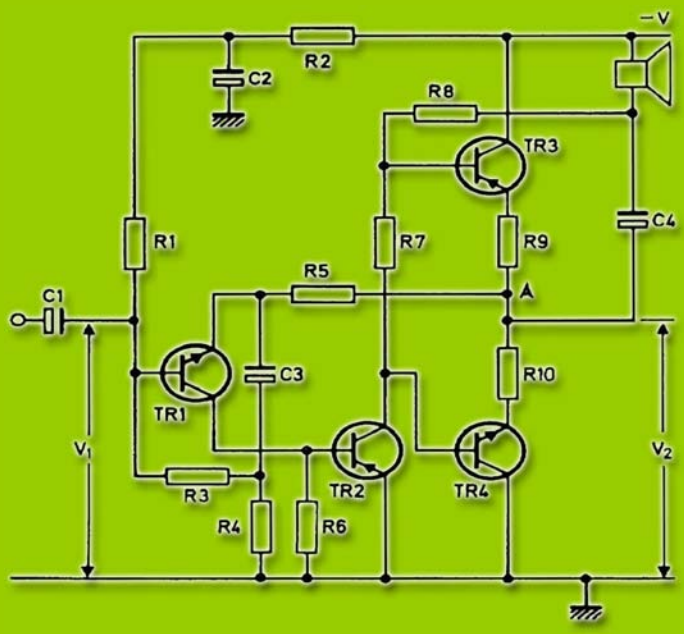
الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم الفني والتدريب المهني
قطاع المناهج والتعليم المستمر
الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

لمجموعة مهن : الإلكترونيات

اسم الوحدة: بناء دارات التكبير وفحصها



الرقم الرمزي: 2046 ـ 822

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التعليم الفني والتدريب المهني

الطبعة الأولى: 1428 هـ ـ 2007 م

الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم الفني والتدريب المهني
قطاع المناهج والتعليم المستمر
الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

لمجموعة مهن : الإلكترونيات

اسم الوحدة: بنـــاء دارات التكبيـــر وفحصهـــا

إعداد:

م / محمـــد محمـــد الهنـــدي

مراجعة:

م/ عبد الحكيم علي عبده الشميري منهجياً
م/ صالـــح أحمـــــد العزيـــــر فنيـــاً
م/ محمـــد ســـلام السلامـــــي فنيـــاً
أ/ عبد الجليـــل سعيـــد راجـــح لغويـــاً

الرقم الرمزي: 2046 ـ 822

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التعليم الفني والتدريب المهني

الطبعة الأولى: 1428 هـ ـ 2007 م

المحتويات

الموضـــوع	رقم الصفحة
مقدمة	5
أهداف الوحدة التدريبية	7
الجزء الأول: المعلومات الفنية النظرية	9
1- المكبرات	11
2- مكبر صنف A	14
3- مكبر قدرة صنف B	18
4- مكبر القدرة صنف C	23
5- مكبر صنف AB	26
6- قواعد الأمن والسلامة المهنية	27
الجزء الثاني: تمارين التدريب العملي	29
1- بناء دارة مكبر صنف A	31
2- بناء دارة مكبر قدرة نوع دفع – جذب Push –Pull صنف B	33
3- بناء دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B	35
4- بناء دارة مكبر صنف C	40
5- بناء دارة مكبر قدرة صنف AB	42
الجزء الثالث: تمارين الممارسة العملية	45
1- بناء دارة مكبر صنف A	47
2- بناء دارة مكبر قدرة نوع دفع – جذب Push –Pull صنف B	48
3- بناء دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B	49
4- بناء دارة مكبر صنف C	50
5- بناء دارة مكبر صنف AB	51
الجزء الرابع: تقويم الوحدة التدريبية	53
- الاختبار النظري	55
- الاختبار العملي	58
- مسرد المصطلحات الفنية	63
- قائمة المراجع والمصادر	64

بسم الله الرحمن الرحيم

مُقَدِّمَة:

إن الربط بين التعليم والعمل والتربية والحياة غدا نهجاً واضحاً تتبعه وتعمل على تحقيقه وزارة التعليم الفني والتدريب المهني في تحديث مناهج وبرامج التعليم والتدريب وتطويرها بهدف الاستثمار الأمثل للعنصر البشري وذلك من خلال إعداده وتأهيله علمياً ومهنياً وفق نمط الوحدات التدريبية المتكاملة الذي تتضافر فيه وتتكامل كافة الأبعاد النظرية والأدائية والاتجاهية في التعليم والتدريب، لما يتميز به هذا النمط من المرونة والتكامل في مكوناته وقدرته على استيعاب ما يستجد مستقبلاً من مفاهيم وتقنيات بصورة تُمكّن المتدرب من السيطرة على هذه المفاهيم والتقنيات والتحكم فيها والاستخدام الأمثل لتطبيقاتها وتمثل اتجاهاتها الإيجابية.

لذلك كله قام قطاع المناهج والتعليم المستمر بوزارة التعليم الفني والتدريب المهني بإعداد وإنتاج وحدات تدريبية متكاملة لكافة التخصصات المهنية في مختلف المجالات.

وقد أعدت هذه الوحدة ضمن سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة لمجموعة مهن الإلكترونيات حسب المعايير المنهجية والعلمية والشروط الفنية المتبعة في إعداد كافة مكونات الوحدة التدريبية (الأهداف – المادة التعليمية – فعاليات التدريب – التقويم) بصورة تيسر للمتدرب الاستيعاب الأمثل لمحتوياتها النظرية وتنفيذ مهاراتها الأدائية وتمثل اتجاهاتها الإيجابية.

نأمل من أبنائنا المتدربين أن يستفيدوا الاستفادة القصوى علمياً ومهنياً من هذه الوحدة في دراستهم وفي حياتهم العملية.

والله الموفق،،،

أهـــداف الوحـــدة التـدريـبيـــة

بعد ممارسة أنشطة وفعاليات هذه الوحدة يتوقع من المتدرب أن يكون قادراً على أن:

الأهداف الخاصة	الأهداف السلوكية
1- يبنـي دارة مكبـر قـدرة صنف A.	1-1 يتعرف مفهوم المكبرات
	2-1 يتعرف الاستقرار الحراري للمكبر
	3-1 يتعرف طرق الربط
	4-1 يتعرف آلية عمل دارة مكبر قدرة صنف A
	5-1 يتعرف خصائص دارة مكبر قدرة صنف A
	6-1 يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية
	7-1 يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر صنف A
	8-1 يبني دارة مكبر صنف A
	9-1 يقيس متغيرات الدارة (جهود- إشارات)
2- يبنـي دارات مكبر قدرة صنف B.	1-2 يتعرف آلية عمل دارات مكبرات القدرة صنف B
	2-2 يتعرف خصائص مكبر قدرة صنف B
	3-2 يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية
	4-2 يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر صنف B
	5-2 يبني دارة مكبر قدرة نوع دفع – جذب صنف B
	6-2 يقيس متغيرات الدارة (جهود- إشارات)
	7-2 يبني دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي نوع B
	8-2 يقيس متغيرات الدارة (جهود- إشارات)
3- يبنـي دارة مكبـر قـدرة صنف C.	1-3 يتعرف آلية عمل دارة مكبر قدرة صنف C
	2-3 يتعرف خصائص مكبر قدرة صنف C
	3-3 يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية
	4-3 يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر صنف C
	5-3 يبني دارة مكبر صنف C
	6-3 يقيس متغيرات الدارة (جهود- إشارات)
4- يبنـــي مكبـــر قـــدرة صنف AB.	1-4 يتعرف آلية عمل دارة مكبر قدرة صنف AB
	2-4 يتعرف خصائص دارة مكبر قدرة صنف AB
	3-4 يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية
	4-4 يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر صنف AB
	5-4 يبني دارة مكبر صنف AB
	6-4 يقيس متغيرات الدارة (جهود- إشارات)

الجـزء الأول

المعـلـومـــات الـفـنيـــة النظـريـــة

1- المكبــرات:

1-1 مفهوم المكبر:

هو دارة إلكترونية تستخدم لتكبير جهد أو تيار أو قدرة إشارة الدخل بدون حدوث تشويه في التردد.

2-1 الاستجابة الترددية للمكبر: Frequency response

هـي رسم العلاقة بين معامل التكبير (كسب المكبر) وتردد إشارة الدخل ومنه تعرف تأثير تردد الإشارة على عمل المكبر وبالتالي تحديد مدى التردد الذي يعمل عليه المكبر .

3-1 معامل التكبير: amplifier factor

هو حاصل قسمة القيمة المطلقة لإشارة الخرج على القيمة المطلقة للإشارة الدخل $A_v = \frac{|V_o|}{|V_i|}$

4-1 كفاءة المكبر: amplifier efficiency

هو النسبة بين القدرة المترددة لخرج المكبر والمستفاد منها في الحمل P_o والقدرة المسحوبة من مصدر القدرة P_i

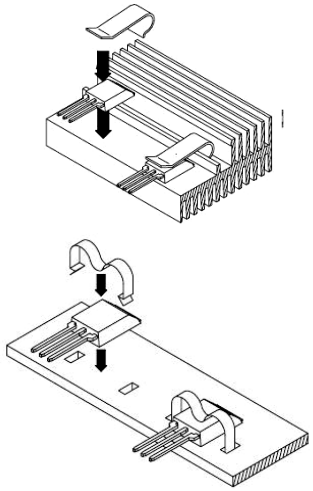
$$\eta = \frac{P_o}{P_i}$$

5-1 الاستقرار الحراري للمكبر:

من الأمور التي يجب الاهتمام بها هي كيفية فقدان السخونة ، فكلما زادت درجة الحرارة زاد تيار المجمع (I_C)، والنتيجة فقدان المزيد من القدرة مما يسبب زيادة السخونة، وبدورها تزداد (I_C) ، وتستمر هذه العملية إلى أن يحدث التدمير الذاتي وحرق الترانزستور..

كما أن إحدى طرق زيادة معدل القدرة للترانزستور هو التخلص من الحرارة بطريقة أسرع، هذا هو سبب استعمال مسربات الحرارة، إذا قمنا بزيادة السطح لعلبة الترانزستور فنحن نسمح للحرارة بالتسرب بسهولة إلى الهواء المحيط، وذلك يعني أنه عند زيادة مساحة سطح شرائح التسريب فإننا نسمح بإشعاع الحرارة بسرعة أكبر.

شكل (1) يبين مسربات الحرارة.



شكل (1)
المبردات الحرارية (مسربات الحرارة)

من الطرق المستخدمة في الاستقرار الحراري للمكبر:

- توصيل مقاومة بين المجمع والقاعدة: فعند زيادة تيار المجمع نتيجة لارتفاع درجة الحرارة يزداد هبوط الجهد على مقاومة الحمل وبالتالي يقل جهد المجمع وعندئذ ينقص جهد استقطاب القاعدة وبالتالي ينقص تيار القاعدة، وهذا يؤدي إلى إعادة تيار المجمع إلى قيمته الأولى.
- توصيل مقاومة بين الباعث والأرضي: وهذه الطريقة أكثر استخداماً حيث إن تيار الباعث يساوي تيار المجمع، وبما أن تيار الباعث يمر في المقاومة (R_e) مما يؤدي إلى هبوط الجهد على المقاومة ويصبح الجهد بين القاعدة والباعث مساوياً الجهد على المقاومة بين القاعدة والأرضي ناقصاً هبوط الجهد على المقاومة (R_e) ، بمعنى أن زيادة (I_E) يسبب نقصان في (V_{BE}).

6-1 طرق الربط: types of coupling

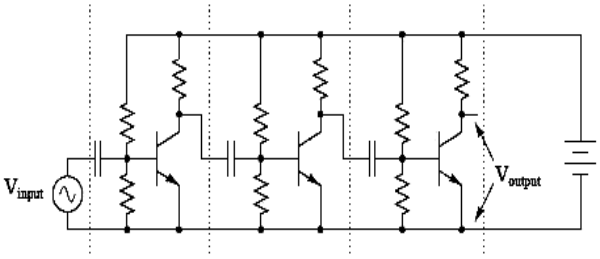
دارات الربط تستخدم للربط بين مراحل التكبير ويوجد ثلاث طرق ربط شائعة هي:

- ربط بمقاومة ومكثف.RC Coupling
- ربط مباشر. Direct Coupling
- ربط بمحول .transformar Coupling

1-6-1 الـــربط بواســـطة المقاومـــة والمكثف RC :

شكل (2) يوضح طريقة الربط عن طريق مقاومة ومكثف.

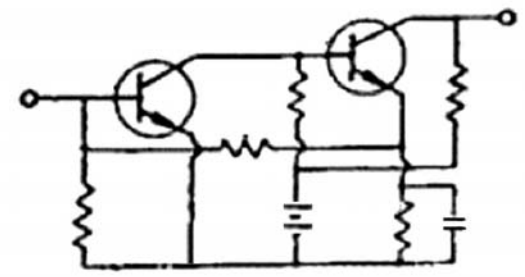
هي الطريقة الأكثر انتشارًا وبهذه الطريقة تقرن الإشارة عبر مقاومة المجمع في كل مرحلة إلى قاعدة المرحلة الثانية وبذلك تكبر الإشارة بمراحل متسلسلة. ويساوي الكسب الكلي حاصل ضرب كسب المراحل كافة. إن مكثفات الربط تنقل التيار المتردد لكنها تحجز التيار المستمر في خرج المرحلة الأولى عند دخل المرحلة الثانية.



شكل (2)
الربط عن طريق مقاومة ومكثف

2-6-1 الربط المباشر :

شكل(3) يبين طريقة الربط المباشر، ونظراً لعدم وجود مكثفات تمرير فإنه يتم تكبير التيار المتردد والتيار المستمر، ومن مميزاتها أن الربح كبير جدا ومقاومة دخل متوسطة ومقاومة خرج منخفضة، ولكن أهم عيوبها تكمن في تغيير خواص الترانزستور مع درجات الحرارة مما يسبب تغيراً في تيارات المجمع وجهده وتظهر في الخرج النهائي كتغير فولتية مكبر، وهذا التغير غير المرغوب فيه يسمى بالانسياق (Draft)، والمشكلة هي عدم تمييزه عن التغير الحقيقي الناتج عن إشارة الدخل، وكذلك تغير الجهد المستمر في مرحلة من المراحل يؤدي إلى تغير في جهد المراحل التالية، كما أن المراحل التي يمكن ربطها مباشرة تكون محدودة.

