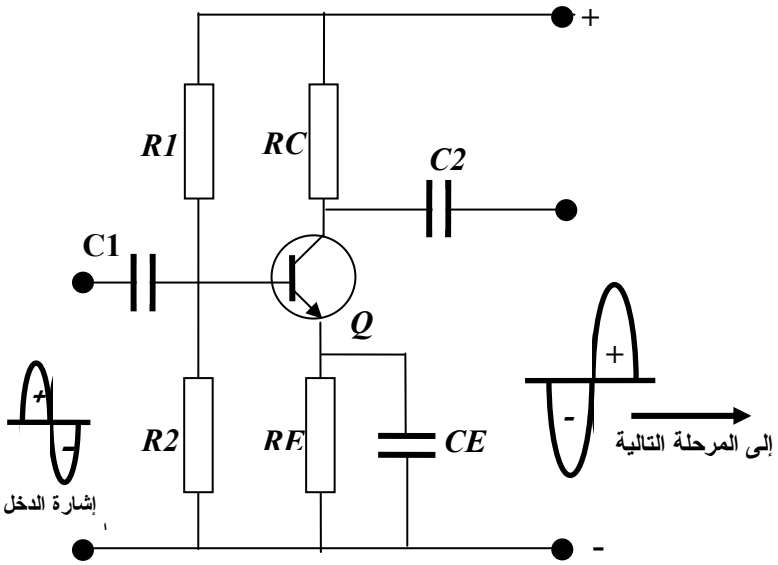
٢- طريقة الربط المباشر Direct Coupling

٣- طريقة الربط بمحول كهربي Transformer Coupling

ولكل طريقة مميزاتها وعيوبها واستخدامها المناسب (ناقش ذلك مع المدرب)

٥ -١ -١ الدائرة الأساسية

الشكل (٥ -٣) يوضح الدائرة الأساسية لمكبر(مرحلة واحدة) ربط RC



الشكل (٥-٣)

شرح عمل عناصر الدائرة:

١- الترانزستور Q يعمل مكبر في توصيله الباعث المشترك CE وبذلك يعطي تكبيراً لكل من الجهد والتيار.

٢- الانحياز المستخدم: مقسم الجهد وهو الأكثر استخداماً حيث تعمل المقاومتان R_1, R_2 كمقسم للجهد لتوفير الانحياز اللازم لقاعدة الترانزستور ، والمقاومة RC توفر الانحياز للمجمع .

٣- المقاومة RE: مقاومة الباعث تسمى مقاومة التوازن وهذه المقاومة مهمة وتعمل على استقرار نقطة التشغيل (استقرار الانحياز Bias Stability) ضد تغير درجة الحرارة حيث تعمل تغذية عكسية سالبة للتيار المستمر ومن عيوبها أن تقلل معامل التكبير .

٤- المكثف CE مكثف إمرار . bypass Capacitor يزيد من كسب الجهد للإشارة المتغيرة المطلوب تكبيرها حيث يمرر الإشارة المتغيرة على طريق المقاومة RE إلى الأرضي وبالتإلى يمنع التغذية العكسية السالبة للإشارة المتغيرة والتي تسبب خفض كسب المكبر.

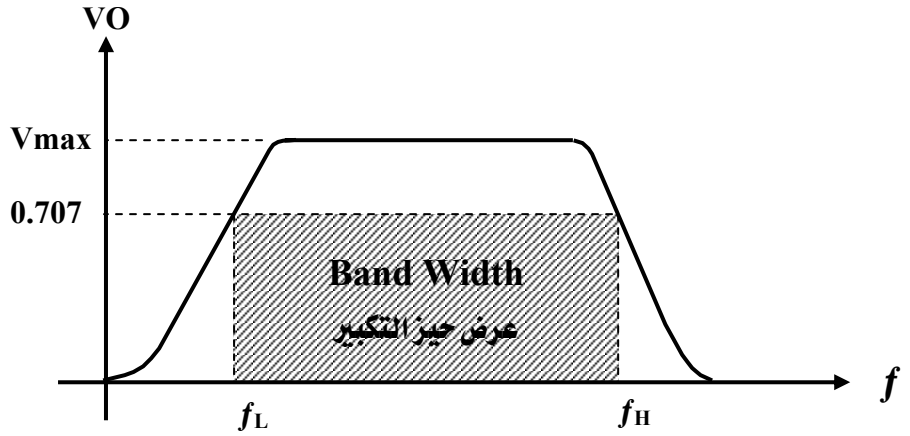
٥- مكثفي الربط C_1, C_2:

C_1: يربط بين مصدر إشارة الدخل ودائرة المكبر حيث يسمح بمرور الإشارة المترددة المطلوب تكبيرها إلى دائرة المكبر ويمنع مرور تيار الانحياز المستمر من الدخول للمصدر والذي قد يسبب إتلافه .

C_2: مكثف الربط الرئيس الذي يربط بين هذه المرحلة والمرحلة التالية حيث يسمح بمرور مركبة التيار المتردد للإشارة المراد تكبيرها إلى المرحلة التالية ويمنع (يحجز) مركبة جهد الانحياز المستمر . لماذا ؟ حتى لا تؤثر على جهد انحياز المرحلة التالية.

٥ -١ -١ -١ الاستجابة الترددية للمكبر Frequency Response

الشكل (٥ -٤) يوضح العلاقة بين تردد إشارة الدخل و جهد الخرج أو (معامل تكبير الجهد) لمكبر ذو ربط بمقاومة ومكثف .



الشكل (٥- ٤)

وكما هو واضح في الشكل (٥ -٤) فإن كسب الجهد يقل عند الترددات المنخفضة جدا وعند الترددات العالية جداً لماذا ؟

١- عند الترددات المنخفضة جدا تكون معيقة مكثفات الربط C_1, C_2 ومكثف الإمرار CE كبيرة وبذلك تعوق مرور إشارة الدخل فيقل جهد الخرج وبالتالي يقل الكسب.

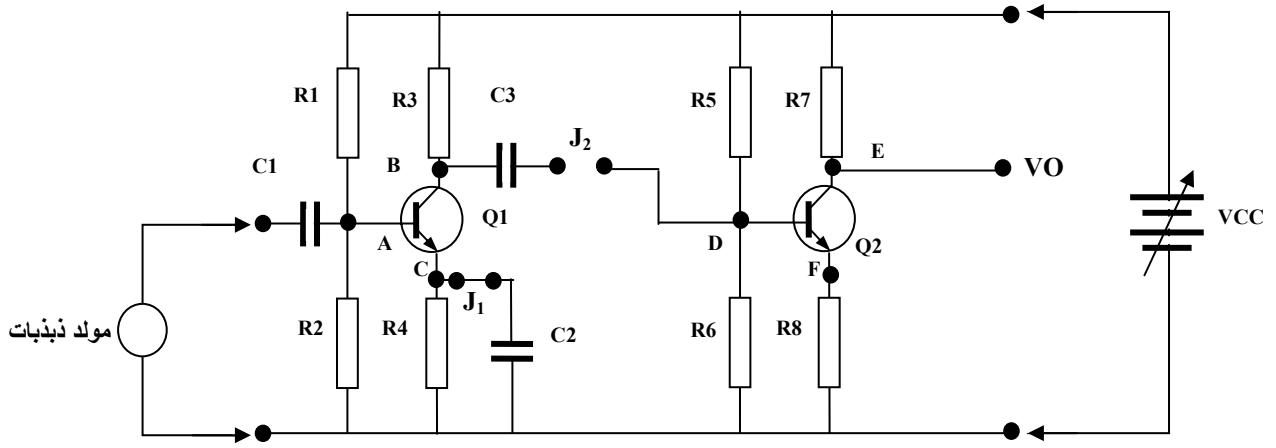
٢- عند الترددات العالية بسبب السعات الشاردة Stray Capacitance بين الأسلاك وبين توصيلات الشاسية وكذلك بسبب سعات الترانزستور الداخلية والتي تظهر كدائرة توازي مع دائرة الدخل ودائرة الخرج، وعند الترددات العالية جدا تقل معيقة هذه المكثفات وبالتالي تحدث نوع من القصر (Short circuit) على الخرج والدخل فيقل الجهد ويقل الكسب .

٣- في المدى المتوسط (مدى تكبير المكبر) يهمل تأثير كل من مكثفات الربط و الإمرار وكذلك السعات الشاردة ويظل الكسب ثابتاً.

٥ -١ -٢ الدائرة العملية

نفذ الدائرة العملية كما في الشكل (٥ -٥)

ملحوظة للمدرب: يمكن تقسيم الطلاب إلى مجموعات تتكون المجموعة من طالبين بحيث ينفذ كل طالب مرحلة ثم تجرى القياسات على كل مرحلة منفردة ثم يتم الربط بين المرحلتين عن طريق أسلاك خارجية وتجرى القياسات عليها كدائرة واحدة.



الشكل (٥ – ٥)

العناصر المطلوبة:

- الترانزستوران Q_2 , Q_1 ترانزستورا إشارة صغيرة(BC108) أو ما يكافئها .

