وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني العمارة
قسم التقنيات الالكترونية والاتصالات

الحقيبة التدريسية لمادة

الدوائر الالكترونية

الصف الثاني

تدريسي المادة

م.خليل اسماعيل عبد الزهرة

الفصل الدراسي الاول

جدول مفردات مادة الدوائر الالكترونية

الاسبوع	المفردات
1	مكبرات القدرة صنف **A**
2	مكبرات القدرة صنف **B**
3	مكبرات القدرة صنف **C**
4	مجهزات القدرة
5	منظمات الفولتية باستخدام مقاومة متغيرة , زينر دايود ,ترانزسستور ربط توالي وتوازي , دارلنكتون
6	الثايرستور طرق قدح واخماد الثايرستور طرق قدح البوابة بدائرة (AC) , (DC) , النبضات , تطبيقات للموحدات السليكونية
7	المذبذبات -التغذية الخلفية وأنواعها مع رسم مخططاتها وإيجاد العلاقات الرياضية الخاصة بالتكبير النهائي للمنظومة
8	شروط التذبذب-أمثلة على دوائر المذبذبات (مذبذب LC-مذبذب هارتلي-مذبذب كولبتس-مذبذب إزاحة الطور)
9	الترانزستور كمفتاح-مواصفات عمله على خط الحمل-استجابته لموجة إدخال مستطيلة أزمنة التحول-المهزازات
10	أنواعها المختلفة (أحادي الاستقرار غير المستقر-ثنائي الاستقرار) العلاقات الرياضية –المقاومات الجامع والقاعدة-الإشكال الموجية للإدخال والإخراج دوائرها
11	قدحها-فكرة عمليها-حمايتها-التغلب على التشويهات المحتمل حدوثها في إشارات الإخراج-التحكم بعرض النبضات.
12	مكبر العمليات-مخطط نموذجي –الإدخال القالب-الإدخال غير القالب-ممانعة الإدخال-إخراج دائرة المكبر القالب
13	كسب المكبر غير القالب-تابع الفولتية ومعادلة التكبير-المضيف-معادلة إضافة عدد N من الادخالات-المضيف غير القالب
14	دائرة الجامع العاكس ومعادلة الإخراج
15	دائرة الجامع غير العاكس ومعادلة الإخراج-أمثلة حسابية

الهدف من دراسة مادة الدوائر الالكترونية (الهدف العام):

تهدف دراسة مادة الدوائر الالكترونية للصف الثاني الى:

1) تعريف الطالب الدوائر الالكترونية الأساسية .
2) طرق تصميم الدوائر الالكترونية
3) استخدام الدوائر الالكترونية في تطبيقات عملية عديدة.

الفئة المستهدفة:

طلبة الصف الثاني / قسم التقنيات الالكترونية والاتصالات

التقنيات التربوية المستخدمة:

1. سبورة واقلام
2. السبورة التفاعلية
3. عارض البيانات Data Show
4. جهاز حاسوب محمول Laptop

الاسبوع الأول

الهدف التعليمي:

1- التعرف على نظرية العمل .
2- خصائص الدائره .
3- اهم الاستخدامات.