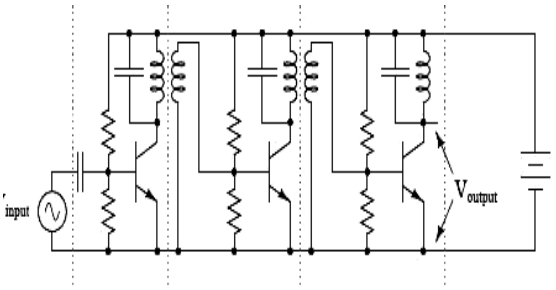


شكل (3)
الربط المباشر

3-6-1 الربط بواسطة المحول:

شكل (4) يوضح طريقة الربط عن طريق محول.

هذه الطريقة تسمح بنقل الإشارة بواسطة محول من كل مجمع إلى القاعدة التالية، ومن مميزاتها أنها تقوم بالتوفيق بين مقاومة الدخل ومقاومة الخرج للحصول على أكبر كسب للقدرة وكذلك عدم فقدان الإشارة في مقومات المجمع أو القاعدة، ولكن من مساوئها غلاء ثمن وكبر حجم المحولات في الترددات السمعية، ويستخدم هذا النوع من الربط في مكبرات التردد الراديوي وفي مستقبلات نوع (AM) وعند ربط مكثف على التوازي مع الملف، نستطيع الحصول على الرنين المطلوب عند تردد (RF) ويكون لدينا كسب عالٍ ولايوجد فقدان في الإشارة، وتكون محولات (RF) صغيرة بسبب عملها في الترددات العالية.

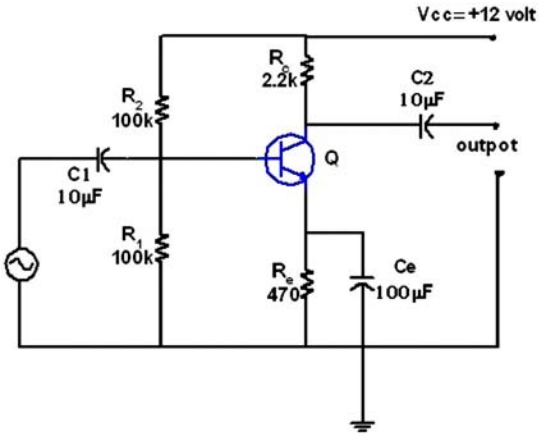


شكل(4)
الربط عن طريق محول

2- مكبر صنف A :

2-1 خصائص مكبر القدرة صنف A:

في المكبر صنف (A) تكون قيم الجهد بين المجمع والباعث مساوية نصف جهد المصدر مما يؤدي إلى تقليل التشويه الذي تتعرض له الإشارة، ولذا تكون نقطة الانحياز في منتصف منحنى خصائص الخرج، ويسمح انحياز المكبر بمرور تيار الخرج باستمرار تيار المجمع (I_C) خلال دورة كاملة لإشارة الدخل، بحيث يمر تيار المجمع باستمرار في الترانزستور، وهو يستخدم بشكل أساسي في أجهزة راديو السيارة حيث يكون التيار المسحوب غير مهم إلى حد ما، كما تستخدم في المراحل المتقدمة من المكبرات متعددة المراحل حيث يكون مستوى التيار منخفضاً.
شكل (5) يوضح دارة مكبر صنف (A).



شكل (5)
دارة مكبر صنف A

2-1-1 القدرة الخارجة:

شكل (6) يوضح دارة مكبر ترانزستور يجهز قدرة إلى مقاومة الحمل (RL) .

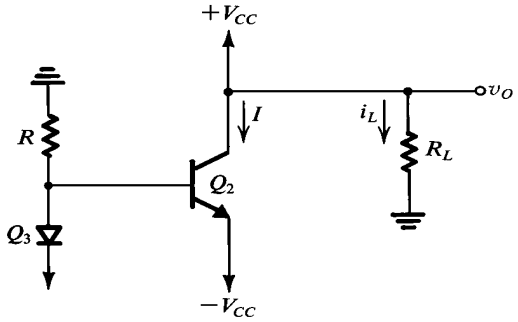
ويوضح أيضا خواص الإخراج المستقرة لتيار دخل القاعدة (i_b) فإذا كان التيار جيبي الشكل فإن الجهد وتيار الخرج يكونان جيبيان أيضا، وتحت هذه الظروف يمكن إهمال التشويه اللاخطي، ويتبين من هذا أن القدرة الخارجة تحسب كما يلي:

$$P = V_C I_C = I_C^2 R_L$$

حيث إن:

(I_C, V_C) : هما تيار المجمع وجهد المجمع بقيم (r.m.s)

R_L : هي مقاومة الحمل.



شكل (6)
دارة مكبر صنف A

وشكل (7) يبين أعلى وأقل تأرجح للجهد والتيار، وتمثل (I_m) و (V_m) التأرجح الجيبي لقمة الجهد والتيار، كما يلي:

$$I_C = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{2\sqrt{2}}$$

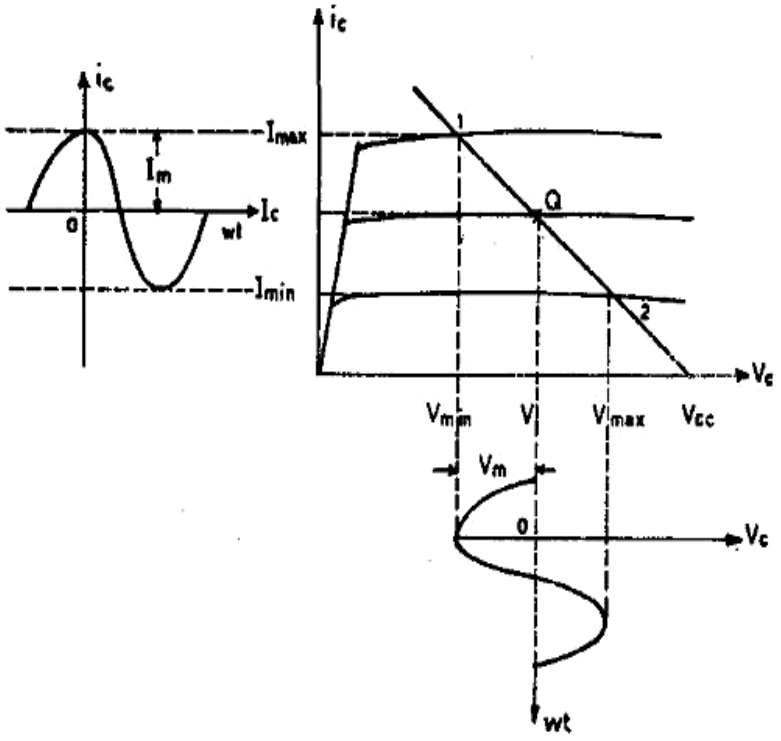
$$V_C = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2\sqrt{2}}$$

وتصبح معادلة القدرة:

$$P = \frac{V_m I_m}{2} = \frac{(V_{\max} - V_{\min})(I_{\max} - I_{\min})}{2\sqrt{2} \times 2\sqrt{2} \times 2}$$

$$= \frac{(V_{\max} - V_{\min})(I_{\max} - I_{\min})}{8}$$

حيث تحسب القدرة الخارجة من خلال المعادلة السابقة، وهي ضرورية لرسم خط الحمل على خواص الفولت – أمبير .



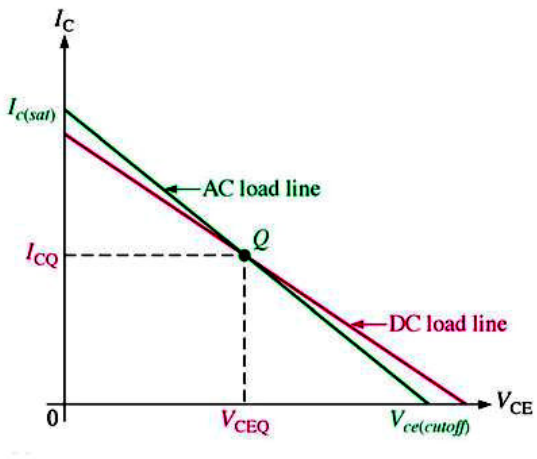
شكل (7)

منحنى جهد الدخل وتيار الخرج

2-1-2 منحنى الاستجابة للمكبر صنفA:

شكل(8) يبين خط الحمل المتردد وتقع عليه نقطة (Q) بمنتصف خط الحمل، وتحسب قدرة الخرج العظمى عندما تكون إشارة المصدر المترددة كبيرة كما يأتي :

$$P_{o(\max)} = V_{r.m.s} \times I_{r.m.s}$$
$$= \frac{V_{CEQ}}{\sqrt{2}} \times \frac{I_{CQ}}{\sqrt{2}}$$
$$= \frac{V_{CEQ} \times I_{CQ}}{2}$$



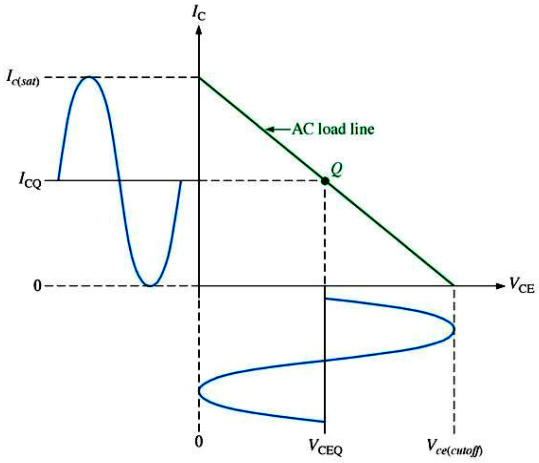
شكل (8)
خط الحمل المتردد

ويمكن حساب جهد السكون بين الباعث والمجمع من العلاقة :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

ولرسم النقطة (Q) نضع (I_C) على المحور العمودي و (V_{CE}) على المحور الأفقي فيمثل (I_{CQ}) تيار المجمع الساكن، وتمثل (V_{CEQ}) جهد السكون بين الباعث والمجمع حيث يتم تشغيل هذا المكبر عند منتصف خط الحمل تقريبا، وبالتالي يعمل المكبر على الدورة الكاملة لإشارة الدخل المترددة، وتؤخذ إشارة الخرج عبر مكثف ربط، ونلاحظ أن إشارة الخرج هي بفارق طور (180^o) بالنسبة إلى إشارة الدخل.

شكل (9) يوضح منحنى عمل الاستجابة لمكبر صنف (A).



شكل (9)
منحنى عمل الاستجابة لمكبر صنف A

3-1-2 كفاءة بمكبر قدرة صنف A :

الكفاءة تساوي $\eta = \frac{P_o}{P_{DC}}$ والقدرة المبددة تساوي : $P_{DC} = (V_{CC} + V_{EE}) I_{CQ}$

إذاً الكفاءة تساوي :

$$\eta = \frac{P_O}{(V_{CC} + V_{EE}) I_{CQ}}$$

$$\eta = \frac{V_{CEQ} \times I_{CQ}}{2} \times \frac{1}{(V_{CC} + V_{EE}) I_{CQ}}$$

$$\eta = \frac{V_{CEQ}}{2(V_{CC} + V_{EE})}$$

$$V_{CC} = V_{\max}$$

$$V_{EE} = V_{\min}$$

$$V_{CEQ} = V_{\max} - V_{\min}$$

$$\therefore \eta = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2(V_{\max} + V_{\min})}$$

$$= 0.5 \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}}$$

$$V_{\max} >> V_{\min}$$

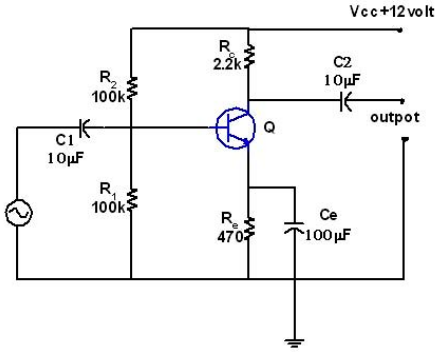
$$\eta \cong 0.5 \frac{V_{\max}}{V_{\max}} = 50\%$$

تكون الكفاءة تقريبا 50% في حالة ربط المحول عندما تكون ($V_{\max} >> V_{\min}$).

2-2 آلية عمل دارة مكبر القدرة صنف A :

شكل (10) يبين دارة مكبر قدرة صنف A مكون من مرحلة واحدة ، حيث تعمل هذه الدارة كما يلي:

- الترانزستور Q يعطي تكبيراً لكل من الجهد والتيار.
- تعمل المقاومتان (R_1,R_2) كمقسم للجهد لتوفير الانحياز اللازم لقاعدة الترانزستور، والمقاومة (R_c) توفر الانحياز للمجمع .



شكل (10)
دارة مكبر صنف A

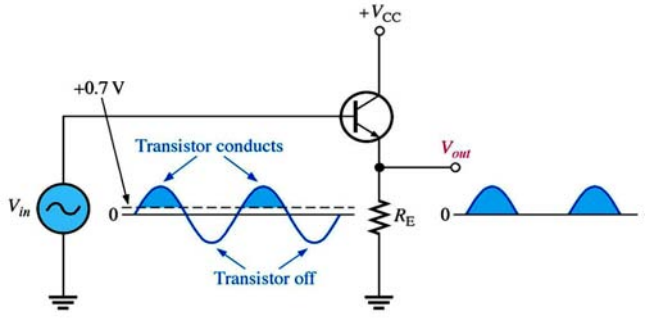
- المقاومة (Re) مقاومة الباعث تسمى مقاومة التوازن وهذه المقاومة مهمة وتعمل على استقرار نقطة التشغيل (استقرار الانحياز) ضد تغير درجة الحرارة حيث تعمل تغذية عكسية سالبة للتيار المستمر، ومن عيوبها أنها تقلل معامل التكبير .
- المكثف (Ce) مكثف إمرار يزيد من كسب الجهد للإشارة المتغيرة المطلوب تكبيرها حيث يمرر الإشارة المتغيرة على طرفي المقاومة (Re) إلى الأرضي وبالتالي يمنع التغذية العكسية السالبة للإشارة المتغيرة والتي تسبب خفض كسب المكبر .
- مكثف الربط (C1) يربط مصدر إشارة الدخل ودارة المكبر حيث يسمح بمرور الإشارة المترددة المطلوب تكبيرها إلى دارة المكبر ويمنع مرور تيار الانحياز المستمر من الدخول للمصدر والذي قد يسبب إتلافه .
- مكثف الربط (C2) الرئيسي 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 حتى لا تؤثر على جهد انحياز المرحلة التالية.