يمكن استخدام Q_1 (2N6004) ، Q_2 (2N2102)

المقاومة	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
القيمة	68KΩ	27KΩ	1.2KΩ	680Ω	82KΩ	15KΩ	1KΩ	220Ω

جميع المقاومات بقدرة 0.5 W

$C1 = C2 = C3 = 100\ \mu F$ جميع المكثفات بجهد تشغيل 25 V

الأجهزة المطلوبة:

- أجهزة قياس متعدد لقياس الجهد والتيار
- جهاز أوسيلوسكوب ذو قناتين
- مصدر تغذية مستمر متغير من 10V to 20V
- مولد ذبذبات متغير السعة والتردد - عدة لحام .

٥ -١ -٣ القياسات والنتائج

٥ -١ -٣ -١ قياس جهود التغذية المستمرة :

١ - صل الجسر J1, J2

٢ - طبق جهد مستمر 10V + على الدائرة .

٣ - استخدم جهاز الآفوميتر على وضع (DC) وقس الجهد المستمر على نقاط الاختبار في الشكل

(٥ - ٥) وسجل القيم في الجدول (٥ -١)

نقطة الاختبار	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F
القيمة ألمقاسه						

الجدول (٥ -١)

٤ – احسب تياري المجمع للترانزستورين Q1 ، Q2 كالآتي

$$IC1 \cong IE_1 = \frac{VC}{R4}$$

$$IC2 \cong IE_2 = \frac{VF}{R8}$$

٥ -١ -٣ -٢ قياس وحساب معامل التكبير :

١ - صل الجسر J1 - وطبق جهد مستمر 10 V+ على دائرة المكبر .

٢ - اضبط خرج مولد الذبذبات على وضع موجة جيبية بتردد $1KH_Z$ واستخدم الأوسيلوسكوب لضبط سعة إشارة الدخل $50mv_{p-p}$ ثم صل هذه الإشارة بدخل دائرة المكبر .

٣ - استخدم الأوسيلوسكوب لقياس سعة الجهد المتردد (V_{P-P}) على نقاط الاختبار في الدائرة العملية وسجل القيم في الجدول (٥ -٢)

ملحوظة : عند حدوث تشوه في الإشارة عند نقطة الاختبار F يجب تقليل سعة موجة الدخل .

نقطة الاختبار	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F
اتساع **الجهد** V_{P-P}						

الجدول (٥ -٢)

٤ - احسب معامل تكبير الجهد للمرحلة الأولى AV1 بالعلاقة:

$$AV_1 = \frac{VB}{VA}$$ .....

٥ - احسب معامل تكبير الجهد للمرحلة الثانية AV2 بالعلاقة :

$$AV_2 = \frac{VE}{VD}$$ .....

٦ - احسب معامل التكبير الكلي للجهد بالعلاقة :

$$AVt = AV_1 \times AV_2$$ .....

٧ - احسب معامل التكبير الكلي للجهد بالعلاقة :

$$AVt = \frac{VE}{VA}$$ .....

٨ - هل النتائج متطابقة تقريباً في الخطوة ٦ والخطوة ٧ (نعم / لا) ؟

ملحوظة : يمكن استخدام الفولتميتر على وضع AC لقياس الجهد المتردد على نقاط الاختبار في الدائرة العملية وعندئذ تسجل القيمة في الجدول (٥ – ٢) كقيمة فعالة rms .

٥ -١ -٣ -١ مشاهدة تأثير مكثف التسريب C2 على معامل التكبير :

١ – افصل الجسر J1

٢ - مع جهد دخل متردد Vi p-p=50mv كرر الخطوة (٣) السابقة وسجل القيم في الجدول (٥ -٣).

نقطة الاختبار	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F
اتساع **الجهد** V_{P-P}						

الجدول(٥-٣)

٣ - كرر الخطوات السابقة من (٤) إلى (٦)

واحسب معامل تكبير الجهد

Av_1=.....

Av_2=.....

Av_t=.....

٤ - قارن بين معاملات تكبير الجهد في وجود مكثف الربط C2 وفي حالة عدم وجوده دون ملحوظات واستنتاجاتك.....

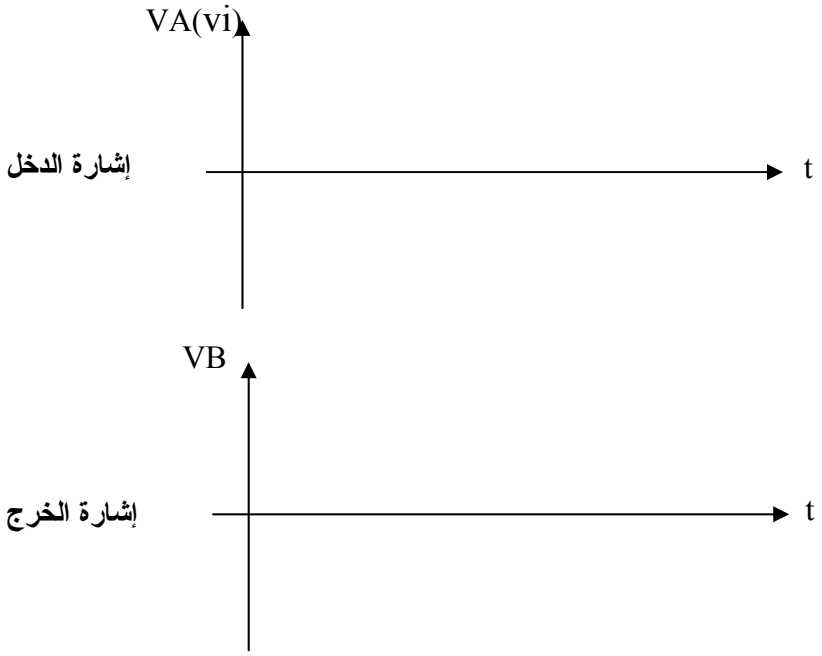
.....

٥ -١ -٣ -٤ مشاهدة زاوية إزاحة الوجه Phase Shift في دائرة المكبر .

١ - اضبط الأوسيلوسكوب على وضع القناتين.

٢ - وصل القناة الأولى لقياس ومشاهدة الجهد المتردد V_{AC} عند نقطة الاختبار A وصل القناة الثانية لقياس ومشاهدة الجهد المتردد V_{AC} عند نقطة الاختبار B .

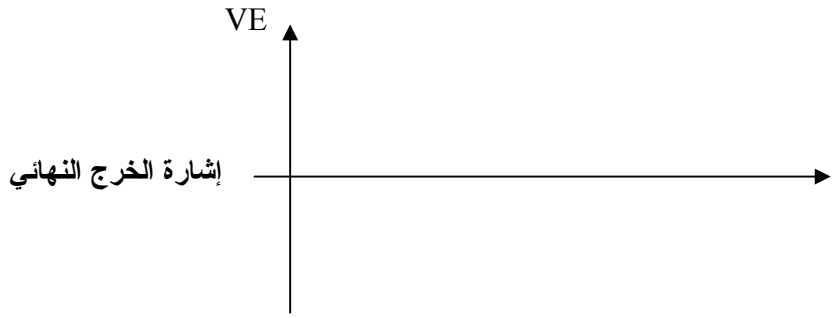
٣ - ارسم الشكل الموجي للإشارتين .



٤ - ماذا تشاهد ؟

- هل اتساع الموجة VB (أكبر – اصغر) من اتساع VA.
- هل تغير التردد (نعم / لا) .؟
- هل قمة موجة الدخل عند النقطة A يقابلها قمة أم قاع في موجة الخرج عند النقطة B ماذا تسمى هذا؟

٥ - وصل القناة الثانية للأوسلوسكوب عند النقطة E وشاهد جهد الخرج المتردد عند النقطة Eثم ارسم جهد الدخل عند النقطة A وجهد الخرج النهائي عند النقط E .



الاستنتاج : ستجد أن جهد الخرج والدخل في نفس الطور

لماذا ؟.....

٥ -١ -٣ -٥ قياس ومشاهدة أكبر اتساع غير مشوه لإشارة الخرج .

١ - ببطء زد جهد الدخل Vin حتى تحصل على أقصى اتساع غير مشوة لجهد الخرج عند النقطة E ثم سجل هذه القيمة .

Vo_{p-p} = ...

٢ - استمر في زيادة جهد الدخل المتردد ستجد أن جهد الخرج بدأ يصبح مشوها (Distorted) وتحدث عملية قص (Clipping) لقمة وقاع الموجة .

٣ - زد جهد التغذية Vcc وشاهد ماذا يحدث للتشوه .

المشاهدة : .....

٥ -١ -٣ -٦ رسم منحني الاستجابة الترددية Frequency Response

١ - اضبط جهد خرج مولد الذبذبات Vi عند جهد $50mv/v_{p-p}$ وتردد 1KHz وباستخدام الأوسيلوسكوب شاهد جهد الخرج Vo بحيث لا يوجد تشوه في موجة الخرج وعند حدوث تشوه في موجة الخرج قلل اتساع جهد الدخل .