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: مكبرات القدرة صنف A

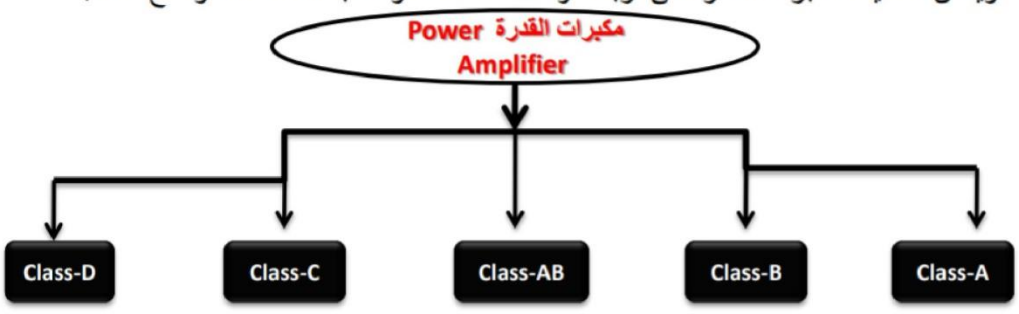
POWER AMPLIFIER مكبرات القدرة

INTRODUCTION مقدمـــــــــة

مكبرات القدرة هي دوائر تكبير تشكل المراحل الاخيرة من منظومات مكبرات الاشارة وتسمى عادة" بمكبرات الاشارة الكبيرة (Large Signal Amplifier) واللترانزستورات المستخدمة في هذه الدوائر تدعى بترانزستورات القدره (Power Transistor) وغالبا" ماتربط هذه المكبرات قبل محولات الطاقة(transducer) مثل السماعات الخارجية لمكبرات الصوت حيث يمتاز هذا النوع من الترانزستورات بمساحه واسعة وتشويب مركز تجعلها تميل الى التغير مقارنة" بترانزستورات مكبرات الاشارة الصغيرة (Small Signal Amplifier) والجدول ادناه يمثل مقارنة بسيطة بين نوعين من الترانزستورات احدهما (2N222A)ذو قدرة واطئة والاخر (2N3055) المصنف ذو قدرة عالية .

Parameter المعامل	2N222A	2N3055
VCE (Max)	40	60
IC(Max)	o.8	15
PD(Max) w at T=25Ċ	1.2	115
β	35--- 100	5--20
F(MHz)	300	o.8

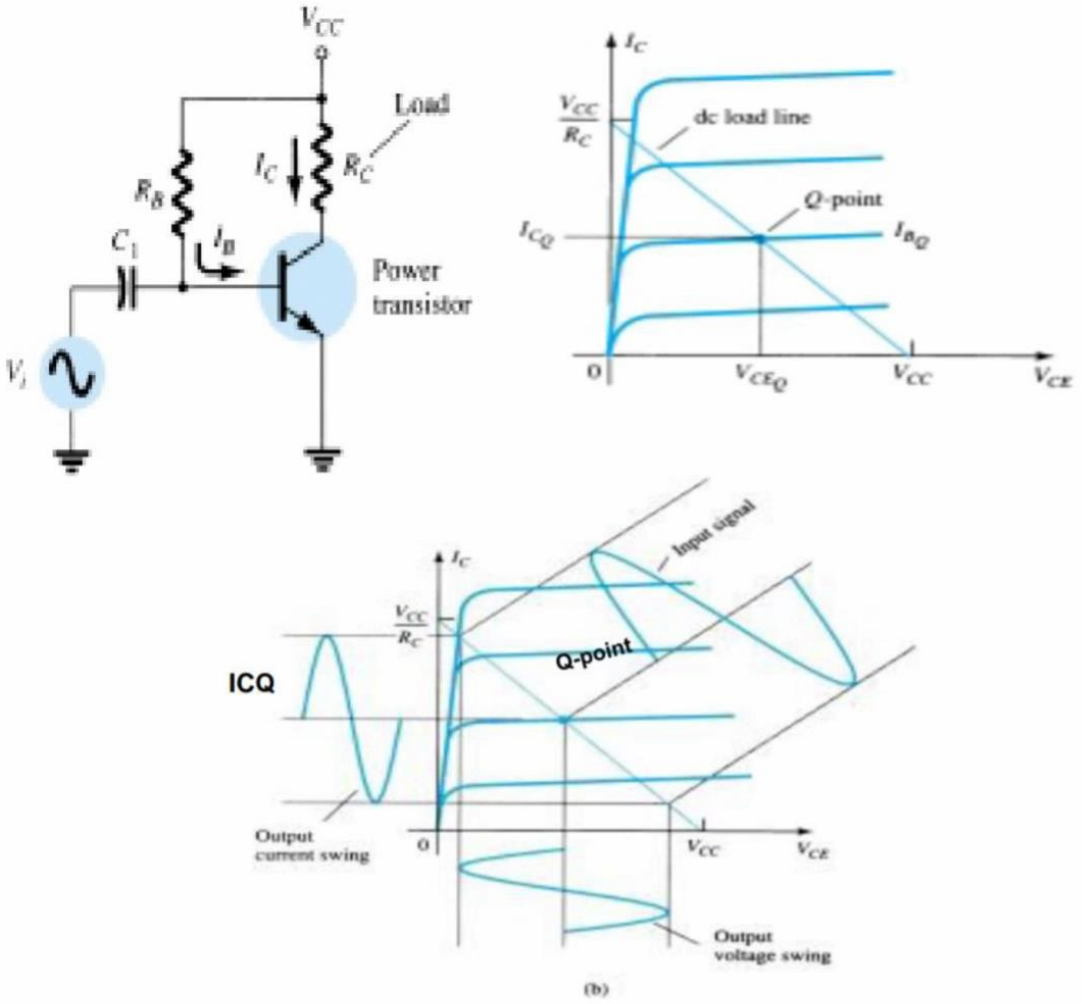
ويمكن تصنيف مكبرات القدرة الى اربعة اوخمسة اصناف وحسب المخطط الموضح ادنـاه:-