3- مكبر قدرة صنف B: power amplifier Class –B

1-3 خصائص مكبر القدرة صنف B:

يمتاز مكبر القدرة صنف (B) بخاصيتين، أولاهما هبوط مدى التحميل $(PD_{\max})$ إلى خمس قدرة الحمل، وهذه الخاصية مهمة في مرسلات الاتصال حيث الحاجة إلى مقادير كبيرة من قدرة الحمل يهبط التيار إلى (1%) من ($I_{C(sat)}$) وهي الخاصية الثانية ، وتكون مهمة في المنظومات التي تعمل بالبطاريات.

وفي هذا المكبر تكون نقطة التشغيل عند نقطة القطع تقريبا فيعمل المكبر على نصف دورة فقط، وحتى يتم العمل على النصف الآخر من الموجة يتم تصميم الدارة كدارة دفع- جذب نوع (B) وذلك حتى تعمل في النصف الموجب والنصف السالب للموجة، شكل (11).



شكل (11)
دارة مكبر قدرة صنف B

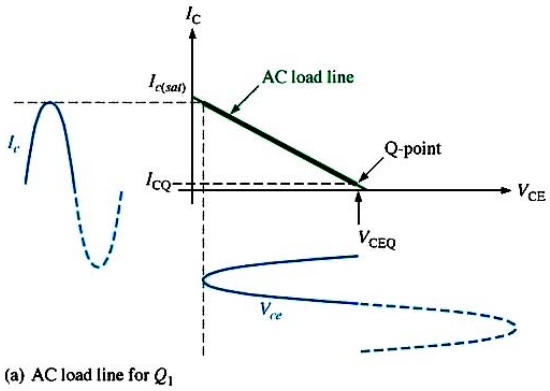
1-1-3 القدرة الخارجة:

شكل (12) يبين خط حمل التيار المتردد المثالي لمكبر قدرة صنف B وهو مثالي لإهمال (I_{CQ}) و $(V_{CE(sat)})$ ويبين الشكل كذلك أكبر موجة تيار وجهد يمكننا الحصول عليهما بترانزستور واحد من مكبر قدرة دفع-جذب صنف (B) وتكون أقصى قدرة إخراج مترددة كالتالي:

$$P_{0(\max)} = V_{rms} I_{rms}$$

$$= \frac{V_{CEQ}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{C(sat)}}{\sqrt{2}}$$

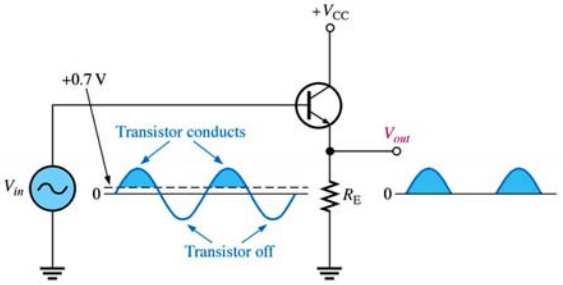
$$= \frac{V_{CEQ} I_{C(sat)}}{2}$$



شكل (12)
خط حمل التيار المتردد

2-1-3 منحنى الاستجابة للمكبر صنفB :

شكل (13) يوضح خط حمل تيار متردد ، حيث يعمل الترانزستور في المنطقة الفعالة ويكون في حالة قطع للنصف الآخر من المنطقة، أي أن تيار المجمع يسري خلال (180^0) فقط .

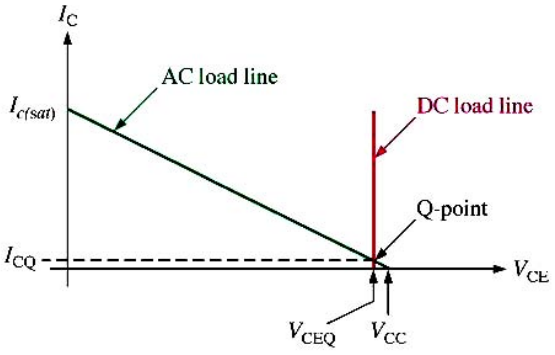


شكل (13)
خط حمل التيار المتردد

شكل (14) يبين خط الحمل المتردد لترانزستور واحد في دارة دفع-جذب من الصنف (B) وعند إهمال (I_{CBO}) تكون نقطة (Q) عند القطع، أي أن:

$$I_{CQ} = 0$$

$$V_{CBO} = V_{CE(cutoff)}$$



شكل (14)
خط الحمل المتردد

من هنا يتبين أن الترانزستور الواحد يعالج النصف الموجب للموجة السالب ويكون تيار التشبع في مكبر صنفB هو:

$$I_{CE(sat)} = \frac{V_{CEQ}}{R_C + R_E}$$

يتم تشغيل هذا المكبر في منطقة القطع (cut off region) ، وبالتالي يعمل المكبر على نصف إشارة الدخل المترددة، شكل (13).

3-1-3 كفاءة المكبر:

الكفاءة لمكبر صنف B :

$$\eta = \frac{P_o}{P_{DC}} = \frac{V_{CC} \times I_{C(sat)} / 4}{V_{CC} \times I_{C(sat)} / \pi}$$

$$= \frac{\pi}{4} = \frac{3.14}{4} = 0.785$$

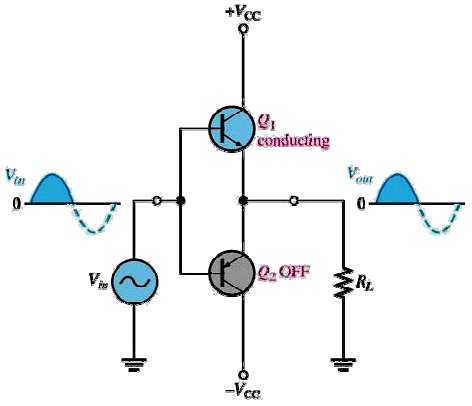
وبهذا تكون الكفاءة لمكبر صنف B أكبر بكثير من الكفاءة لمكبر صنفA والتي تساوي 50%.

2-3 آلية عمل دارة مكبر قدرة نوع دفع – جذب نوع- B (CLASS B Push –Pull):

تستخدم مكبرات الدفع والجذب في أجهزة التكبير الحديثة ، لأن الاستطاعة التي نحصل عليها من ترانزستورين موصولين في دارة دفع وجذب ، تكون أكبر من الاستطاعة التي نحصل عليها من ترانزستور واحد ، كما أن استخدام دارات الدفع والجذب يلغي الحاجة إلى مكبر خرج .

تتكون دارة دفع- جذب من ترانزستورين متماثلين يوصلان على التوازي- نوع باعث تابعي- حيث إن:

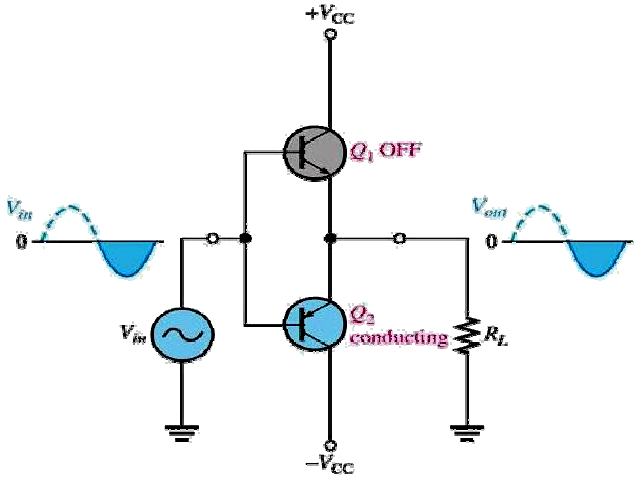
- في مكبرات الدفع والجذب صنف (B) ينحاز كلا الترانزستورين حتى جهد القطع (Cut off) وبحيث يمر تيار ساكن صغير في كل ترانزستور عندما يكون جهد الإشارة المطبقه علية يساوي الصفر والتي تطبق بطور مختلف على كل ترانزستور وذلك باستخدام دارات تفريق الطور، وبحيث يكون أحد الترانزستورين في حالة قطع عندها يكون الترانزستور الآخر في حالة توصيل.
- في نصف الموجة الموجب يقوم الترانزستور (NPN) بالعمل خلال النصف الموجب لموجة الدخل والترانزستور الآخر في حالة قطع ويكون الخرج عبارة عن نصف موجة موجبة، شكل (15).



شكل (15)

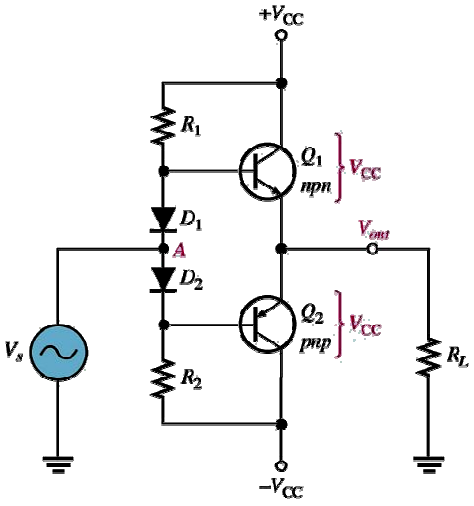
خرج نصف موجة موجبة

- في نصف الموجة السالب - شكل (16)- يكون الترانزستور PNP في حالة توصيل والترانزستور الآخر في حالة قطع وبهذا يكون جهد الخرج موجة جيبية كاملة.

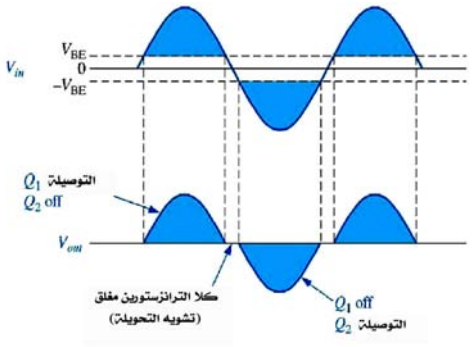


شكل (16)
خرج نصف موجة سالبة

ولمنع تشويه التحويلة - شكل (17)- يتم إضافة ثنائيين (يحدد انحياز الثنائي موقع النقطة Q فوق القطع) شكل (18).



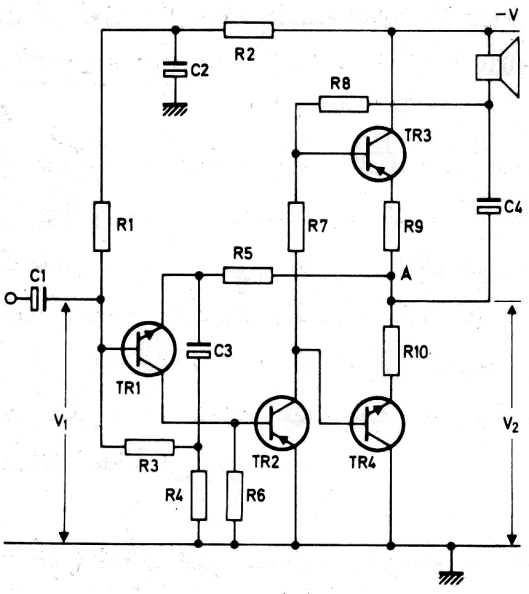
شكل (18)
دارة مكبر قدرة صنف B مع إضافة ثنائيين



شكل (17)
تشويه التحويلة

3-3 آلية عمل دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي نوع B:
(Complementary Push Pull AMP)

شكل (19) يبين دارة مكبر دفع وجذب متنام حيث تعمل الدارة كما يلي:



شكل (19)
دارة مكبر صنف B نوع مكبر الدفع والجذب المتنامي

- الترانزستور (TR_1) يعمل كمكبر أولي للإشارة المتغيرة وكمكبر تفاضلي للإشارة المستمرة حيث يقارن الجهد (V_1) مع الجهد (V_2) باستخدام المقاومات (R_1,R_2,R_3) .
- المقاومة (R_5) توصل التغذية الخلفية السالبة من الخرج إلى باعث الترانزستور (TR_1) ، ويقوم المكثف (C_3) بإزالة إشارة التغذية الخلفية المتغيرةبين هاتين النقطتين .
- تقوم المقاومة (R_4) بتوصيل جزء صغير من التغذية الخلفية لتخفيض الكسب والتشويه .
- الترانزستور (TR_2) يقوم بتكبير الإشارة الآتية من المكبر الأولي (TR_1) وتطبيقها على ترانزستوري الخرج (TR_3,TR_4) الذين يوصلان بالتوالي خلال نصفي موجة التيار.
- نحصل على جهد الانحياز الساكن لترانزستورات الخرج بواسطة المقاومة (R_7) الموصلة بمجمع الترانزستور (TR_2).
- المقاومة (R_9,R_{10}) وصلت في دارة باعث ترانزستورات الخرج لتحسين الاستقرار الحراري للدارة.
- وتوصل الإشارة بعد تكبيرها عند النقطة (A) عبر المكثف (C_4) إلى المجهار، شكل (4).

4- مكبر القدرة صنف C :

هـو مكبـر يكـون فـيه انحـياز القاعـدة بدرجـة تمـنع مـرور تـيار المجمّـع فـي حالـة عـدم توصـيل الإشـارة،بحيث يمر تيار المجمع في ترانزستور معين خلال فترة أقل من نصف كل دورة في حالة توصيل الإشارة.

4-1 خصائص مكبر القدرة صنف C:

يتميز مكبر القدرة من صنف (C) بإمكانية الحصول على قدرة كبيرة في الإخراج أكبر من قدرة مكبر صنف (B). ويحب أن يؤلف المكبر على تردد الموجة المراد تكبيرها، فالمكبر المؤلف من الصنف (C) تكون حزمته ضيقة، ويعد هذا المكبر أكثر الأصناف كفاءة ويستخدم فى المراحل الراديوية (RF) ، ويتراوح مدى تحمل القدرة بين (1watt) إلى (75watt).