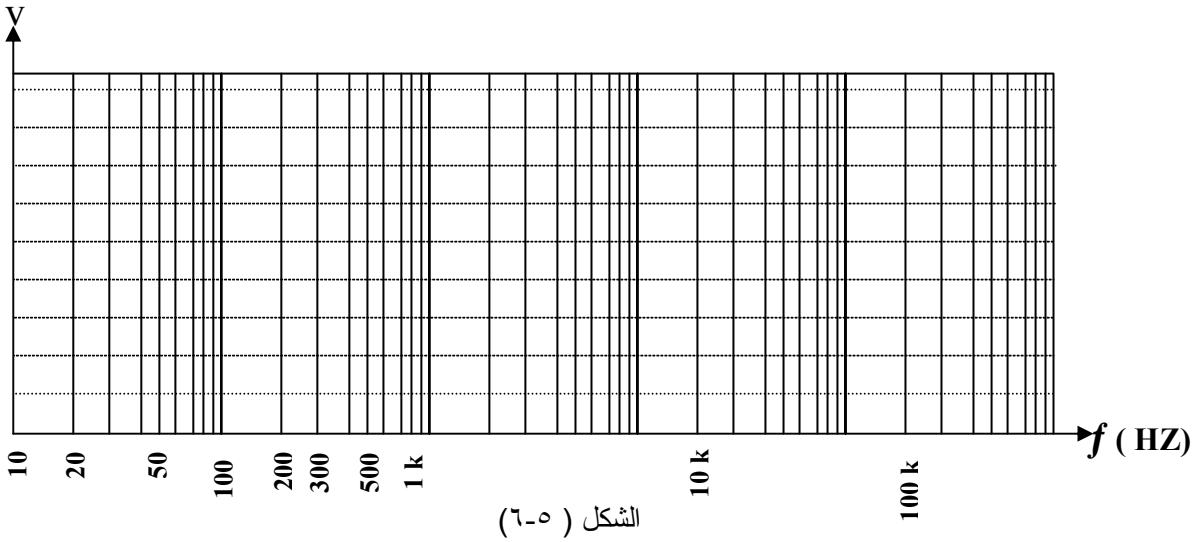
٢ - ثبت جهد الدخل Vi وقم بتغيير التردد وباستخدام الأوسيلوسكوب (أو جهاز فولتميتر رقمي على تدريج AC) قس جهد الخرج عند الترددات المسجلة في الجدول (٥ -٤) ثم سجل القيمة كما في هذا الجدول .

التردد	50Hz	100Hz	300Hz	500Hz	800Hz	1KHz	2KHz	5KHz	10KHz
VO									
الكسب A									

التردد	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	100HZ	200K			
VO									
الكسب A									

الجدول (٥ -٥)

٣ - ارسم العلاقة بين التردد وجهد الخرج على ورقة رسم لوغاريتمية الشكل (٥ -٦)



الشكل (٥-٦)

٤ - على الرسم حدد Vo_{max} وعند جهد يساوي $0.7Vo_{max}$ ارسم خط أفقي على منحنى الاستجابة الترددية .

٥ - احسب حيز التكبير

$$f_{Bw} = f_H - f_L$$

٦ - اكتب ملحوظاتك على منحنى الاستجابة الترددية للمكبر.

ولماذا يقل جهد الخرج عند الترددات المنخفضة جدا والترددات العالية جدا ؟

.....

.....

.....

الخلاصة Summery

١ - دوائر التكبير Amplification Circuits هي دوائر أساسية في معظم الأجهزة الإلكترونية .

٢ - في أغلب الأحيان يكون مكبر المرحلة الواحدة غير كاف للحصول على التكبير المطلوب لذلك تستخدم مراحل متتالية Multistage Amplifier

٣ - عند استخدام أكثر من مرحلة للتكبير يكون معامل التكبير الكلي كبيراً جدا حيث يساوي حاصل ضرب معاملات تكبير المراحل المنفردة

٤ -يوجد ثلاثة طرق للربط بين مراحل التكبير(ربط مباشر– ربط مقاومة ومكثف – ربط بمحول)

٥ -التردد الصوتي هو التردد الذي يقع في مدى أقل من 20 KH_Z

٦ -مكبر الإشارة الصغيرة هو مكبر نوع A ومن مميزاته أنه أقل الأنواع من حيث تشويه موجة الخرج Distortion ولكنه ذو كفاءة منخفضة .

٧ -عادة تستخدم مكبرات الإشارة الصغيرة في مراحل التكبير الأولى .

٨ -مكثفات الإمرار Bypass تزيد الكسب (gain) للإشارة المترددة ولكنها تؤثر سلبيا على حيز التكبير (تقلله) .

٩ -منحنى الاستجابة الترددية هي العلاقة بين التردد وكسب الجهد (أو جهد الخرج) للمكبر وهي توضح الترددات المناسبة للتكبير .

١٠ -الربط بمقاومة ومكثف RC لا يصلح لتكبير الإشارات ذات الترددات المنخفضة جدا وعندئذ يستخدم الربط المباشر .

١١ -في مكبرات الربط بمقاومة ومكثف يقل معامل تكبير الجهد عند الترددات المنخفضة جدا وعند الترددات العالية جدا .

١٢ -في مكبر الباعث المشترك CE يوجد إزاحة في الطور بين الدخل والخرج 180^o .

١٣ - تشغيل مكبر نوع A أفضل في حالة وجود إشارة عنه وفي حالة عدم وجودها .

تطبيق محلول

أ - كيف يمكنك حساب أقصى كفاءة في الدائرة العملية السابقة الشكل (٥ -٥) ؟

الحل :

١ - في الدائرة العملية في الشكل (٥ -٥) وصل جهاز أميتر توالي مع مصدر الجهد المستمر V_{CC} ليقيس التيار الكلي المستمر المسحوب من المصدر I_{DC} .

٢ - وصل مصدر القدرة و اضبطه عند جهد $V_{CC}=10V$

٣ - وصل الأوسيلوسكوب لقياس جهد الخرج المتردد Vo عند النقطة الاختبار F .

٤ - اضبط جهد الدخل المتردد على تردد $1KH_Z$ وقم بزيادة جهد الدخل حتى تحصل على أقصى اتساع لجهد خرج غير مشوه و باستخدام الاسيلسكوب احسب اتساع جهد الخرج .

$VO_{P-P} = ...$

٥ - قس التيار الكلي المستمر المسحوب من المصدر . $Idc = ...$

٦ - احسب القدرة المسحوبة من المصدر باستخدام العلاقة $Pdc = Vcc \times Idc = ...$

٧ - احسب قدرة الخرج باستخدام العلاقة $PO = \frac{VO_{P-P}}{\sqrt{2}} \times \frac{IO_{P-P}}{\sqrt{2}} = ...$

$PO = \frac{VO^2_{P-P}}{2R7} = ...$

٨ - احسب الكفاءة باستخدام العلاقة $\eta = \frac{PO}{Pdc} \times 100 = ...$

❖ ستلاحظ أن كفاءة هذه الدائرة منخفضة وهذا عيب مكبر القدرة نوع A .

ب - في الدائرة السابقة الشكل (٥ -٥) كيف تحسب القدرة المفقودة على الترانزيستور ؟ ثم قارن بين قيمة التيار المستمر المسحوب من المصدر في حالة تطبيق إشارة على الدخل وفي حالة عدم تطبيق إشارة ، ماذا تلاحظ ؟ وما الاستنتاج ؟

الإجابة :تحسب القدرة المفقودة على الترانزيستور Pc من العلاقة .

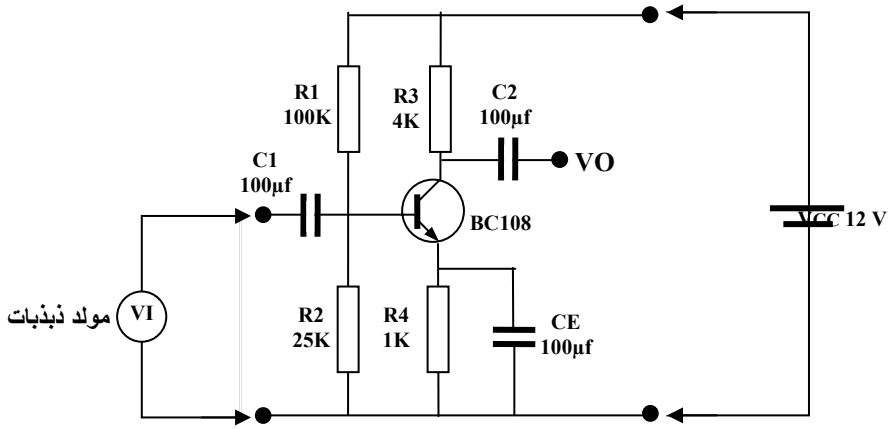
عند وجود إشارة مترددة فإن $Pc = Pdc - Po = ...$

في حالة عدم وجود إشارة فإن Po= 0 و $Pc = Pdc.$

الاستنتاج : في مكبر النوع A ستجد أنه في حالة تطبيق إشارة مترددة على دخل المكبر يقل التيار المسحوب من المصدر وتقل القدرة المفقودة ومعنى ذلك أن وجود الإشارة يعمل تبريد للترانزيستور ولذلك فإن تشغيل الترانزيستور في وجود إشارة مترددة أفضل وأكثر أمانا عنه في عدم وجود الإشارة .