مكبر القدرة صنف – CLASSS-A
Amplifier

في هذا الصنف من مكبرات القدرة حيث يكون انحياز الترانزستور يؤدي بسريان التيار خلال دورة كاملة (full Cycle 360)من اشارة الادخال .

أي ان الترانزستور يبقى في حالة توصيل خلال زمن دورة موجة الادخال(2π) وان موضع نفطة عمل الترانزستور (Q- point) في منتصف خط الحمل يتغير حسب معدل تغير اشارة الادخال ضمن حدود المنطقه الفعالة بدون حدوث أي تشوية وكما موضح برسم الخواص ادناه :



حساب اعظم قدرة اخراج Maximum Power Output

لحساب قدرة الاخراج نطبق العلاقات الرياضية التالية وحسب طبيعة قياس الاشارة وكما يلي :-

$$1-P_o(ac)=\frac{VCE^2(rms)}{Rc}\left[u\sin g(rms)Signal\right]$$

$$2-P_o(ac)=\frac{VCE^2(P)}{2Rc}\left[u\sin g(peak)Signal\right]$$

$$3-P_o(ac)=\frac{VCE^2(p-p)}{8Rc}\left[u\sin g(peak-peak)Signal\right]$$

$$Pin(dc)=VCC\times I_{CQ}$$

خواص مكبر القدرة صنف (A)

1. اشارة الإخراج تكون خالية من التشوية ومشابهه لاشارة الادخال
2. بما ان نقطة العمل مقيده في منتصف خط الحمل فان هذا الصنف يكبر الاشارات الصغيرة فقط
3. القدرة الفعالة لاخراج تكون قليلة بسبب تحديد اتساع اشارة الادخال
4. الكفاءة الكلية للمكبر تساوي 25%
5. يمكن تحسين الكفاءة لهذا الصنف من مكبراتالقدرة وذلك بأقتران القدرة الواصلة للحمل بواسطة محولة لتصل كفائته الى 50%

حساب الكفاءة لمكبر القدرة صنف (A) Efficiency

$$\underline{At\ \max imum\ V_o(pp)\ level}\ V_o(pp)=V_{CC}$$

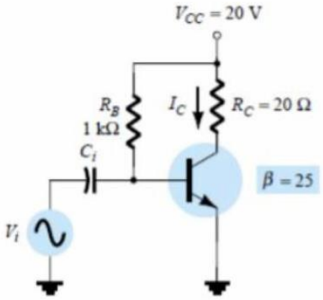
$$P_{ac}(\max)=\frac{\left(V_o(pp)/2\sqrt{2}\right)^2}{R_L}=\frac{V_{CC}^2}{8R_L}$$