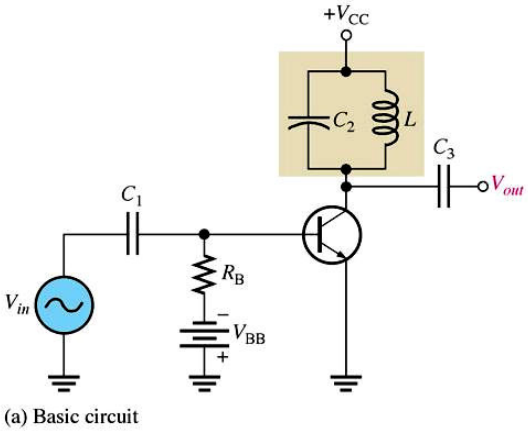
4-1-1 القدرة الخارجة:

شـكل (20) يوضـح مكبـراً مـؤلفاً مـن الـصنف C إذ يكـون جهـد المجمـع الـساكن كالآتي $V_{CEQ} = V_{CC}$.

وعند وجود الإشارة برغم جهد المجمع الكلي.

يمكـن اسـتبدال مقاومـة التوالـي للملـف بمقاومة توازي مكافئة، وتكون:

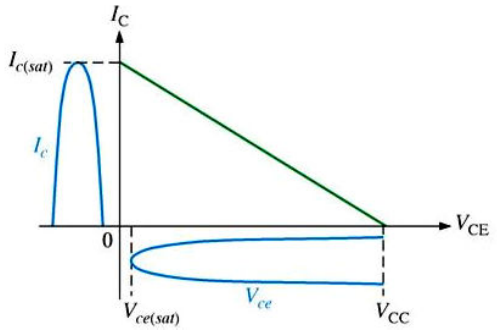
$$P_{o(\max)} = \frac{V^2{}_{rms}}{r_c} = \frac{(V_{CC}/\sqrt{2})^2}{r_c} = \frac{V_{CC}^2}{2r_c}$$



شكل (20)
مكبر قدرة صنف C

4-1-2 منحنى الاستجابة للمكبر صنف C:

شـكل (21) يوضـح منحنـى اسـتجابة للمكبرات حيث يسري التيار في هذا الصنف لأقل من (1800) بكثير ويبدو مثل النبضات الضيقة، شكل(21).



شكل (21)
منحنى استجابة للمكبرات

3-1-4 كفاءة المكبر:

الكفاءة لمكبر صنف C

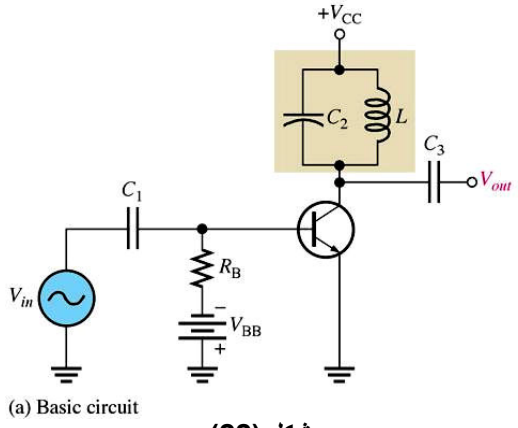
$$\eta = \frac{P_o}{P_{DC}}$$

$$P_D = \frac{V_{CE(sat)}}{V_{CC}} \times P_{0(\max)}$$

$$P_{DC} = P_{0(\max)} + P_D$$

$$\eta = \frac{V_{CC}}{V_{CC} + V_{CE(sat)}}$$

ومن المعادلة يلاحظ أن قيمة ($V_{CE(sat)}$) صغيرة جدا إذا ما قورنت بجهد المصدر V_{CC} ، ويعني ذلك أن كفاءته أكبر من 90%.

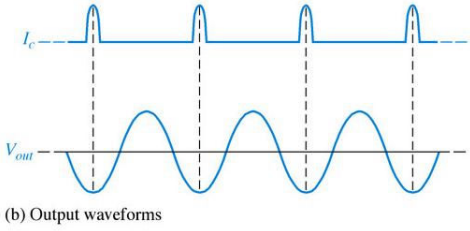


شكل (22)
دارة مكبر صنف C

2-4 دارة مكبر القدرة صنف C:

4-2-1 آلية عمل دارة مكبر القدرة صنف C :

عند دخول إشارة عبر المكثف C_1 فإن الترانزستور يقوم بتكبير الإشارة وخروج الإشارة عبر دارة الترشيح شكل (22)، وتكون النقطة (Q) عند القطع في حالة عدم وجود إشارة متردد ة، أما عند وجود إشارة متردد ة فيشحن مكثف الربط (C_1) بالقطبية الموجبة والسالبة ويكون طريق التفريغ الوحيد خلال المقاومة. وللتعويض عن الفقدان القليل في شحن المكثف خلال كل ذبذبة يتأرجح جهد القاعدة فوق الصفر جاعلا الترانزستور موصلا خلال فترة وجيزة عند كل ذروة موجبة، وتكون زاوية التوصيل أقل بكثير من (180^0)، وهذا هو السبب في أن شكل الموجة لتيار المجمع تكون على شكل سلسلة من النبضات الضيقة، شكل (23).

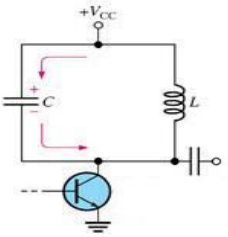


شكل (23)
سلسلة النبضات

2-2-4 آلية عمل دارة الرنين الموجودة:

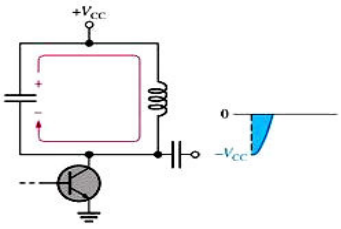
تعمل دارة الرنين حسب التسلسل الآتي:

أ- عندما يكون الدخل في الذروة (القمة) فإن الترانزستور يكون موصلاً (تقريبا في حالة قصر)، ويبدأ المكثف في الشحن C إلى جهد المصدر (V_{cc}) شكل (24- أ) .



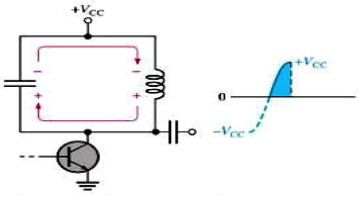
(أ)

ب- الترانزستور يتحول إلى حالة الفصل (تقريبا في حالة دارة مفتوحة) والمكثف يفرغ شحنته ويصل إلى قيمة الصفر فولت شكل (24- ب).



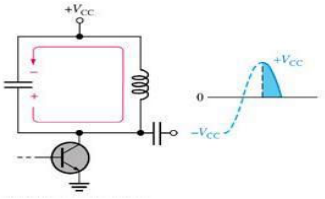
(ب)

ج- الترانزستور يبقى في حالة فصل ويبدأ الملف بشحن المكثف في اتجاه عكسي، شكل (24- ج).



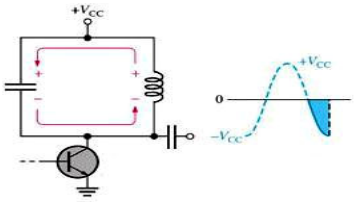
(ج)

د- الترانزستور يبقى في حالة فصل والمكثف يفرغ شحنته ويصل إلى قيمة الصفر فولت، شكل (24- د).



(د)

هـ - الترانزستور في حالة فصل والملف يعيد شحن المكثف، ثم يبدأ الترانزستور بالتوصيل لدورة أخرى، وهكذا تستمر العملية ، شكل (24- هـ).



(هـ)

شكل (24)

آلية عمل دارة الرنين في مكبر صنف C

5- مكبر صنف AB:

هو مكبر يكون فيه انحياز القاعدة والإشارة متغيرة بحيث يمر تيار مجمع في ترانزستور معين باستمرار خلال فترة أكبر من الوقت اللازم كنصف دورة كهربائية للإشارة، ولكن أقل من وقت دورة كاملة لها.

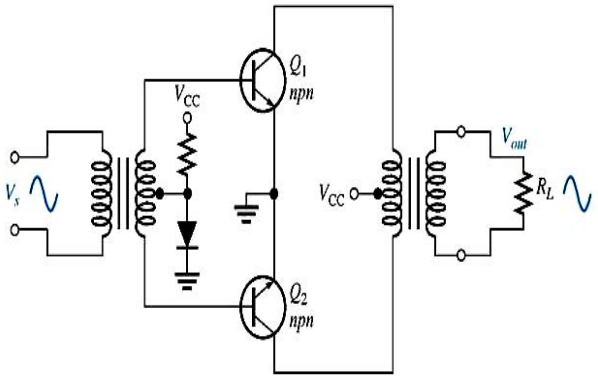
5-1 خصائص مكبر صنف AB:

خصائص هذا المكبر هي نفس خصائص المكبر صنف B ، ويكون الترانزستور في مكبر صنف AB في المنطقة الفعالة لأكثر من نصف الذبذبة وأقل من ذبذبة كاملة، أي يسري تيار المجمع أكثر من (180^0) وأقل من (360^0) .

5-2 آلية عمل دارة مكبر القدرة صنف AB:

شكل (25) يوضح دارة مكبر صنف AB ويلاحظ أن الدارة تعمل في النمط (الصنف)AB ، المحول يتحكم في التيار المار عبر الترانزستورين Q1 , Q2 .

كما نلاحظ أن الترانزستورين Q1 , Q2 يعملان كتوصيلة باعث مشترك فعندما تطبق إشارة على قاعدة الترانزستور Q1 فإنه يعمل، وبالتالي يقوم بقدح الترانزستور Q2 مما يسبب كسباً جيداً ، بينما يعمل الترانزستوران Q1 , Q2 كتابع باعثي.



شكل (25)
دارة مكبر صنف AB

6- قواعد الأمن والسلامة المهنية (safety & vocational Rules):

1- ارتداء ملابس العمل والوقاية الشخصية.

2- تنظيم وترتيب مكان العمل.

3- قراءة تعليمات وإرشادات الشركات الصانعة.

4- فصل التغذية الكهربائية قبل توصيل أية تجربة واستدعاء المشرف على التدريب.

5- عند توصيل الدارات الإلكترونية لا تترك العناصر والأسلاك دون تثبيت فقد يؤدي ذلك إلى توليد نبضات شاردة ينجم عنها إتلاف العناصر الإلكترونية.

6- راجع التوصيلات واتجاه تركيب القطع الإلكترونية قيل استخدامها لأن تغيير الاتجاه يؤدي فورا إلى إتلاف العناصر ويؤدي إلى حرائق أحيانا أو انفجار للقطع الإلكترونية مثل المكثفات والثنائيات والدارات المتكاملة.

الجـزء الثانـي

تـمـــاريـــن الـتـــدريـــب الـــعـمـلـــي

اسم التمرين: بناء دارة مكبر صنف A. **رقم التمرين: (1)**

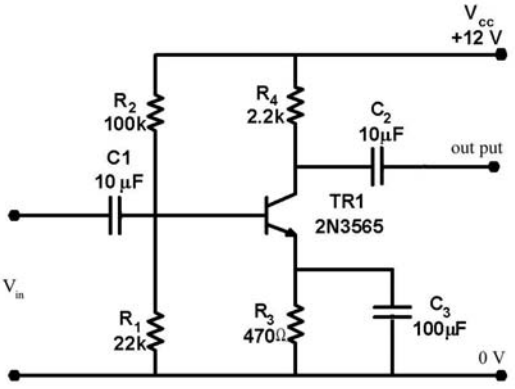
الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر صنف A.
2- يبني دارة مكبر صنف A.
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- راسم إشارة بقناتين 20MHz.
2- مولد إشارة.
3- ترانزستور2N3565.
4- مقاومة كربونية ثابتة عدد 4 نصف وات (470kΩ,2.2kΩ,22kΩ,100kΩ,).
5- مصدر تغذية power supply (صفر-30) فولت/1 أمبير.
6- مكثفات 50V / (100µF) عدد واحد.
7- مكثفات 50V / (10µF) عدد اثنين.
8- جهاز أفوميتر.

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- افحص صلاحية عناصر مكونات الدارة الموضحة في التجهيزات والتسهيلات. 2- استبدل التالف منها. 3- صل عناصر الدارة، شكل (26).	

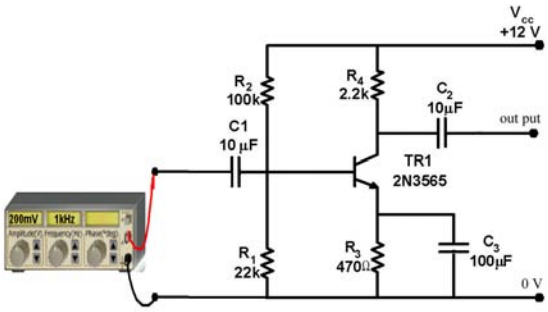
شكل (26)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- اضبط مصدر الجهد المستمر على الجهد 12V .

5- اضبط مولد الإشارة على تردد ، (25mV/1kHz) شكل (27)

6- قـــس انحـــيازات الجهـــود للترانزستور.



شكل (27)

7- اضـبط جهـاز راسـم الإشـارة ، شكل (28) كما يلي:

القناة الأولى:

1V/Div ,0.1ms/Div AC

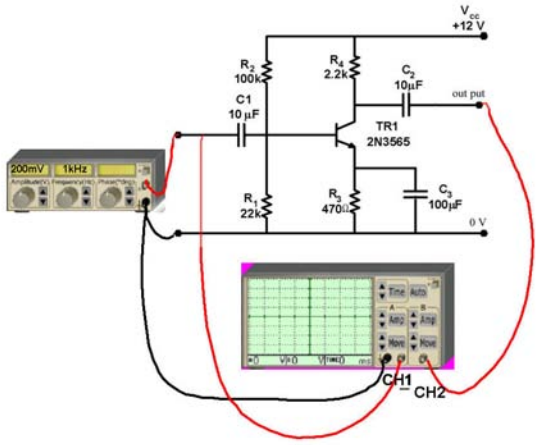
القناة الثانية :

10V/Div ,0.1ms/Div AC

8- قس الإشارات عند نقاط الدخل والخرج.

9- ارسم الإشارات عند نقاط الدخل والخرج .

10- احـسب معامـل التكبيـر الكلـي للدارة.