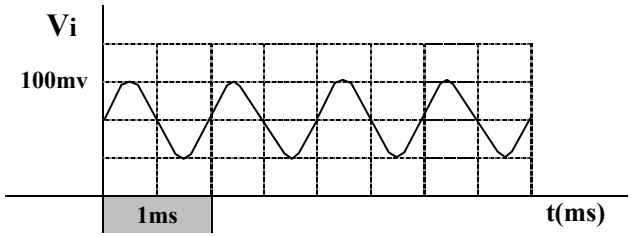
أسئلة تقييم

الشكل (٥ -٧) دائرة مكبر باعث مشترك (CE) نوع A مرحلة واحدة .



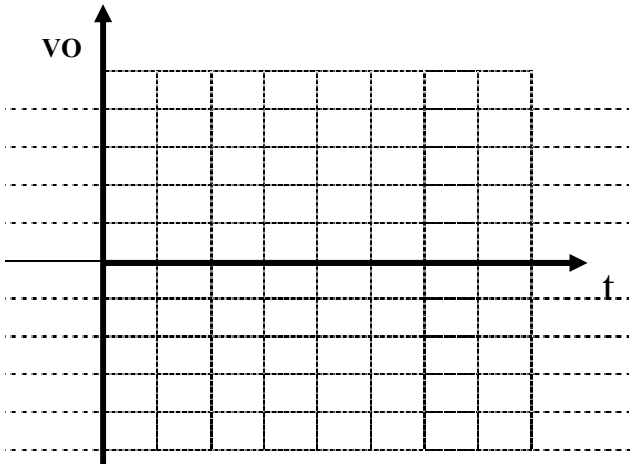
الشكل (٥ – ٧)

في حالة وجود المكثف CE وعلى فرض أن معامل تكبير الجهد Av = 50
وأن اتساع موجة الدخل الجيبية يساوي 100mv كما في الشكل (٥ – ٨)



الشكل (٥ – ٨)

أ - ارسم بدقة جهد الخرج .

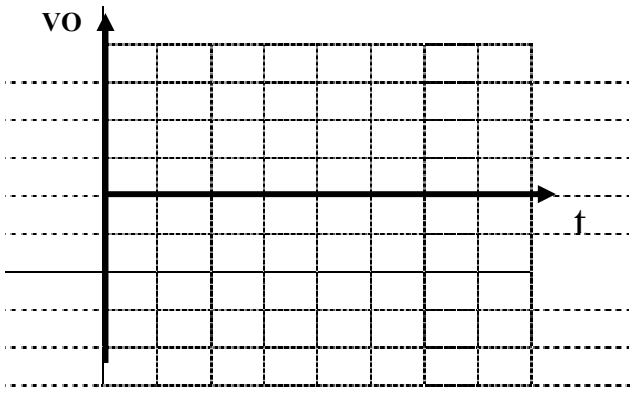


ب - عند حذف المكثف CE ماذا سيحدث لجهد الخرج ؟

.....

جـ - إذا ازداد اتساع جهد الدخل المتردد فأصبح 200 mV .

ارسم بدقة جهد الخرج المتردد عندئذ ؟



د - ما أقصى اتساع لجهد الخرج المتردد الذي يمكن الحصول عليه بدون تشويه (قص) للموجة المترددة ؟

.....

هـ - ما وظيفة المقاومة RE ؟

.....

و - اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس .

١ - المكثف CE يسمى مكثف (ربط Coupling – تسريب أو إمرار Bypass)

٢ - الانحياز المستخدم في الدائرة (ذاتي – ثابت – بمقسم جهد)

٣ - عند حذف المكثف CE (يزداد – يقل) معامل تكبير الجهد .

٤ - أقصى كفاءة لهذه الدائرة (أكبر ٥٠٪ - أقل من ٥٠٪)

ز - ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخطأ

١ - تؤثر مكثفات الربط C1,C2 ومكثف التسريب CE على حيز التردد المنخفض ( )

٢ - دائرة الربط بمقاومة ومكثف مناسبة لتكبير الإشارة ذات التردد المنخفض جدا ( )

٣ - التردد الصوتي أكبر من $20\ KH_Z$. ( )

٥ - ٢ مكبر قدرة دفع وجذب Push - Pull Power Amplifier

تعد دوائر التكبير باستخدام الترانزستور كلها دوائر تكبير قدرة ، ولكن عادة يطلق على مرحلة التكبير الأخيرة والتي تصمم لتغذية (امتداد) الحمل بقدرة عالية باسم مكبر القدرة Power Amplifier.

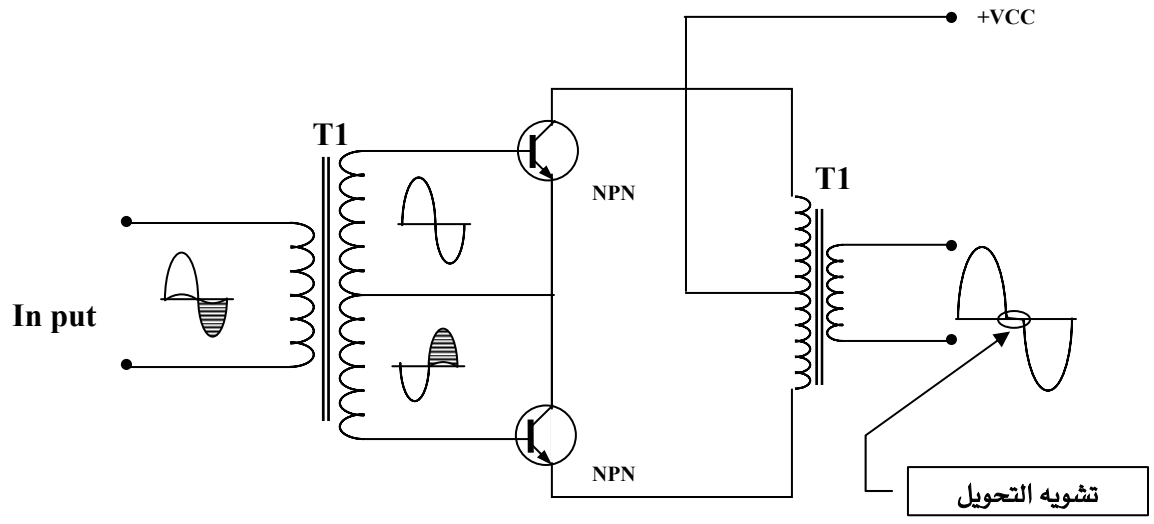
ويجب على الترانزستورات المستخدمة في مكبرات القدرة أن تتحمل تيارات كبيرة نسبيا وتكون قادرة على تمديد الحرارة لذا فمن الضروري استخدام مشع (مسرب) حراري يقوم بتوزيع الحرارة الناتجة من الترانزستور إلى الجو المحيط وللحصول على قدرة خرج عالية وكفاءة أكبر نستخدم دوائر مكبرات قدرة خرج تعمل بنظام الدفع والجذب Push - Pull .

وفي مكبرات الدفع والجذب تستخدم ترانزستورين يعملان لتشغيل نوع(صنف B) حيث يقوم كل ترانزستور بتكبير نصف دورة لموجة الدخل المتردد أي أن الترانزستور الواحد يعمل خلال نصف دورة فقط.

❖ ويوجد طريقتان لتصميم مكبرات الدفع والجذب

٥ - ٢ - ١ مكبر دفع وجذب مربوط بمحول Transformer Coupled Push-Pull Amplifier

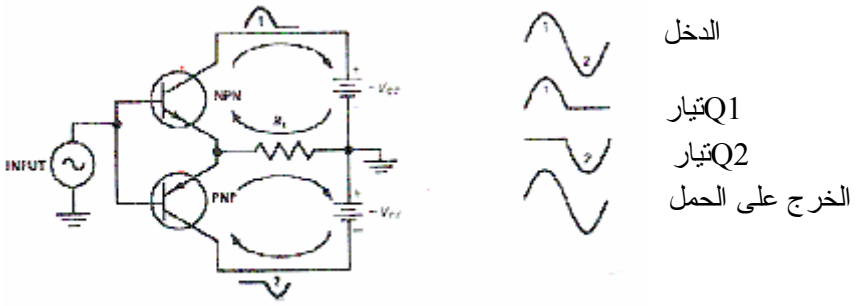
حيث نستخدم ترانزستورين متماثلين في النوع والخواص ومحول ربط كما في الدائرة المبسطة في الشكل(٥ -٩) حيث يعمل محول الدخل T1 كمقسم وجه ومحول الخرج T2 يعمل على تجميع نصفي إشارة الخرج .