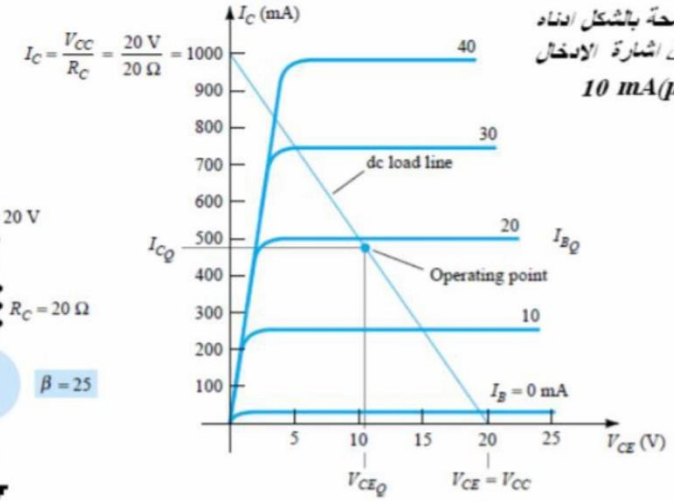
$$P_{dc}(\max)=V_{CC}\times I_{CQ}=V_{CC}\times\frac{\frac{VCC}{2}}{R_L}=\frac{V_{CC}^2}{2R_L}$$

$$\eta(\max)=\frac{P_{ac}}{P_{dc}}=\frac{V_{CC}^2}{8R_L}\times\frac{2R_L}{V_{CC}^2}=0.25=25\%$$

EXAMPLE مثـــال

في دائرة مكبر القدرة الموضحة بالشكل ادناه
احسب كفاءة المكبر علما"ان اشارة الادخال
تنتج تيار قاعدة يساوي ***10 mA(p)***





Soultion

$$I_{B_Q} = \frac{V_{CC} - 0.7\text{ V}}{R_B} = \frac{20\text{ V} - 0.7\text{ V}}{1\text{ k}\Omega} = 19.3\text{ mA}$$

$$I_{C_Q} = \beta I_B = 25(19.3\text{ mA}) = 482.5\text{ mA} \cong 0.48\text{ A}$$

$$V_{CE_Q} = V_{CC} - I_C R_C = 20\text{ V} - (0.48\ \Omega)(20\ \Omega) = 10.4\text{ V}$$

$$I_C(\text{p}) = \beta I_B(\text{p}) = 25(10\text{ mA peak}) = 250\text{ mA peak}$$

$$P_o(\text{ac}) = \frac{I_C^2(\text{p})}{2} R_C = \frac{(250 \times 10^{-3}\text{ A})^2}{2}(20\ \Omega) = \mathbf{0.625\text{ W}}$$

$$P_i(\text{dc}) = V_{CC} I_{C_Q} = (20\text{ V})(0.48\text{ A}) = \mathbf{9.6\text{ W}}$$

$$\%\ \eta = \frac{P_o(\text{ac})}{P_i(\text{dc})} \times 100\% = \frac{0.625\text{ W}}{9.6\text{ W}} \times 100\% = \mathbf{6.5\%}$$

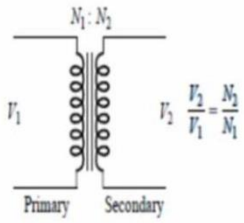
تحسين كفاءة مكبر القدرة صنف (A) بواسطة الاقتران بالمحولة Improve Efficiency of Class- A – Amplifier Transformer-coupled Class A Amplifier