شكل (28)

اسم التمرين : بناء دارة مكبر قدرة نوع دفع - جذب Push-pull-amp صنف B. **رقم التمرين:(2)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

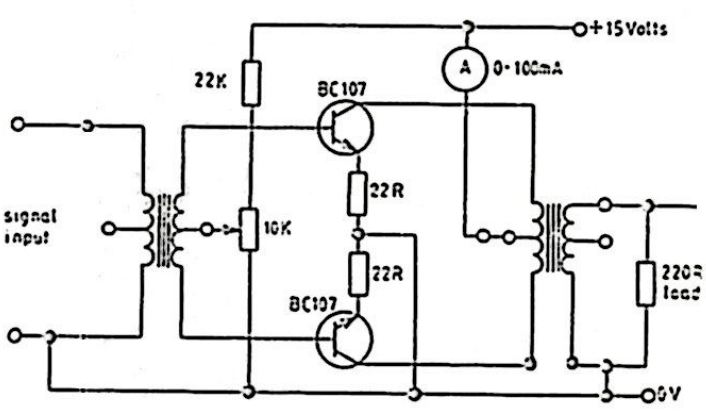
1- يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر الدفع والجذب صنف B .
2- يبني دارة مكبر الدفع والجذب صنف B .
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- ترانزستور (BC107) عدد 2
2- مقاومة كربونية ثابتة (22Ω)عدد 2 نصف وات
3- مقاومة متغيرة (10KΩ).
4- مقاومة ثابتة (220Ω, 22KΩ) عدد 1
5- مصدر تغذية power supply (صفر-30) فولت/1 أمبير .
6- أفوميتر.
7- راسم إشارة بقناتين / 20MHz .
8- مولد إشارة .
9- محول ربط عدد 2 .

خطوات تنفيذ التمرين:

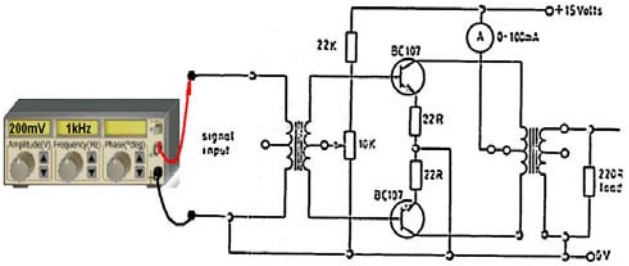
الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- افحص عناصر مكونات الدارة المبينة في التجهيزات والتسهيلات. 2- استبدل التالف منها. 3- صل عناصر الدارة، شكل(29).	



شكل (29)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- اضبط مولد الإشارة على تردد ($1V_{P-P}$)، شكل (30).



شكل (30)

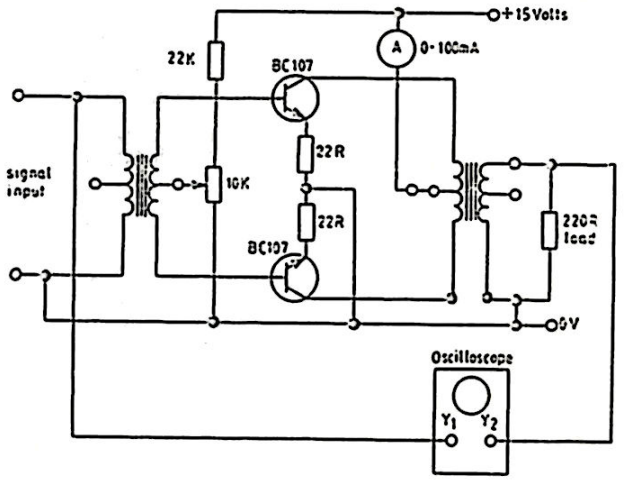
5- اضبط جهاز راسم الإشارة، شكل (31) كما يلي:

القناة الأولى:

1V/Div ,1ms/Div AC

القناة الثانية:

10V/Div ,0.1ms/Div AC



شكل (31)

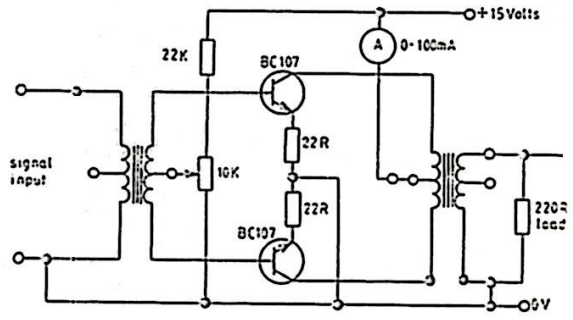
6- قس جهد الإشارة وترددها عند دخل الدارة

7- قس جهد الإشارة وترددها عند خرج الدارة

8- ارسم الإشارات عند نقاط الدخل والخرج

9- قس انحيازات الجهود للترانزستورات شكل (32).

10- احسب معامل التكبير الكلي للدارة .



شكل (32)

اسم التمرين: بناء دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B. **رقم التمرين: (3)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

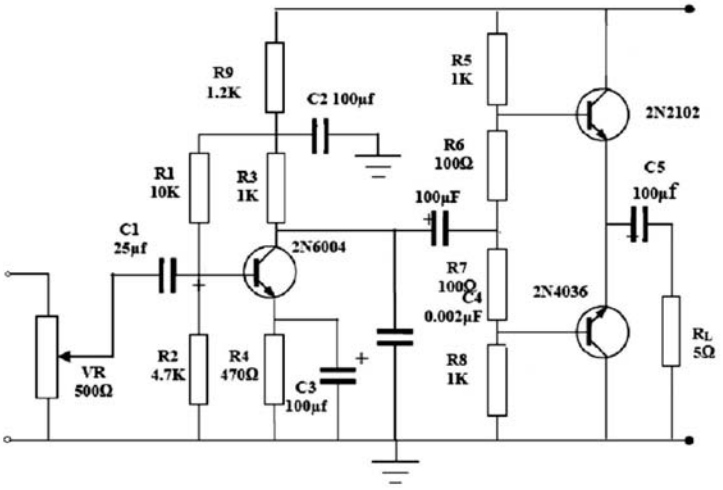
1- يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B.
2- يبني دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B.
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر .
2- مقاومات ,5Ω,100Ω,1KΩ,470Ω,1.2kΩ,10kΩ,4.7kΩ نصف وات.
3- مقاومة متغيرة 500Ω قدرة 2W .
4- مكثفات كيمائية ,25µF,100µF جهد 50V .
5- مكثف 0.002µF .
6- ترانزستورات 2N6004,2N4036,2N2102 أو ما يعادلها.
7- مصدر تغذية (DC) من (0 – 30) فولت .
8- جهاز راسم إشارة.
9- جهاز مولد إشارة.

خطوات تنفيذ التمرين:

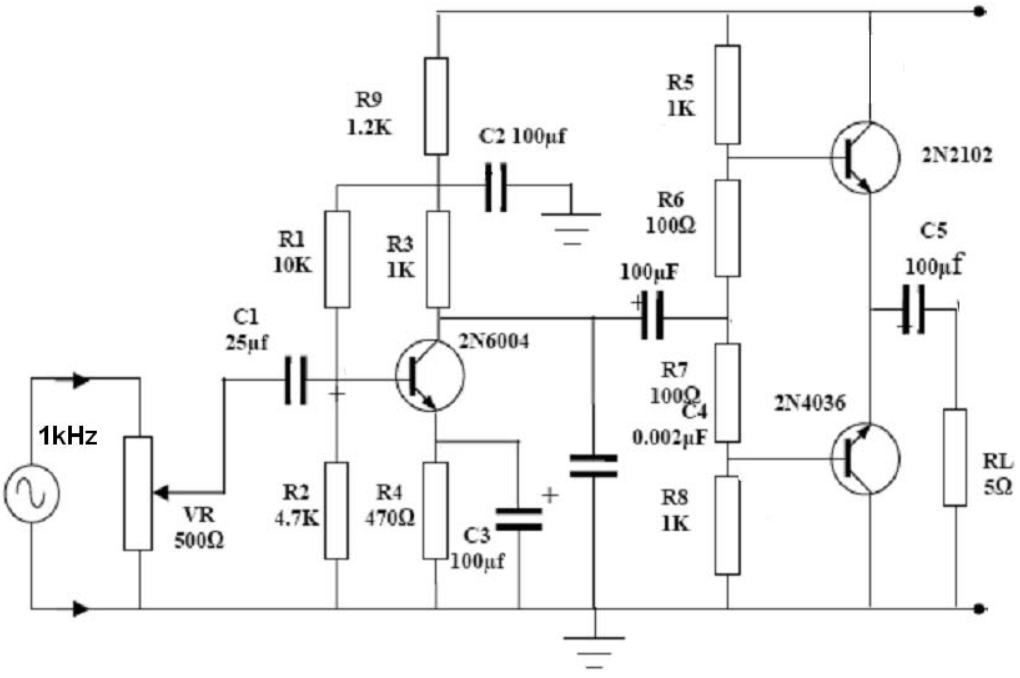
الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- افحص عناصر مكونات الدارة المبينة في التجهيزات والتسهيلات. 2- استبدل التالف منها. 3- صل عناصر الدارة، شكل (33).	



شكل (33)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- صل مولد الإشارة بدارة مكبر شكل (34).
5- اضبط مولد الذبذبات على موجة جيبية بتردد 1kHz.
6- اضبط المقاومة المتغيرة VR حتى تحصل على إشارة غير مشوهة.

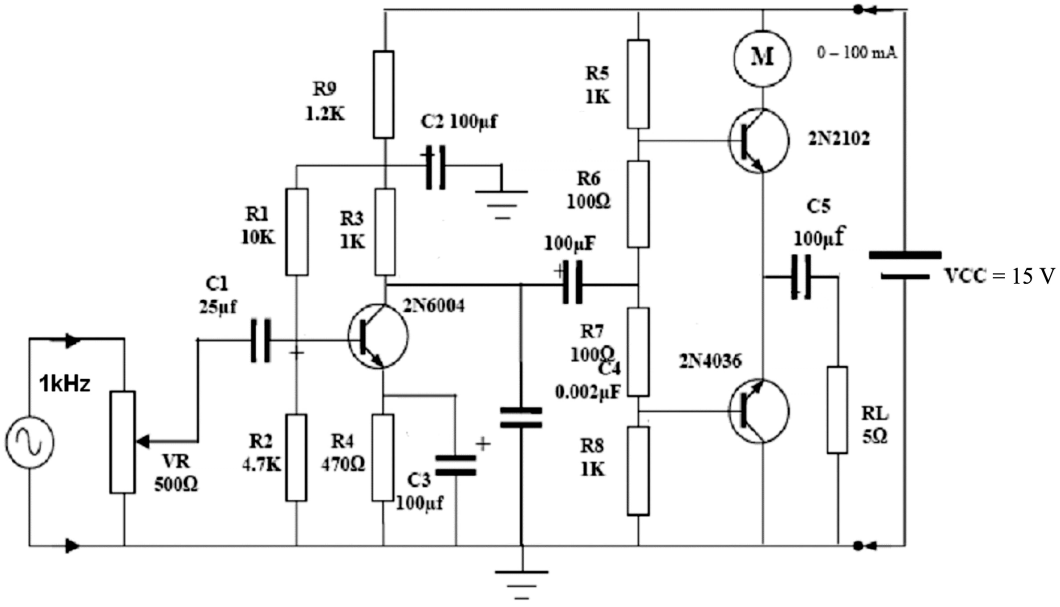


شكل (34)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

7- صل مصدر التغذية مع الدارة وابتدئ بجهد $V_{cc}=0$ زد بالتدريج V_{cc} حتى يقيس الأميتر (M) شكل (35) تيار مستمر من 2mA إلى 3mA .

8- قس الجهد V_{cc} (يجب أن يكون في حدود 15V).



شكل (35)

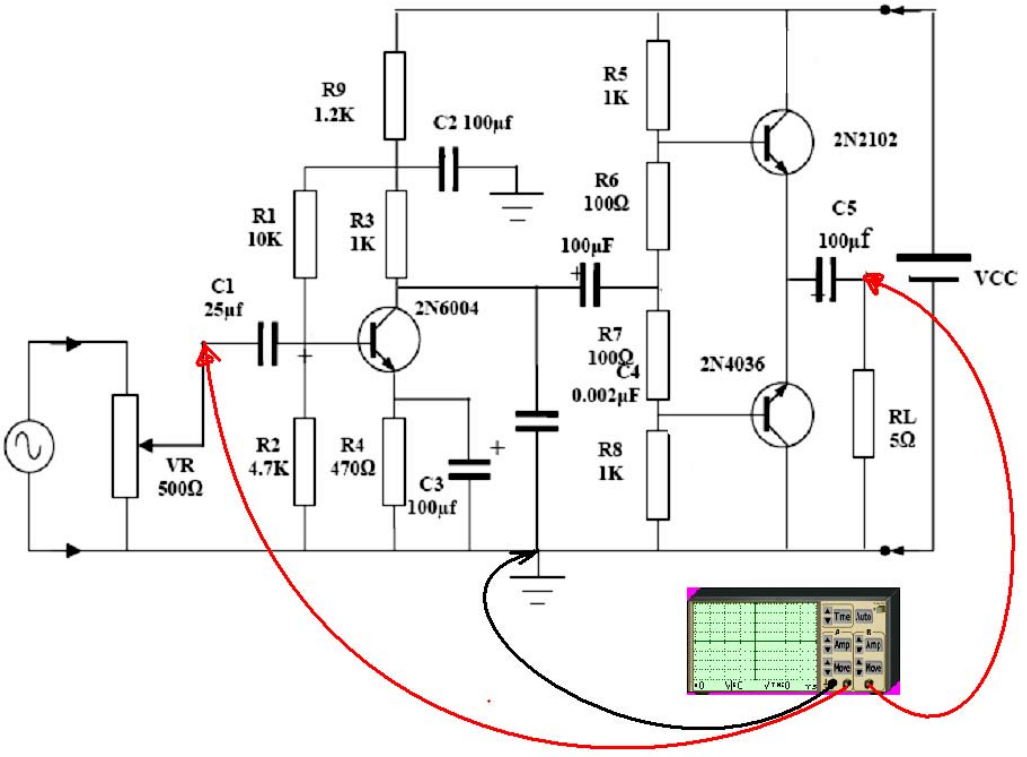
الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

9- صل راسم الإشارة عبر المقاومة RL بين النقطة 8 والأرضي، شكل(36) ، ثم زد جهد الدخل بتغيير مقاومة التحكم VR للحصول على أقصى إشارة بحيث تكون غير مشوهة.