الشكل(٥ -٩)

٥ -٢ -٢ مكبرات الدفع والجذب المتتامة Complementary push- pull . Amplifier

عند تصميم مكبرات الدفع والجذب يفضل تجنب استعمال المحولات وذلك بسبب كبر حجمها وارتفاع ثمنها ولأنها تسبب تشوها للإشارة . وباستخدام مكبرات الدفع والجذب المتتامة يتم الاستغناء عن محولي الدخل والخرج ونستخدم ترانزستورين الأول نوع NPN والثاني نوع PNP لهما نفس الخواص كما في الشكل المبسط(٥ – ١٠) .

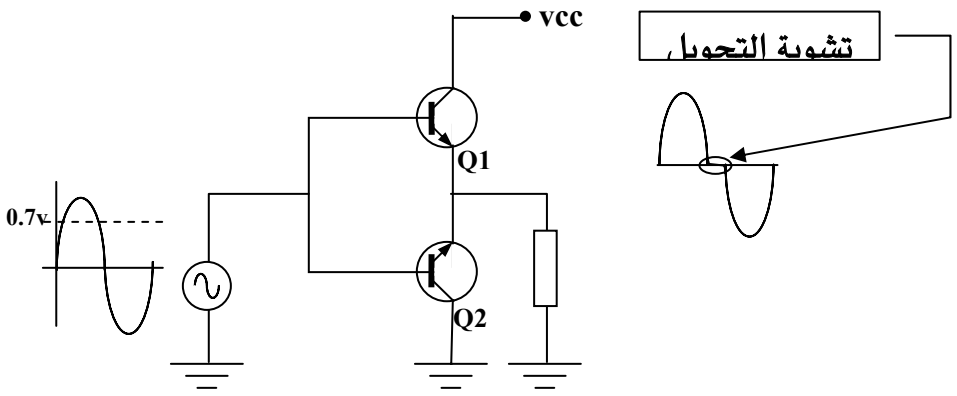


الشكل (٥-١٠)

٥ -٢ -٣ تشويه التحويل (العبوري) Cross- Over Distortion

في حالة تشغيل مكبر الدفع والجذب من النوع (صنف) B حيث لا يوجد انحياز مطبق على باعثي الترانزستورين فإن ذلك بسبب تشويه في إشارة الخرج كما في شكل(٥ - ١١)

وإشارة الخرج المشوه لم تعد إشارة جيبية نظرا للقطع الحادث بين أنصاف الموجات وهذا القطع يحدث بين وقت غلق أحد الترانزستورين ووقت فتح الترانزستور الآخر ولذلك يسمى هذا التشويه بتشويه التحويل أو التشويه و التشويه العبوري إشارة الخرج . (العبوري)



الشكل (٥ -١١)

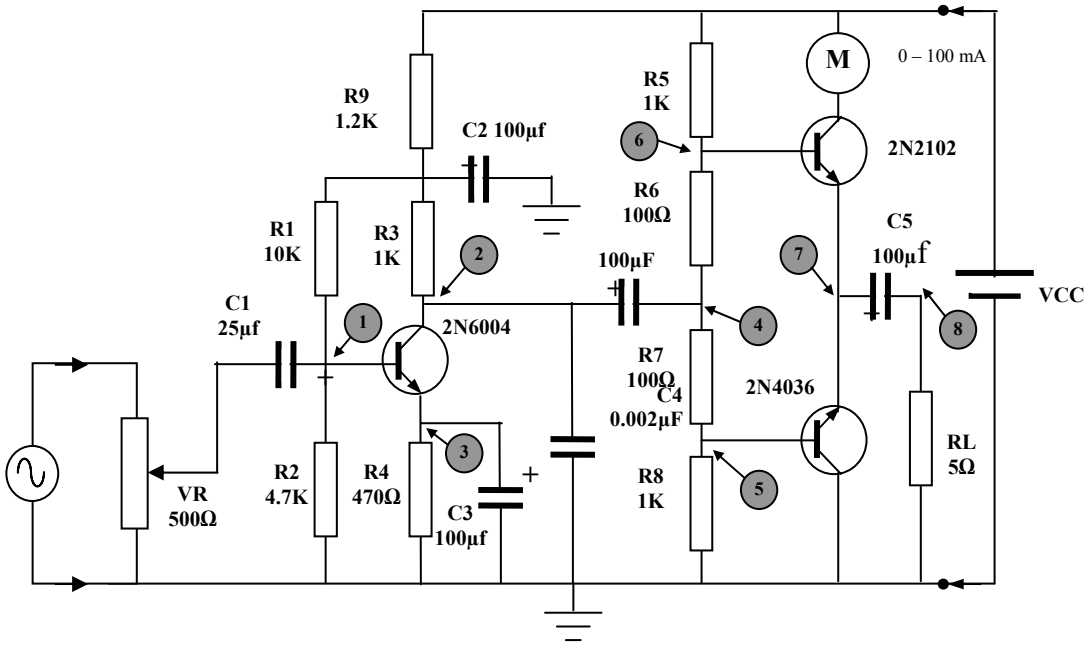
وللتغلب على هذا التشويه يطبق انحياز أمامي صغير على وصلة الباعث لكل ترانزستور (حوإلى 0.7v) ويسمى هذا الانحياز بالانحياز الضئيل (أو النزيزى Trickle Bias) وهذا سيجعل نقطة تشغيل الترانزستور تكون فوق نقطة القطع بقليل ، وفي الواقع يكون لدينا مكبر يعمل بنوع (صنف) AB أي أن كل ترانزستور سيكون في انحياز أمامي أكثر قليلا من نصف الدورة .

وفي التمرين العملي ستقوم بتنفيذ مكبر قدرة دفع وجذب المتمم يعمل بأسلوب تشغيل نوع AB .

٥ -٢ -٤ الدائرة العملية

الشكل (٥ -١٢) دائرة مكبر دفع وجذب المتممة والدائرة تتكون من مرحلتين مكبر ابتدائي ومكبر دفع وجذب يعمل بتشغيل AB، نفذ الدائرة العملية لهذه الدائرة على لوحة مطبوعة بمقاسات مناسبة .

ملحوظة : يمكن تنفيذ مرحلة الدفع والجذب فقط .



الشكل (٥-١٢)

العناصر المطلوبة :

١ - المقاومـــــــات: مقاومه 5Ω ، مقاومتان 100Ω ، ثلاث مقاومات 1KΩ ، مقاومة 470Ω ، مقاومة 1.2KΩ ، مقاومة 10KΩ ، مقاومة 4.7KΩ و كل المقاومات 0.5W ، مقاومة متغيرة (VR) Control Volume قيمتها 500Ω قدرة 2W

٢ - المكثفـــــات: مكثف 0.002µF ، مكثف كيميائي 25µF جهد 50V ، أربعة مكثفات كيمائية 100µF جهد 50V

٣ - الترانزســتورات: 2N6004
2N4036 بمسرب حراري
2N2102 بمسرب حراري أو ما يكافئهم .

الأجهزة المطلوبة : -

١ - مصدر قدرة منظم متغير
٢ - أوسيلوسكوب (راسم ذبذبات)
٣ - جهاز آفوميتر رقمي – جهاز أميتر (0-100mA)

وصف الدائرة العملية

الدائرة تتكون من مرحلتي تكبير

- المرحلة الأولى : مكبرا إشارة صغيرة تشغيل نوع A (مرحلة الترانزستور Q1) ، وتسمى المرحلة السائقة Driver وهذه المرحلة تمثل مكبر جهد أولي (ابتدائي) في توصيلة الباعث المشترك .
- المرحلة الثانية : (مرحله الإخراج) مكبرة قدرة دفع وجذب المتمم يعمل بأسلوب تشغيل نوع AB وتوصيلة تابع الباعث Emitter Flower (توصيلة المجمع المشترك CC) .
- الربط المستخدم في هذه الدائرة ربط بمقاومة ومكثف RC
- المقاومتان R5، R6 العليا و المقاومتان R7,R8 السفلى عبارة عن مقسم جهد ولتطبيق جهد انحياز أمامي ضئيل للتغلب على تشويه التحويل (العبوري) Crossover Distortion والنسبة بين R5، R6 تكون حرجة في الضبط حتى نحصل على تيار هامـــد(مستمر) منخفض Idling current في الترانزستورين وبذلك تقل القدرة المسحوبة من مصدر القدرة المستمر وهذا أفضل .

- الترانزستور Q2 مكبر تيار نصف الدورة الموجبة و Q1 مكبر تيار نصف الموجة السالبة
- دائرة مكبر قدرة الدفع والجذب المتممة شائعة الاستخدام في مراحل الخرج للمكبرات الصوتية عإلى القدرة .
- في هذه الدائرة يمكن استبدال مقاومة الحمل RL بسماعة ويمكن حذف المكثف الموصل مع RL .

٥ -٢ -٥ القياسات والاستنتاجات

- سيتم عمل القياسات على نقاط الاختبار الموجودة في الدائرة بالنسبة للأرضي .