لزيادة كفاءة مكبر القدرة صنف (A) الى نسبة 05%نستخدم محولة لاقتران اشارة الاخراج مع الحمل كما موضح فب الشكل (1) والمحولة هي من العناصر الكهربائية التي تعمل على زيادة اونقصان الفولتية او التيار بالاعتماد على نسبة عدد اللفات بين الملف الابتدائي (Primary) والملف الثانوي (Secondary)كما موضح بالشكل (2)
اضتفة الى ان توصيل ممانعة الى جانب واحد من المحولة يمكن يعمل عل ظهور اما زيادة او انخفاض (Step up or Step down) بالاعتماد على مربع نسبة عدد اللفات $\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$

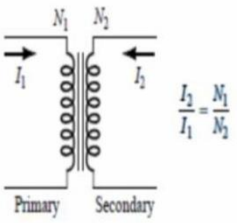
على فرض ان المحولة ان المحولة مثالية خالية من الخسائر حيث ان :-

$$\frac{V2}{V1} = \frac{N2}{N1}$$

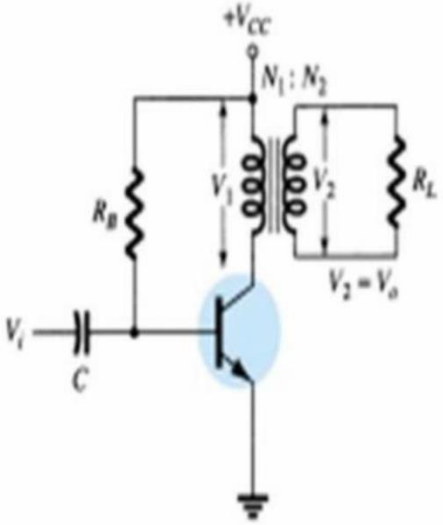
$$\frac{I2}{I1} = \frac{N1}{N2}$$

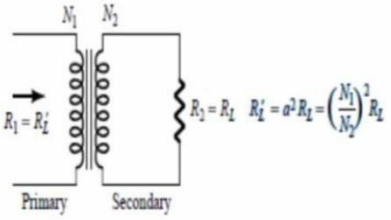


فولتية المحولة



تيار المحولة





ممانعة المحولة

ملاحظة

اذا كان عدد لفات الملف الثانوي اكبر من الملف الابتدئي فأن تيار الملف الأثانوي يكون اقل من تيار الملف الإبتدائي

الاسبوع الثاني

الهدف التعليمي:

1- التعرف على نظرية العمل .
2- خصائص الدائره .
3- اهم الاستخدامات.

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

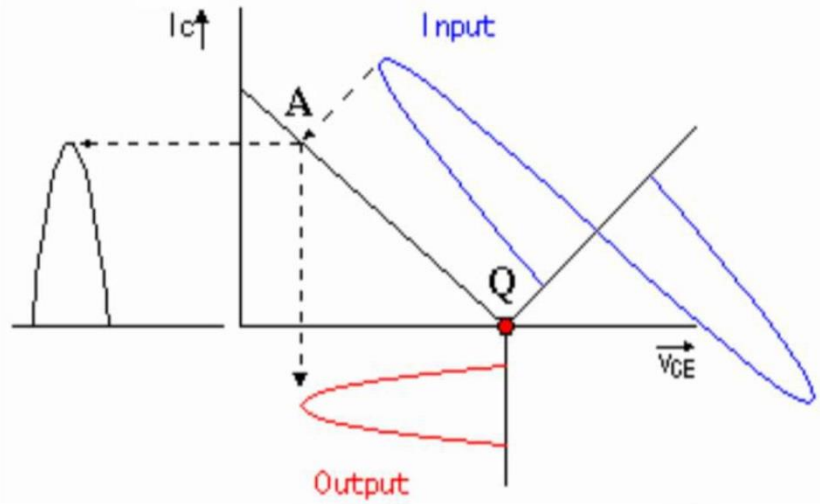
1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