10- قس إشارة الدخل باستخدام راسم الإشارة عبر القناة الأولى.

11- قس إشارة الخرج باستخدام راسم الإشارة عبر القناة الثانية.

12- قارن بين إشارة الدخل والخرج .



شكل (36)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

13- قس الجهود عند النقاط 1،2،3،4،5،6،7،8 شكل (37).

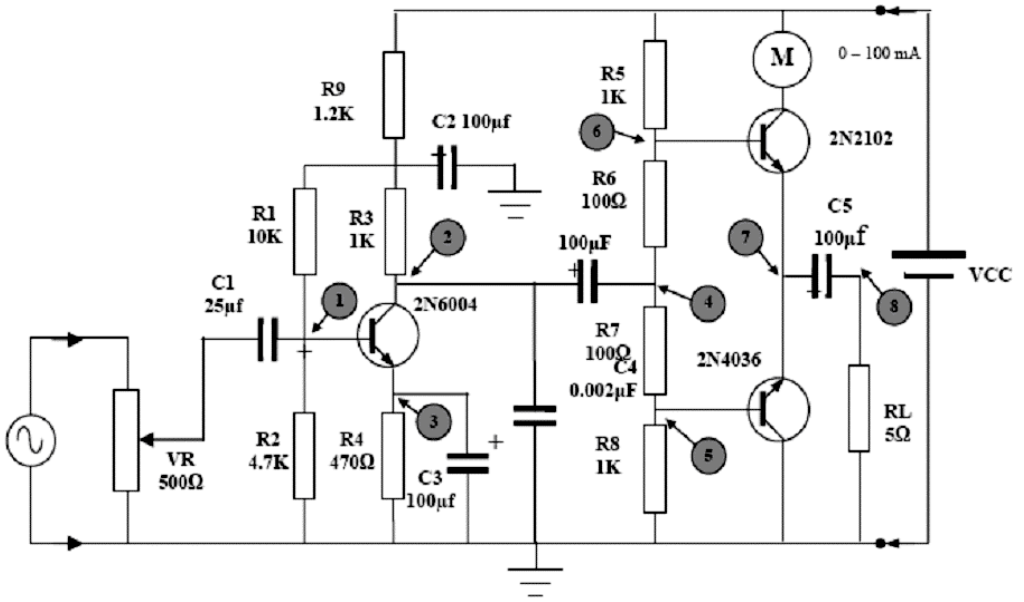
14- سجل النتائج في الجدول (1).

15- احسب جهد الخرج وجهد الدخل V_{p-p} .

16- احسب الكسب من العلاقة: $gain = \frac{V_o}{V_i}$.

جدول (1)
نتائج القياسات

نقطة الاختبار	الجهد المستمر DC V		سعة الإشارة المتغيرة V_{p-p}
	مع الإشارة	بدون الإشارة	
VCC			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			



شكل (37)

اسم التمرين: بناء دارة مكبر صنف C. **رقم التمرين: (4)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

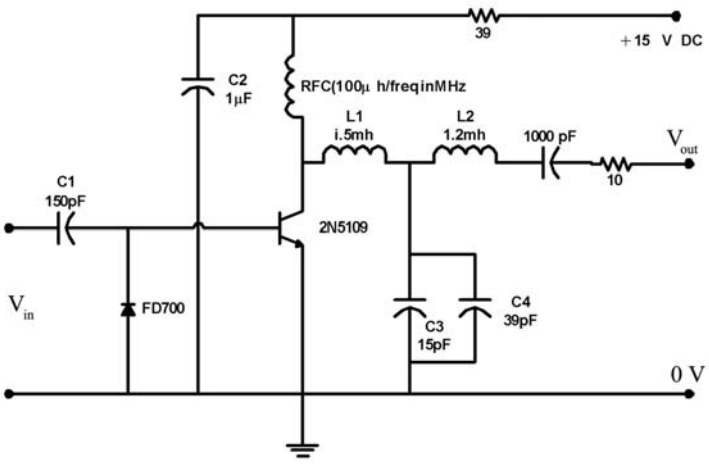
1- يفحص عناصر دارة مكبر قدرة صنف C .
2- يبني دارة مكبر صنف C .
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر .
2- أسلاك توصيل.
3- جهاز أوسلوسكوب .
4- مصدر تغذية من 0 إلى 30 فولت AC/DC .
5- مكثفات (150pF,1µF,1000pF,15pF,39pF).
6- ملفات (1.5mh,1.2mh,RFC100µh).
7- مقاومات(39Ω,10Ω).
8- ترانزستور(2N5109).
9- ثنائي (FD700).

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- افحص عناصر مكونات الدارة المبينة في التجهيزات والتسهيلات. 2- استبدل التالف منها. 3- صل عناصر الدارة ، شكل(38).	

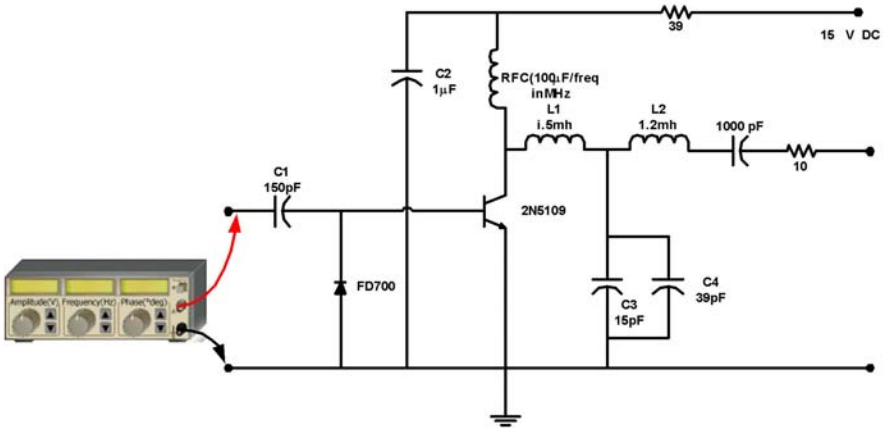


شكل (38)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- صل جهاز مولد الإشارة ، شكل (39).

5- اضبط جهاز مولد الإشارة على تردد (200mV/1kHz).

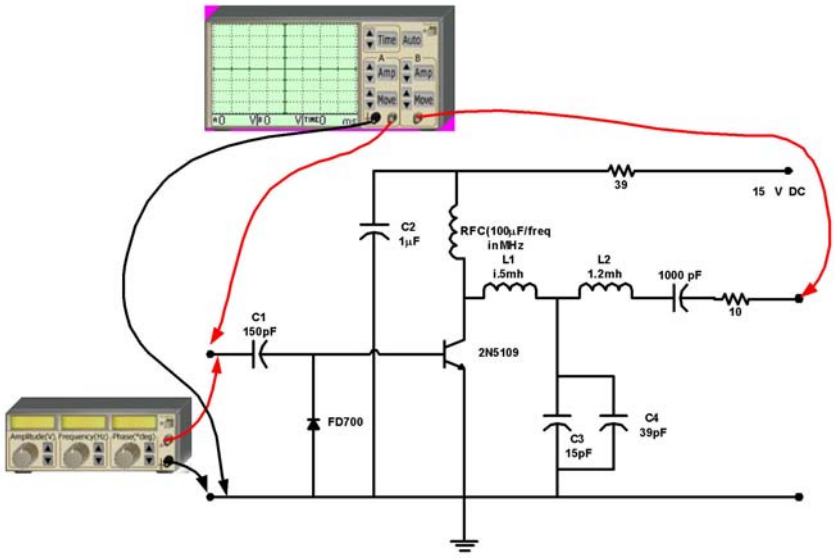


شكل (39)

6- صل جهاز راسم الإشارة بنقاط الدخل والخرج ، شكل (40).

7- ارسم إشارة الدخل والخرج كما تراها على شاشة راسم الإشارة .

8- قس تردد وجهد إشارة الدخل والخرج .



شكل (40)

اسم التمرين: بناء دارة مكبر قدرة صنف AB. **رقم التمرين: (5)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص عناصر دارة مكبر صنف AB ويصلحها.
2- يبني دارة مكبر صنف AB .
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

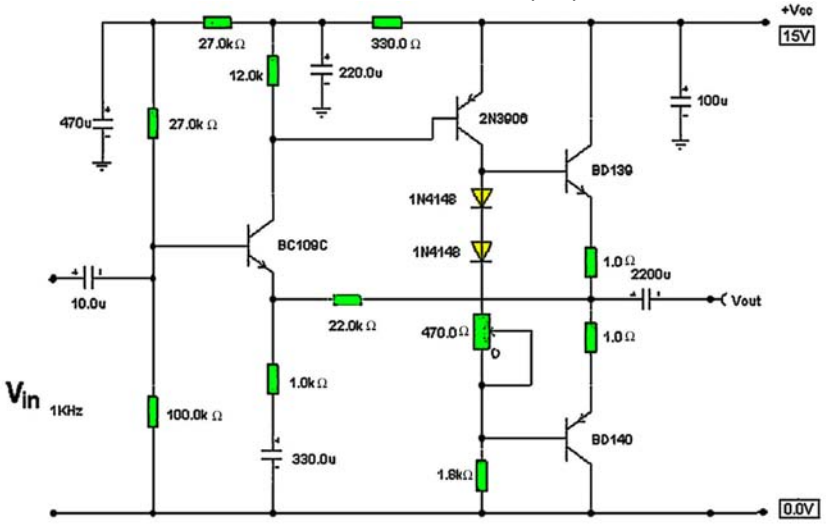
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- أسلاك توصيل.
3- مقاومات (1Ω,1Ω ,1.8K ,330Ω ,1K,22K ,100K ,27K,12K ,27K)
4- مقاومة متغيرة 470Ω
5- جهاز أوسلوسكوب
6- ثنائيات 1N4148 عدد 2 .
7- ترانزستورات (BC109C ، 2N3906 ، BD139 ، BD140)
8- مولد قدرة من 0 إلى 30 فولت AC/DC .
9- مكثفات (10µF ، 470µF ، 220µF ، 330µF ، 2200µF ، 100µF)
10- جهاز مولد إشارة .

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

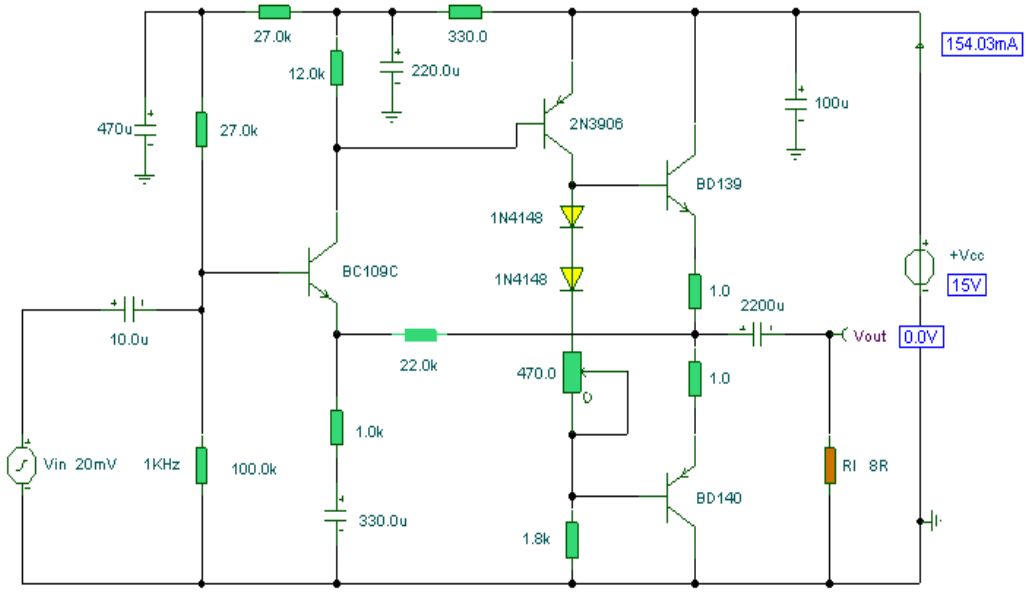
1- افحص عناصر مكونات الدارة المبينة في التجهيزات والتسهيلات.
2- استبدل التالف منها.
3- صل عناصر الدارة ، شكل (41).



شكل (41)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- صل جهاز مولد الإشارة، شكل (42).
5- اضبط جهاز مولد الإشارة على تردد (200mV/1kHz).



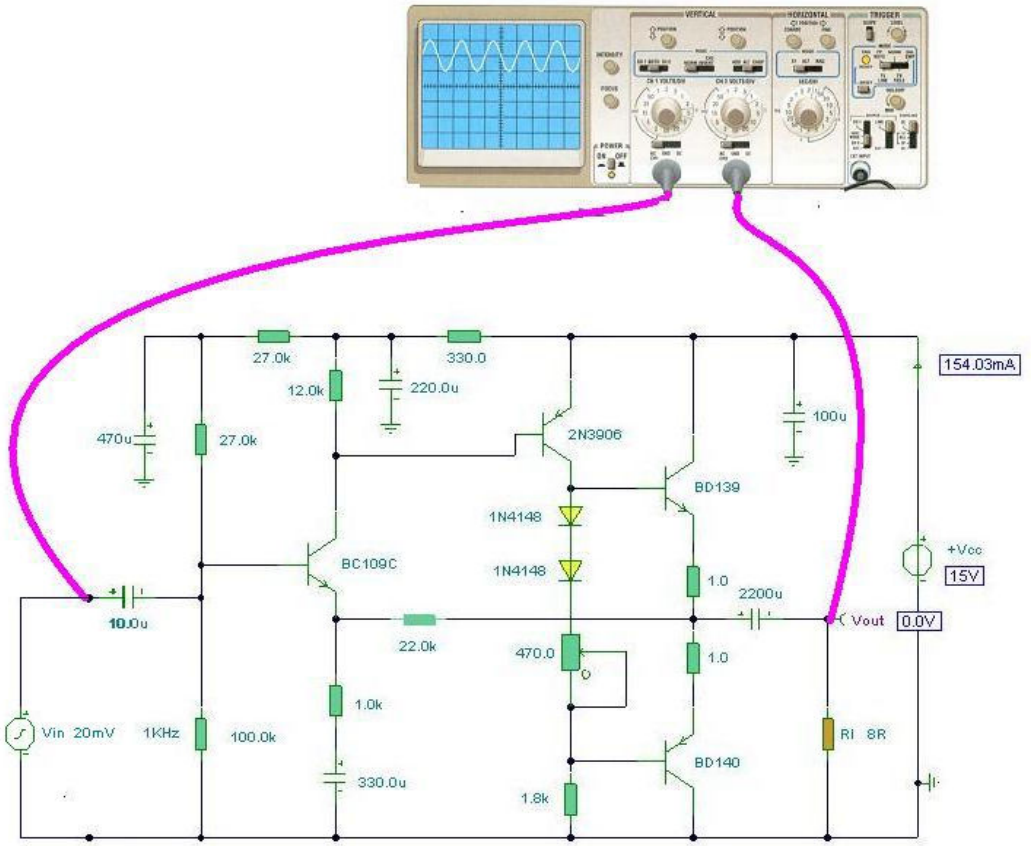
شكل (42)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

6- صـل جهـاز راسـم الإشـارة بـنقاط الـدخل والخرج، شكل (43).