١ - وصل الأجهزة مع الدائرة كما في الشكل(٥ - ١٢) السابق وعند VCC = 0

٢ - اضبط مولد الذبذبات على موجة جيبية بتردد $1KH_Z$ واضبط المقاومة المتغيرة VR(مقاومة التحكم) بحيث تعطي أقل خرج لموجة الدخل الجيبية .

٣ - وصل مصدر القدرة مع الدائرة وابتدأ بجهد VCC=0وبالتدريج زد VCCحتى يقيس جهاز الأميتر M1 تيار مستمر من 2mA إلى 3mA (التيار الهامد المستمر لكل من Q1، Q2) . ثم قس الجهد VCC (يجب أن يكون في حدود 15V تقريبا) .

٤ - وصل الأوسيلوسكوب عبر المقاومة RL (بين النقطة 8 والأرضي) . ثم زد جهد الدخل بتغير مقاومة التحكم VR للحصول على أقصى إشارة غير مشوهة (عند الحاجة يمكن زيادة مستوى خرج مولد الذبذبات) .

ملحوظة : إذا ظهر تشويه تحويل في إشارة الخرج يمكن زيادة مستوى VCC بالتدريج حتى يختفي هذا التشويه وأعد فحص التيار الهامد بحيث لا يزيد عن 5mA

٥ - مع أقصى إشارة خرج وباستخدام فولتميتر رقمي على وضع DC قس وسجل في الجدول (٥ - ٥) كل من VCCوالجهود المستمرة من النقطة TP_1 إلى النقطة TP_8 بالنسبة للأرضي وأيضا سجل قيمة التيار المستمر الهامد في كل من Q1،Q2 (باستخدام M1)

٦ - باستخدام الأوسيلوسكوب (إقران AC) قس وسجل في الجدول (٥ -٥) الجهد من القمة إلى القاع V_{P-P} من النقطة TP_1 إلى النقطة TP_8 (ستلاحظ أن التيار المستمر في Q_1 ، Q_2 سيزداد).

٧ - افصل إشارة الدخل المترددة مرة ثانية و بدون إشارة دخل قس وسجل في الجدول (٥ - ٥)الجهود المستمرة Vdc على نقاط الاختبار من TP_1 إلى TP_8 ، وسجل أيضا التيار المستمر الهامد المار في كل من Q_1، Q_2.

ملحوظة : إذا كان قيمة التيار الهامد أعلى من القيمة الأصلية الابتدائية أترك التيار ينتظم لمدة تتراوح من ٣ إلى ٥ دقيقة ثم قس التيار مرة أخرى (أو افصل مصدر القدرة فجائيا ووصله مرة أخرى وقس التيار ثانية) .

نقطة الاختبار	الجهد المستمر DC V		سعة الإشارة المتغيرة V_{p-p}	التيار الهامد المستمر في Q2، Q1
	مع الإشارة	بدون الإشارة		
VCC				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

الجدول (٥ -٥)

٨ - استبدل مقاومة الحمل RL بسماعة مقاومتها (3-2 Ω) واستبدل مولد الذبذبات بمصدر صوتي (جهاز تسجيل مثلا) واضبط مقاومة التحكم على مستوى مناسب ثم اختبر جودة الصوت

٩ - افصل القدرة Power off .

الاستنتاجات:

١ - احسب معامل تكبير الجهد للإشارة المترددة للمرحلة الأولى Q1

$$AV1 = \frac{V2_{P-P}}{V1_{P-P}}$$

٢ - من جدول القياسات المستمرة DCV

أ - الجهد المستمر عند النقطة 6 يساوي تقريبا الجهد عند النقطة 5 (نعم / لا) .

لماذا ؟ .....

ب - الجهد المستمر عند النقطة 4 يساوي تقريبا الجهد عند النقطة 7 (نعم / لا) .

لماذا ؟ .....

ج - الفرق في الجهد بين النقطة 7 والنقطة 4 تقريبا صفر (نعم / لا) .

لماذا ؟ .....

٣ - من جدول القياسات السابق (٥ -٥) وبمقارنة القيمة العظمى للإشارة المتغيرة (العمود V_{P-P})

من نقطة القياس TP5 إلى النقطة TP8

هل مكبر الدفع والجذب (المرحلة الثانية في الدائرة العملية السابقة) يعمل كمكبر جهد (نعم / لا) . ؟

لماذا ؟ .....

٤ - احسب معامل تكبير الجهد لأي من الترانزستورين Q1، Q2 .

$AV = \frac{V_7P}{V_6P}$ بالعلاقة

حيث: V_7P أقصى اتساع للإشارة المتغيرة عند نقطة القياس TP_7 .

V_6P أقصى اتساع للإشارة المتغيرة عند نقطة القياس TP_6 .

هل الناتج أكبر بكثير من الواحد أم تقريبا يساوي الواحد (أقل من الواحد) .؟

لماذا ؟ .....

٥ - ما نوع التكبير المستخدم في مرحلة مكبر الدفع والجذب ؟

.....

ملحوظة : لاحظ أن مرحلة الخرج (مكبر الدفع والجذب السابقة) يعمل بتوصيلة تابع الباعث Emitter Flower ناقش ذلك مع المدرب .؟

٥ -٢ -٥ -١ حساب أقصى قدرة للخرج Pomax وأقصى كفاءة لمكبر الدفع والجذب η_m

١ - احسب قدرة الخرج باستخدام العلاقة

$$Po = \frac{V^2O_{P-P}}{8RL} =$$

حيث أن: $VO_{P-P}=V8_{P-P}$ ، $RL= 5\Omega$

٢ - احسب القدرة المسحوبة من المصدر Pdc

$$Pdc = IcQ \times Vcc$$

حيث ICQ التيار المستمر الهامد (عند عدم وجود إشارة دخل مترددة)

٣ - احسب أقصى كفاءة لمكبر الدفع والجذب

$$\eta_m = \frac{Pom}{Pdc} \times 100 =$$

٤ - قارن بين كفاءة المكبر الذي يعمل بأسلوب تشكيل نوع AB مثل مكبر الدفع والجذب في هذه الدائرة مع كفاءة المكبر الذي يعمل بأسلوب تشغيل نوع A (مثل المكبر في التمرين السابق)

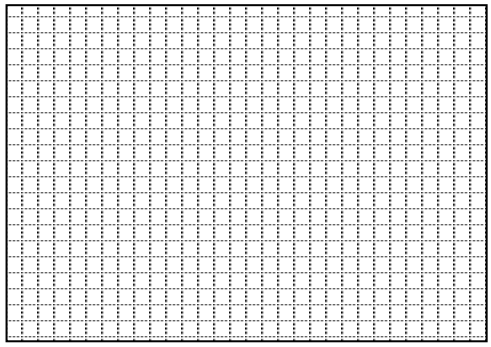
المقارنة :.....

- اختر الإجابة: كفاءة مكبرات الدفع والجذب (أكبر – أقل) من ٥٠٪

٥ -٢ -٥ -٢ مشاهدة تشويه التحويل (العبوري) Crossover Distention

باستخدام سلك أعمل دائرة قصر على المقاومتين R6 - R5 العليا و المقاومتين R8 – R7 السفلى وكرر الخطوات ١،٢ في بند القياسات والاستنتاجات وباستخدام الأوسيلوسكوب شاهد شكل موجة الخرج على مقاومة الحمل RL .

ارسم هذه الإشارة



ما اسم هذا التشويه ؟ ..... وما سببه ؟ .....

الخلاصة Summery

١ - في مكبرات الدفع والجذب يستخدم ترانزستورين متشابهين في الخواص بحيث يمرر كل ترانزستور نصف دورة من دورات إشارة الدخل المترددة المطلوب تكبيرها .

٢ - في الأساس تعمل مكبرات الدفع والجذب بأسلوب تشغيل نوع Class B(نقطة التشغيل عند حافة القطع) .

٣ - للتغلب على تشويه التحويل فإن مكبرات الدفع والجذب تعمل بأسلوب تشغيل نوع AB حيث يكون مرور التيار في مجمع الترانزستور أكبر بقليل من نصف الدورة .

٤ - للحصول على قدرة خرج عالية (في حيز التردد الصوتي) فإن مكبرات الدفع والجذب هي الأكثر استخداما من المكبرات ذات النهاية المفردة .

٥ - للتخلص من عيوب استخدام محولات نستخدم مكبرات الدفع والجذب المتممة Complementary حيث تستخدم ترانزستورين متشابهين في الخصائص أحدهما PNP والآخر NPN .

٦ - كلما كان التيار المستمر الهامد المار في مكبر الدفع والجذب صغيراً (التيار المستمر عند عدم وجود إشارة) كانت كفاءة الدائرة أعلى والقدرة المفقودة أقل .

٧ - مع مكبرات الدفع والجذب يجب أن تكون الترانزستورات مجهزة بمسربات حرارية .Heat Sink

٨ - عامة في المكبرات فإن أسلوب التشغيل نوع A هو الأقل من حيث تشويه موجة الخرج ولذلك يستخدم هذا النوع مع المكبرات الخطية .

٩ - السماعة تحول الترددات الكهربية المنخفضة(السمعية) إلى إشارة صوتية وعادة تكون مقاومة السماعة صغيرة جدا (من 3 -5 Ω) .

١٠ - كفاءة المكبر الذي يعمل بنوع تشغيل B أو AB أكبر من كفاءة الكبر الذي يعمل نوع تشغيل A .

١١ - دائرة تابع الباعث لا تعطي تكبير للجهد (AV < 1) بينما تعطي تكبيراً عالياً للتيار .

١٢ - حالياً ومع التطور في تقنية الدوائر المتكاملة أصبح في الإمكان تصنيع دوائر متكاملة IC تعمل بأسلوب تشغيل AB وتعطي قدرة خرج من 2W حتى أكبر من 100W كما سنرى في التطبيق المنزلي اللاحق.

أسئلة تقييم

أ - اختر الإجابة الصحيحة : -

١ - أي المكبرات الآتية تعطي أقل تشويه (نوع A – نوع B – نوع AB) ؟

٢ - للتخلص من تشويه التحويل يجب أن يعمل مكبر الدفع والجذب بأسلوب (نوع A – نوع B – نوع AB) .

٣ - عندما يعمل المكبر في المنطقة غير الخطية سينتج عن ذلك (تشويه تردد – تشويه اتساع – تشويه وجهي) .

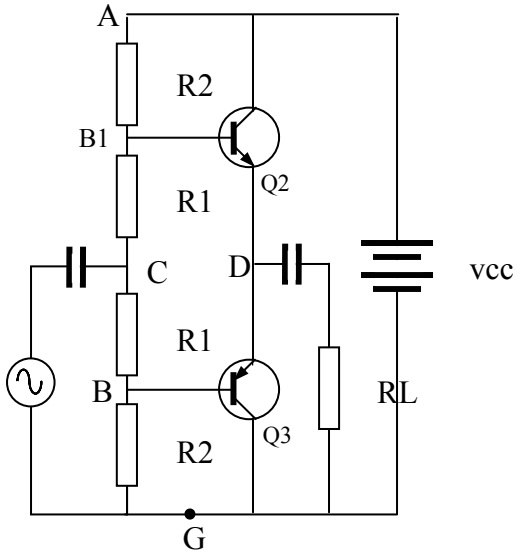
٣ - كفاءة مكبر الدفع والجذب نوع B (أكبر – أصغر – تساوي) كفاءة مكبر نوع A .

ب - أكمل الفراغات بالكلمة المناسبة : -

١ - في دائرة الدفع والجذب نوع B يبقي الترانزستور موصلا لفترة ..... ذبذبة .

٢ - للتخلص من تشويه التحويل يجب أن تسلط انحياز ..... ضئيل على وصلة باعث لكل ترانزستور وعندئذ يصبح المكبر يعمل بأسلوب نوع ..... بدلا من نوع B .

ج - الشكل ٥ -١٣ دائرة مكبر دفع وجذب متمم متماثل .



الشكل (٥ - ١٣)

- اجب عن الأسئلة التإلية

١ - في الشكل(٥ - ١٣) كل من الترانزستورين Q1، Q2 في حالة عدم وجود إشارة يعملان بأسلوب تشغيل نوع B (صح أم خطأ) ؟

٢ - في الشكل السابق الترانزستور NPN يقوم بالتوصيل خلال نصف الدورة ..... بينما يقوم الترانزستور PNP بالتوصيل خلال نصف الدورة .....

٣ - ما وظيفة المقاومتان R1، R2 ؟

:.....

.....

٤ - الترانزستوران Q1,Q2 موصلان في توصيلة ..... المشترك .

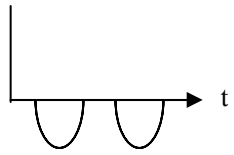
٥ - عند اتزان الدائرة ومع التماثل فإن الجهد المستمر بين النقطتين C, A يساوي الجهد المستمر بين النقطتين ..... ويساوي .....

٦ - في حالة غياب الإشارة المترددة تكون قاعدة الترانزستور Q1(موجبة – سالبة) بالنسبة للباعث

٧ - الجهد المستمر بين النقطتين D , A وعبر Q1 (يساوي – أكبر من – أقل من) الجهد المستمر بين النقطتان GD وعبر Q2 .

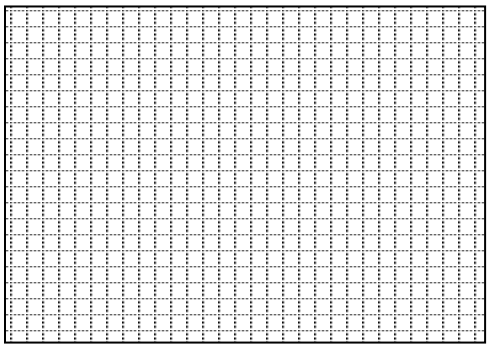
٨ - في الدائرة السابقة الشكل (٥ -١٣) يمكن التبديل بين الترانزستورين Q1، Q2 بدون أن يتغير أداء الدائرة (صح أم خطأ) ؟

٩ - عند قياس شكل الإشارة عند النقطة D كانت كما هي في الشكل (٥ -١٤) فما هو العطل المتوقع في الدائرة ؟.....



الشكل (٥ -١٤)

١٠ -عند عمل دائرة قصر على المقاومتين R1، R2 . ارسم شكل إشارة الخرج المتوقعة. .



تطبيق عملي منزلي

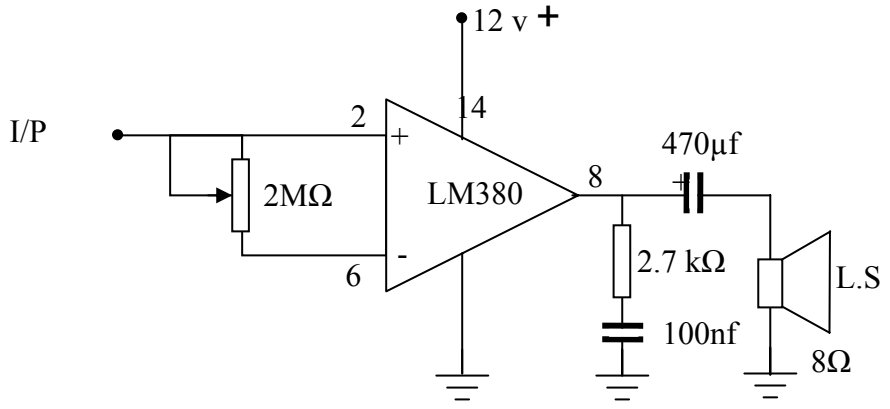
مكبرات القدرة المتكاملة Integrated circuit power Amplifier

نتيجة لتطور تقنية الدوائر المتكاملة تم تصنيع مكبرات قدرة متكاملة تعمل بأسلوب تشغيل نوع AB لتكبير الترددات الصوتية وبقدرة من 2W حتى قدرة أكبر من 100W .

وتتميز المكبرات المتكاملة بكسب قدرة عالٍ وكفاءة عالية . انخفاض التشويه – تحديد التيار والقطع الإلى للحماية من الارتفاع الزائد لدرجة الحرارة وكما نعلم فإن الدوائر المتكاملة تتميز بصغر الحجم وقلة العناصر الخارجية الموصلة معها .

ومن مكبرات القدرة المتكاملة الدوائر LM380 , LM340 , TDA2020

والشكل (٥ -١٥) عبارة عن دائرة مكبر قدرة LM380 يعطي قدرة خرج 2w لحمل 8Ω والشكل موضح عليه العناصر الخارجية المطلوبة وقيمتها ، ويمكنك تنفيذ هذه الدائرة في المنزل والاستفادة منها.



الأطراف 3,4,5,7,10,11,12 للدائرة المتكاملة جميعها موصلة بالأرضي

الشكل(٥ -١٥)

نماذج تقييم الأداء

١ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب

[يعبأ من قبل المتدرب]

تعليمات

بعد الانتهاء من تنفيذ دائرة مكبر الإشارة الصغيرة ودائرة مكبر الدفع والجذب قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته وفي حاله عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) في الخانة الخاصة بذلك .

العناصر	هل أتقنت الوحدة			
	غير	لا	جزئيا	كليا
١ - تخطيط و تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية .				
٢ - تحديد أطراف العناصر القطبية ولحام وفك واستبدال العناصر.				
٣ - توصيل وضبط أجهزة القياس وكيفية استخدام الأوسيلوسكوب .				
٤ - القياسات والنتائج ومطابقة القياسات مع عمل الدائرة .				
٥ - مدى التعاون مع زميلك في مجموعة العمل الواحدة .				