7- ارسم إشارة الدخل والخرج كما تراها على شاشة راسم الإشارة

8- قس تردد وجهد إشارة الدخل والخرج.



شكل (43)

الجـزء الثالث

تمـــاريـــن الممـارســـــة العـمـلـيـــة

اسم التمرين: بناء دارة مكبر صنف A. **رقم التمرين: (1)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر صنف A .
2- يبني دارة مكبر صنف A .
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

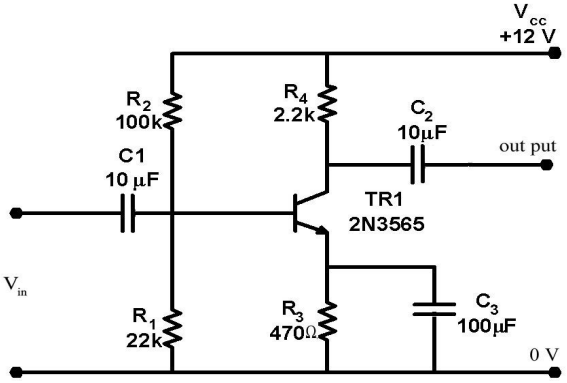
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- راسم إشارة بقناتين 20MHz .
2- مولد إشارة .
3- ترانزستور2N3565 .
4- مقاومة كربونية ثابتة عدد 4 نصف وات(470kΩ,2.2kΩ,22kΩ,100kΩ,) .
5- مصدر تغذية power supply (صفر-30) فولت/1 أمبير .
6- مكثفات 50V / (100µF) عدد واحد.
7- مكثفات 50V / (10µF) عدد اثنين.
8- جهاز أفوميتر .

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1. بناء دارة مكبر صنف A ، شكل (44).
2. قياس متغيرات الدارة (جهود/ إشارات).
3. حساب قيمة الجهد Vp-p .
4. حساب كسب الدارة.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (44)

اسم التمرين: بناء دارة مكبر قدرة نوع دفع - جذب **رقم التمرين: (2)**

Push-pull-amp صنف B.

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر الدفع والجذب صنف B.
2- يبني دارة مكبر الدفع والجذب صنف B.
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- - إشارات).

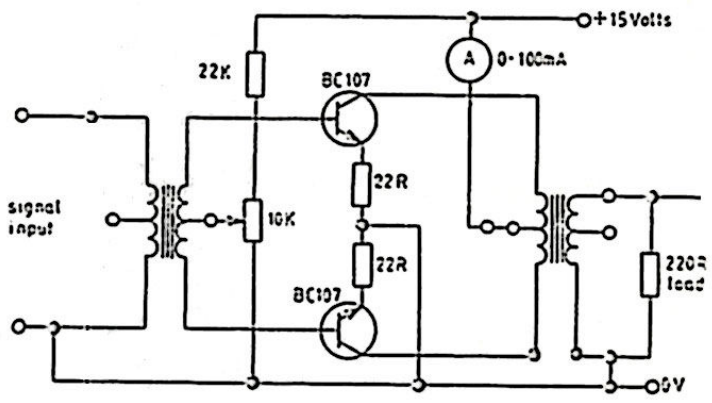
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- ترانزستور (BC107) عدد 2
2- مقاومة كربونية ثابتة (22Ω)عدد 2 نصف وات
3- مقاومة متغيرة (10KΩ).
4- مقاومة ثابتة (220Ω, 22KΩ) عدد 1
5- مصدر تغذية power supply (صفر-30) فولت/1 أمبير .
6- أفوميتر.
7- راسم إشارة بقناتين / 20MHz .
8- مولد إشارة .
9- محول ربط عدد 2 .

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة حسب الشكل (45).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج V_{P-P}.
4- رسم إشارة الدخل والخرج .

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (45)

اسم التمرين: بناء دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B. **رقم التمرين: (3)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص صلاحية عناصر دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B .
2- يبني دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B .
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

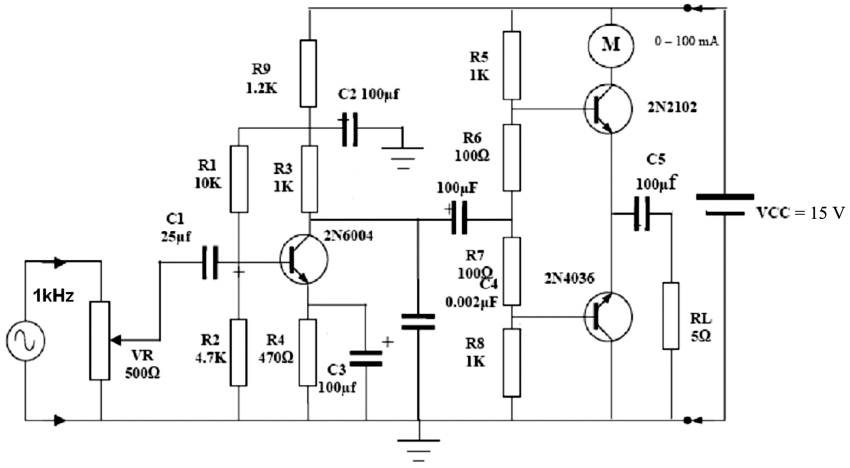
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر .
2- مقاومات ,5Ω,100Ω,1KΩ,470Ω,1.2kΩ,10kΩ,4.7kΩ نصف وات.
3- مقاومة متغيرة 500Ω قدرة 2W .
4- مكثفات كيمائية ,25µF,100µF جهد 50V .
5- مكثف 0.002µF .
6- ترانزستورات 2N6004,2N4036,2N2102 أو ما يعادلها.
7- مصدر تغذية (DC) من (0 – 30) فولت .
8- جهاز راسم إشارة.
9- جهاز مولد إشارة.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة، شكل (46).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج V_{P-P}.
4- رسم إشارة الدخل والخرج .

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (46)

اسم التمرين: بناء دارة مكبر صنف C. **رقم التمرين: (4)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص عناصر دارة مكبر قدرة صنف C .
2- يبني دارة مكبر صنف C .
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

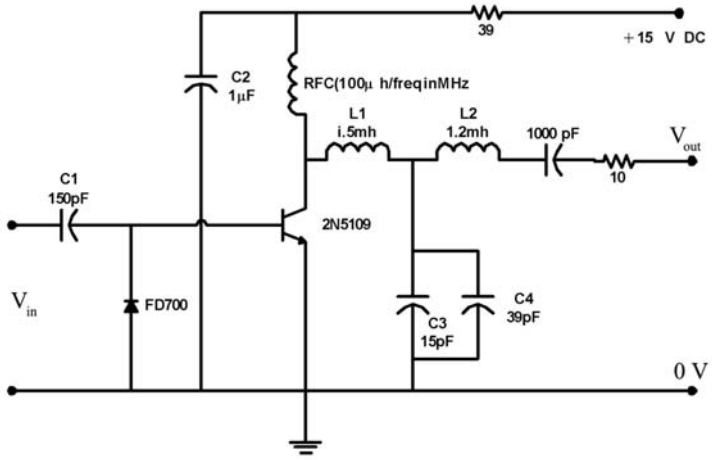
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر .
2- أسلاك توصيل.
3- جهاز أوسلوسكوب .
4- مصدر تغذية من 0 إلى 30 فولت AC/DC .
5- مكثفات (150pF,1µF,1000pF,15pF,39pF).
6- ملفات (1.5mh,1.2mh,RFC100µh).
7- مقاومات(39Ω,10Ω).
8- ترانزستور(2N5109).
9- ثنائي (FD700).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة حسب الشكل (47).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج V_{P-P}.
4- رسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (47)

اسم التمرين: بناء دارة مكبر قدرة صنف AB. **رقم التمرين: (5)**

الأهداف التدريبية – يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص عناصر دارة مكبر صنف AB ويصلحها.
2- يبني دارة مكبر صنف AB.
3- يقيس متغيرات الدائرة (جهود- إشارات).

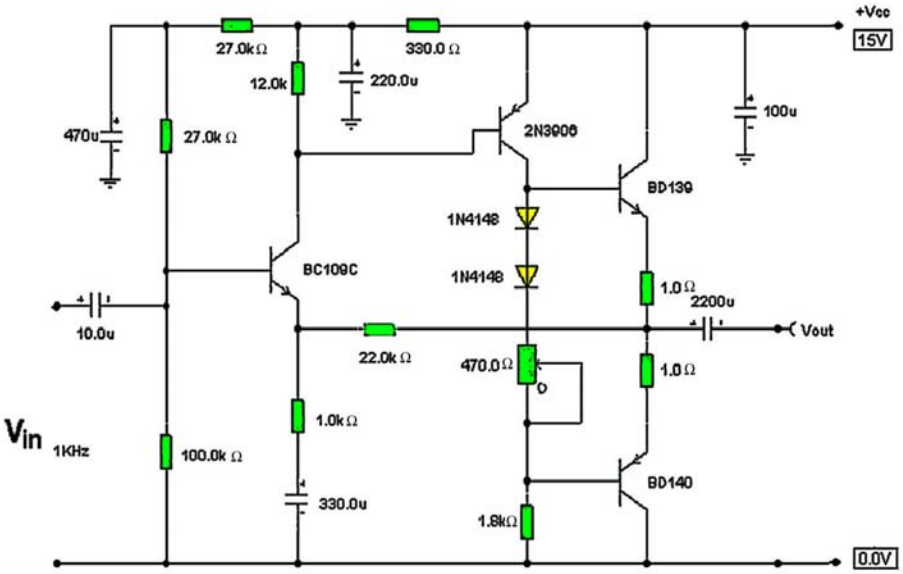
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- أسلاك توصيل.
3- مقاومة متغيرة 470Ω
4- مولد قدرة من 0 إلى 30 فولت AC/DC .
5- مقاومات (1Ω,1Ω ,1.8K ,1K,22K,330Ω ,27K,27K,12K,100K)
6- ترانزسنورات (BC109C ، 2N3906 ، BD139 ، BD140)
7- مكثفات (10µF ، 470µF ، 220µF ، 330µF ، 2200µF ، 100µF)
7- جهاز أوسلوسكوب.
8- ثنائيات 1N4148 عدد 2.
9- جهاز مولد إشارة.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة حسب الشكل (48).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج VP-P.
4- رسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (48)

الجـزء الرابع

تـقـــويـــم الـوحـــدة التـدريـبـيـة

الاختبــار النظــري

س1: ضع دائرة على الحرف الدال على الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- المكبر الذي يعطي أقل تشويه هو مكبر صنف:

أ- A

ب- B

ج- C

د- AB

2- $A_v = \frac{|V_o|}{|V_i|}$ **هذه العلاقة تعطينا:**

أ- الاستجابة الترددية للمكبر

ب- معامل التكبير

ج- الاستقرار للمكبر

د- مقدار التشويه في المكبر

3- مقدار زاوية فرق الطور بين الدخل والخرج في مكبر صنف A :

أ- 90

ب- 180

ج- 270

د- 360

4- V_{CE} **يرمز إلى الجهد بين:**

أ- المجمع والقاعدة

ب- المجمع والباعث

ج- الباعث والقاعدة

د- المجمع والأرض

5- يعبر عن كفاءة المكبر بالرمز:

أ- τ

ب- β

ج- λ

د- η

س2: أكمل الفراغات الآتية بالكلمة أو العبارة الصحيحة:

أ- المكبر هو دارة إلكترونية تستخدم لتكبير ..... إشارة الدخل بدون حدوث تشويه في التردد.

ب- الاستجابة الترددية للمكبر Frequency response هو رسم العلاقة بين معامل التكبير و.....

ج- معامل التكبير هو حاصل قسمة القيمة المطلقة لإشارة الخرج على القيمة المطلقة.....

د- كفاءة المكبر هي النسبة بين القدرة المترددة ..... والقدرة المسحوبة من مصدر القدرة Pi .

ه- في دارة الدفع والجذب نوع B يبقى الترانزستور موصلا لفترة .....موجة.

س3: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (×) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:

أ- المكبر صنف A يعمل عند منتصف خط الحمل تقريبا وبالتالي يعمل هذا المكبر على الدورة الكاملة لإشارة الدخل المترددة. ( )

ب- في المكبر صنف B تكون نقطة التشغيل عند نقطة التشبع تقريبا فيعمل المكبر على نصف دورة فقط. ( )

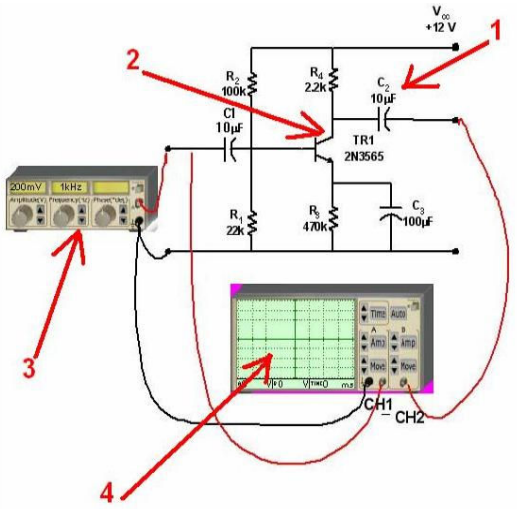
ج- مكبر قدرة نوع دفع – جذب، في هذا النظام يستعمل ترانزستوران متماثلان يوصلان على التوازي. ( )

س4: ضع رقم العبارة الصحيحة من عبارات المجموعة (ب) أمام العبارة المناسبة لها من عبارات المجموعة (أ) فيما يلي:

المجموعة (أ)	الإجابة	رقم العبارة	المجموعة (ب)
- مكبر صنف B	.....	-1	كفاءة % 85
- مكبر صنف AB	.....	-2	% 50
- مكبر صنف C	.....	-3	% 25
- مكبر صنف A	.....	-4	% 78

س5: اكتب وظيفة/ استخدام الجزء الذي يشير إليه السهم في شكل(49) أمام رقم السهم فيما يلي:

م	الوظيفة / الاستخدام	الرسم
-1	.....	
-2	.....	
-3	.....	
-4	.....	



شكل(49)

الاختبــار العملــي

اسم الاختبار: بناء دارة مكبر صنف A. **رقم الاختبار: (1)**

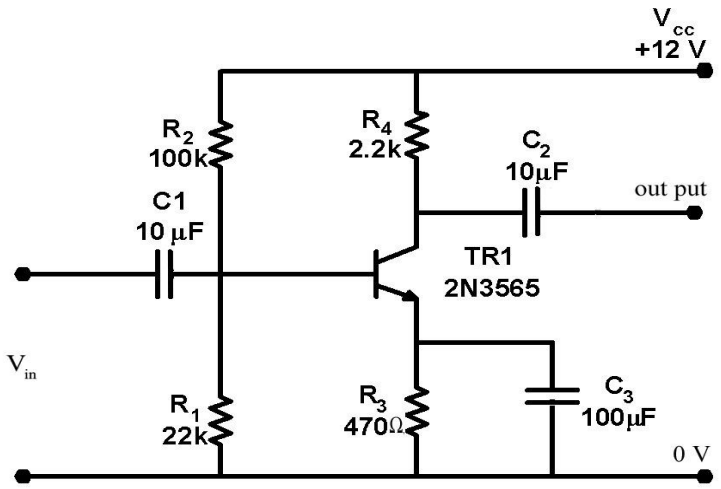
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- راسم إشارة بقناتين 20MHz .
2- مولد إشارة .
3- ترانزستور2N3565 .
4- مقاومة كربونية ثابتة عدد 4 نصف وات(470kΩ,2.2kΩ,22kΩ,100kΩ,) .
5- مصدر تغذية power supply (صفر-30) فولت/1 أمبير .
6- مكثفات 50V / (100µF) عدد واحد .
7- مكثفات 50V / (10µF) عدد اثنين
8- جهاز أفوميتر .

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1. بناء دارة مكبر صنف A ، شكل (50).
2. قياس متغيرات الدارة (جهود/ إشارات)
3. حساب قيمة الجهد Vp-p
4. حساب كسب الدارة

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (50)

اسم الاختبار: بناء دارة مكبر قدرة نوع دفع - جذب. **رقم الاختبار: (2)**

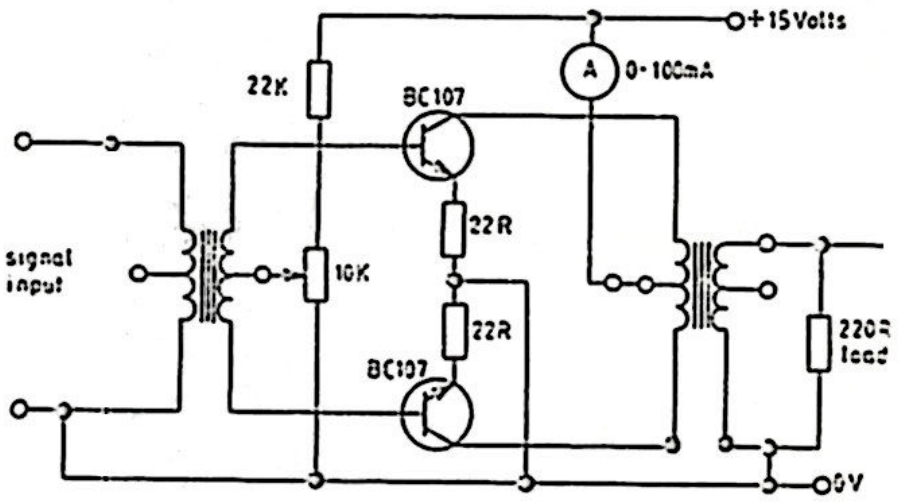
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- ترانزستور (BC107) عدد 2
2- مقاومة كربونية ثابتة (22Ω)عدد 2 نصف وات
3- مقاومة متغيرة (10KΩ).
4- مقاومة ثابتة (220Ω, 22KΩ) عدد 1
5- مصدر تغذية (صفر-30) فولت/1 أمبير .
6- أفوميتر.
7- راسم إشارة بقناتين / 20MHz .
8- مولد إشارة .
9- محول ربط عدد 2 .

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة حسب الشكل (51).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج VP-P.
4- رسم إشارة الدخل والخرج .

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (51)

اسم الاختبار: بناء دارة مكبر الدفع والجذب المتنامي صنف B. **رقم الاختبار: (3)**

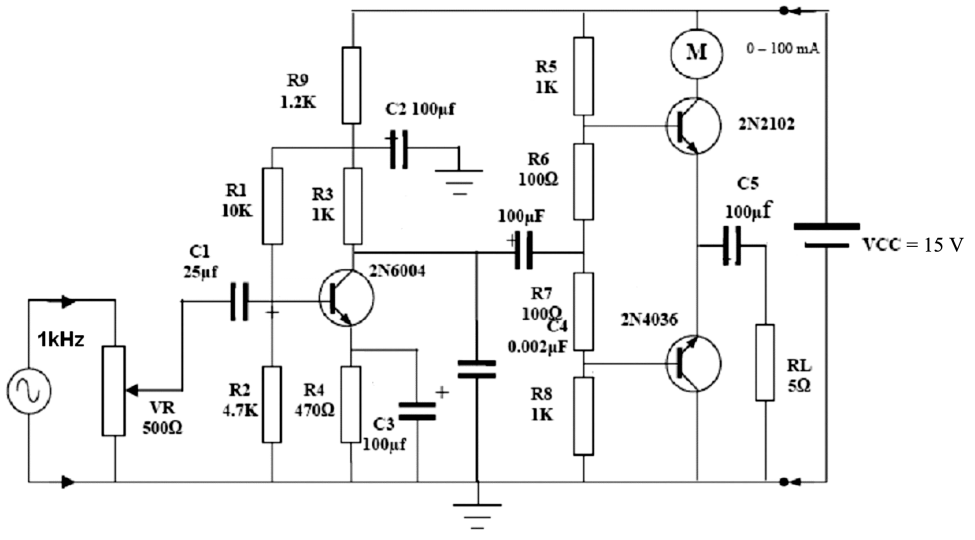
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- مقاومات ,5Ω,100Ω,1KΩ,470Ω,1.2kΩ,10kΩ,4.7kΩ نصف وات.
3- مقاومة متغيرة 500Ω قدرة 2W .
4- مكثفات كيمائية ,25µF,100µF جهد 50V .
5- مكثف 0.002µF .
6- ترانزستورات 2N6004,2N4036,2N2102 أو ما يعادلها.
7- مصدر تغذية (DC) من (0 – 30) فولت .
8- جهاز راسم إشارة.
9- جهاز مولد إشارة.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة، شكل (52).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج VP-P.
4- رسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (52)

اسم الاختبار: دارة مكبر صنف C. **رقم الاختبار: (4)**

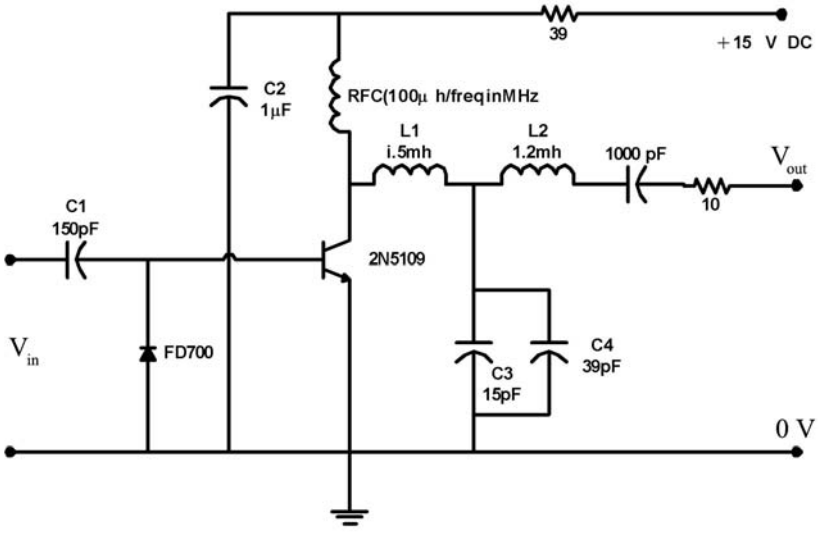
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- أسلاك توصيل.
3- جهاز أوسلوسكوب .
4- مصدر تغذية من 0 إلى 30 فولت AC/DC .
5- مكثفات (150pF,1µF,1000pF,15pF,39pF).
6- ملفات (1.5mh,1.2mh,RFC100µh).
7- مقاومات(39Ω,10Ω).
8- ترانزستور(2N5109).
9- ثنائي (FD700).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة حسب الشكل (53).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج VP-P.
4- رسم إشارة الدخل والخرج .

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (53)

اسم الاختبار: بناء دارة مكبر قدرة صنف AB. **رقم الاختبار: (5)**

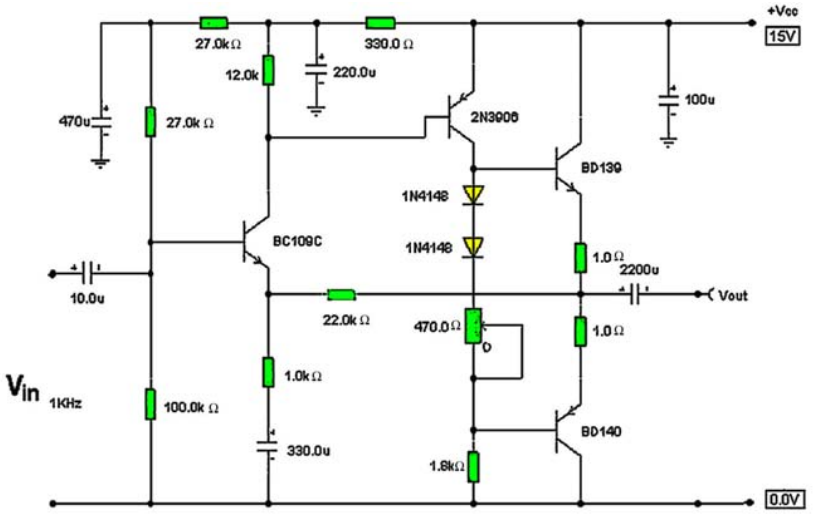
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- جهاز أفوميتر.
2- أسلاك توصيل.
3- مقاومات (1Ω,1Ω ,1.8K ,330Ω ,1K,22K ,100K ,12K,27K,27K)
4- مقاومة متغيرة 470Ω
5- جهاز أوسلوسكوب
6- ثنائيات 1N4148 عدد 2 .
7- ترانزسنورات (BC109C ، 2N3906 ، BD139 ، BD140)
8- مولد قدرة من 0 إلى 30 فولت AC/DC .
9- مكثفات (10µF ، 470µF ، 220µF ، 330µF ، 2200µF ، 100µF)
10- جهاز مولد إشارة .

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- بناء الدارة حسب الشكل (54).
2- قياس وحساب تردد إشارة الدخل والخرج.
3- قياس وحساب جهد الدخل والخرج VP-P.
4- رسم إشارة الدخل والخرج.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (54)

مســـرد المصطلحـــات الفنيـــة

المصطلحات باللغة العربية	المصطلحات باللغة الإنجليزية
الاستجابة الترددية	Frequency response
دفع- جذب	Push –Pull
سلامة	safety
قدرة	power
قواعد	Rules
كفاءة المكبر	amplifier efficincy
متنامي	Complementary
معامل التكبير	amplifier factor
مكبر	amplifier
منطقة القطع	cut off region
مهني	vocational
نوع، صنف	Class
ربط مباشر	Direct coupling
ربط بمقاومة ومكثف	RC coupling
محول	Transformer
الانسياق	Draft

قائمــة المراجــع والمصــادر

أولاً: المراجع العربية:

1. **الدوائر الإلكترونية**، د/ زياد القاضي/ سلطان قساس، الطبعة الأولى، دار الفكر للنشر والتوزيع، عمان- الأردن- 1991م.
2. **الدوائر الإلكترونية**، د/ زياد القاضي/ سلطان قسس م/ إبراهيم غريب، الطبعة الأولى، دار الفكر للنشر والتوزيع، عمان- الأردن، 1991م.
3. **هندسة النبضات وتشكيل الموجات الرقمية والتناظرية**، مظهر طايل، دار الراتب الجامعية، بيروت - لبنان، 1991م .
4. **فن الإلكترونيات**، باول هورويتز، وينفليد هيل، ترجمة م/ عماد مصطفى/ مراجعة حيان السيد، الطبعة الأولى، شعاع للنشر والعلوم، 1997م.
5. **الوحدات الأردنية**، مؤسسة التدريب المهني، الأردن.
6. **الحقائب التدريبية للمراكز والمعاهد الصناعية**، مجموعة خبراء سعود متين، مؤسسة التعليم الفني السعودية، 2001م.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Jacob Milkman ,Christos C. Halkies, **INTEGRATED ELECTRONICS** ,London, McGRAW-HILL BOOK COMPANY , 1971
2. JOHN E. UFFENBECK **INTRODUCTION TO ELECTRONICS (Devices AND Circuits),U.S.A** Prentice-Hall,Inc,Englewood,Cliffs,1982
3. engr. Colvin.edu.
4. urers.tenet.be\educypedia\electronics
5. www.web-ee.com
6. www.interq.or.jp
7. www.electronic-lab.com
8. cdd.gotevot.edu.sa.