النتيجة : إذا كانت الإجابة لا أو جزئيا أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب

٢ - نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

[يعبأ عن طريق المدرب]

اسم المتدرب :.....	التاريخ : / /
رقم المتدرب	رقم المحاولة : ١ : ٢ : ٣
العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠٪ بين مجموع النقاط . الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط	

بنود التقييم	الدرجة	درجة التقييم
١ - تخطيط و تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية .	١٥	
٢ - تحديد أطراف العناصر القطبية وتركيب الأطراف في الأماكن الصحيحة.	٢٠	
٣ - لحام وفك واستبدال العناصر .	٢٠	
٤ - توصيل وضبط أجهزة القياس وكيفية استخدام الأوسيلوسكوب .	٢٥	
٥ - القياسات والنتائج ومطابقة القياسات مع عمل الدائرة .	٢٠	
المجموع	١٠٠	

ملحوظات .....

توقيع المدرب .....

ملحوظات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات للمدرب

١ - ذكر المتدربين بقوانين حساب معاملات تكبير كل من الجهد AV والتيار AI والقدرة AP

٢ - اضرب للمتدربين مثالاً واحداً عملياً لاستخدام كل من مراحل الربط

٣ - وضح للمتدربين العلاقة بين التردد f وبين معاوقة Reactance المكثف XC .

٤ - تحقيق للأداء الجماعي وتوفير للوقت يمكن أن يقوم كل طالبين بتنفيذ دائرة واحدة من دائرتي مكبر الإشارة الصغير ومكبر الدفع والجذب وذلك بتقسيم الطلاب إلى مجموعات تتكون كل مجموعة من طالبين ويقوم كل طالب في المجموعة بتصميم وتنفيذ مرحلة من مرحلتي دائرة المكبر ثم تجرى القياسات وذلك بتوصيل المرحلتين مع بعضيهما بأسلاك خارجية وتجرى القياسات على أنها دائرة واحدة

٥ - وضح للمتدرب خصائص مكبر الباعث المشترك وخصائص مكبر تابع الباعث من حيث تكبير الجهد أو التيار .

المحتويات

الموضـــــوع	رقم الصفحة
- المقدمة	
- تمهيد	
- ارشادات وتعليمات عامة للمدرب	
- ارشادات عامة للمتدرب	
الوحدة التدريبية الأولى : مراجعة عامة	١
مقدمة	٢
١ -١ مضاعفات وأجزاء الوحدات	٣
١ -٢ الرموز والأشكال العملية ووظائف العناصر الإلكرونية	٥
١ -٢ -١ العناصر غير الفعالة	٥
١ -٢ -١ -١ المقاومات	٧
١ -٢ -١ -٢ المكثفات	٨
١ -٢ -١ -٣ الملفات والمحولات والأحمال الحثية	٩
١ -٢ -٢ العناصر الفعالة	١٠
١ -٢ -٢ -١ الثنائيات	١٠
١ -٢ -٢ -٢ الترانزستورات	١١
١ -٢ -٢ -٣ الثايرستورات والترياك	١٢
١ -٢ -٢ -٤ رموز العناصر الإلكترونية المستخدمة في قدح SCR والترياك	١٤
١ -٢ -٣ متنوعات	١٤
- أسئلة تقييم	١٦
- نماذج تقييم الأداء	١٩
- تعليمات للمدرب	٢٢
الوحدة التدريبية الثانية : المراحل الأساسية لتنفيذ الدوائر الإلكترونية	٢٣
- مقدمة	٢٤
٢ -١ القواعد الأساسية الواجب مراعاتها عند تصميم الدائرة العملية	٢٥

٢ -٢ خطوات تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية ٢٦
٢ -٢ -١ التصميم والتخطيط ٢٦
٢ -٢ -٢ التحبير ٢٧
٢ -٢ -٣ التحميض ٢٨
٢ -٢ -٤ التثقيب ٢٨
٢ -٢ -٥ تركيب العناصر وعملية التلحيم ٢٨
٢ -٢ -٥ -١ الشروط الأساسية الواجب مرعاتها عند إجراء اللحام ٢٨
٢ -٢ -٥ -٢ خطوات تركيب ولحام العناصر ٢٩
٢ -٢ -٥ -٣ التأكد من جودة نقطة اللحام ٣٠
٢ -٣ احتياطات وتدابير وقائية ٣٢
٢ -٤ تطبيق عملى محلول ٣٢
٢ -٥ الإجراءات والقواعد الواجب اتباعها عند العمل في الدوائر ٣٧
- تعليمات للمدرب ٣٨
الوحدة التدريبية الثالثة : دوائر إلكترونية بسيطة ٤٠
- مقدمة ٤١
- المصطلحات الفنية ٤٢
٣ -١ توصيل المقاومات توالى – توازى – مركب ٤٥
٣ -١ -١ الدائرة العملية ٤٦
٣ -١ -٢ دائرة التوالي ٤٧
٣ -١ -٣ دائرة التوازي والمركب ٤٩
٣ -١ -٤ استخدام المقاومة كمقسم للجهد ومحدد للتيار ٥١
- الخلاصة ٥٥
- تطبيقات محلولة ٥٦
- أسئلة تقييم ٥٨
- نماذج تقييم الأداء ٦٠
- تعليمات للمدرب ٦٣
٣ -٢ التحكم في الإضاءة باستخدام ترانزستور ومقاومة ضوئية ٦٤
٣ -٢ -١ الخواص المفتاحية للترانزستور ٦٤
٣ -٢ -٢ القدرة المفقودة (المبددة) في الترانزستور ٦٥

٣ -٢ -٣ الدائرة العلمية ٦٦
٣ -٢ -٤ فحص العناصر ٦٧
٣ -٢ -٤ -١ فحص المقاومة الضوئية ٦٧
٣ -٢ -٤ -٢ فحص الثنائيات والترانزستور وتحديد الأطراف ٦٨
٣ -٢ -٥ القياسات والاستنتاجات ٧١
٣ -٢ -٦ أعطال متوقعة وكيفية اكتشافها والتغلب عليها ٧٣
الخلاصة ٧٤
أسئلة تقييم ٧٥
تطبيق عملي منزلي ٧٦
نماذج تقييم الأداء ٧٨
تعليمات للمدرب ٨١
الوحدة التدريبية الرابعة :مصادر القدرة غير المنظمة والمنظمة ٨٢
- مقدمة ٨٣
- المصطلحات الفنية ٨٤
٤ -١ مصدر القدرة غير المنظم ٨٧
٤ -١ -١مخطط القدرة غير المنظم ٨٧
٤ -١ -٢ الدائرة العملية لمصدر القدرة غير المنظم ٨٨
٤ -١ -٣ فحص العناصر ٨٩
٤ -١ -٣ -١ فحص المحول ٨٩
٤ -١ -٣ -٢ فحص قنطرة التوحيد ٨٩
٤ -١ -٤ القياسات والنتائج ٩٠
٤ -١ -٤ -١ قياس ومشاهدة الشكل الموجي بعد مرحلة التقويم ٩٠
٤ -١ -٤ -٢ قياس ومشاهدة تأثير دائرة الترشيح ٩٢
٤ -١ -٥ الاعتبارات العملية الواجب مراعاتها عند تصميم مصدر القدرة ٩٥
٤ -١ -٥ -١ خصائص المحول ٩٥
٤ -١ -٥ -٢ خصائص دائرة التقويم ٩٦
٤ -١ -٥ -٣ خصائص دائرة الترشيح ٩٦
- الخلاصة ٩٧
- تطبيق محلول ٩٨

- أسئلة تقييم ١٠٠
٤ -٢ مصدر القدرة غير المنظم ١٠٢
٤ -٢ -١ المبادئ الأساسية لتنظيم الجهد ١٠٢
٤ -٢ -١ -١ العوامل التي تؤدي إلى تغير الجهد ١٠٢
٤ -٢ -٣ طرق تنظيم الجهد ١٠٣
٤ -٢ -٣ -١ تنظيم الجهد توازي ١٠٣
٤ -٢ -٣ -٢ شروط تنظيم التوازي ١٠٤
٤ -٢ -٣ -٣ عيوب منظم الجهد توازي ١٠٤
٥ -١ -٣ -٦ رسم منحنى الاستجابة الترددية ١١٦
- الخلاصة ١١٧
- تطبيق محلول ١١٧
- أسئلة تقييم ١٢٠
٥ -٢ مكبر قدرة دفع وجذب ١٤٤
٥ -٢ -١ مكبر دفع وجذب مربوط بمحول ١٤٤
٥ -٢ -٢ مكبرات الدفع والجذب المتتامة ١٤٥
٥ -٢ -٣ التشوية التحويل (العبورى) ١٤٥
٥ -٢ -٤ الدائرة العملية ١٤٦
٥ -٢ -٥ القياسات والأستنتاجات..... ١٤٩
٥ -٢ -٥ -١ حساب أقصى قدرة للخرج وأقصى كفاءة ١٥١
٥ -٢ -٥ -٢ مشاهدة تشويه التحويل ١٥٢
- الخلاصة ١٥٣
- أسئلة تقييم ١٥٤
- تطبيق عملي منزلي ١٥٦
- نماذج تقييم الأداء ١٥٧
- تعليمات للمدرب ١٦٠

المحتويات

الفصل الدراسي الأول