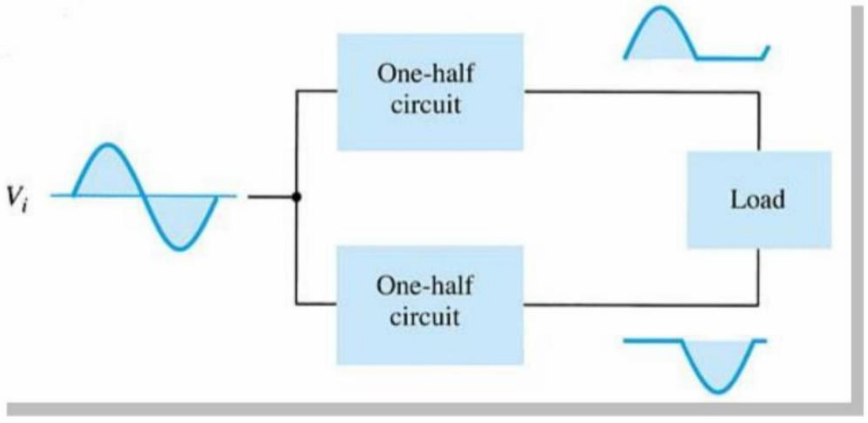
أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

مكبر القدرة صنف – CLASSS-B Amplifier

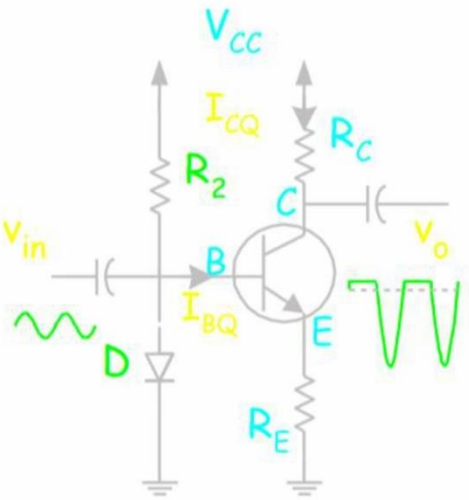
في هذا الصنف من مكبرات القدرة وهو الصنف (B) يؤدي بـأنحياز المكبر خلال زمن نصف دورة من اشارة الادخال (π) وكما موضح بالشكل ادناه وفي هذا الصنف تكون اشارة الاخراج مشوهه كون نصف موجه سيظهر في اخراج المكبر ولكن بكفاءة اعلى من الصنف (A) وللحصول على موجة اخراج بنصفين يستخدم ترانزستورين متممين كل واحد منهما يعمل خلال نصف موجة وبذلك نحصل على موجة اخراج بدورة تشغيل للمكبر بزمن اقل من (360ċ)





خواص مكبر القدرة صنف (B)

1. بسبب غياب نصف الدورة السالبة فان اشارة الاخراج فيها تشويه عالي مقارنة" بالصنف (A)
2. القدرة المبدده اقل من الصنف (A)
3. كفاءة هذا الصنف من مكبرات القدرة اعلى من الصنف (A)



حساب الكفاءة لمكبر القدرة صنف (B) Efficiency

$$I_{dc} = \frac{2}{\pi} I(\text{p})$$

$$P_i(\text{dc}) = V_{CC}\left(\frac{2}{\pi} I(\text{p})\right)$$

$$P_o(\text{ac}) = \frac{V_L^2(\text{rms})}{R_L}$$

$$P_o(\text{ac}) = \frac{V_L^2(\text{p-p})}{8R_L} = \frac{V_L^2(\text{p})}{2R_L}$$

$$\% \eta = \frac{P_o(\text{ac})}{P_i(\text{dc})} \times 100\%$$

$$\% \eta = \frac{P_o(\text{ac})}{P_i(\text{dc})} \times 100\% = \frac{V_L^2(\text{p})/2R_L}{V_{CC}[(2/\pi)I(\text{p})]} \times 100\%$$

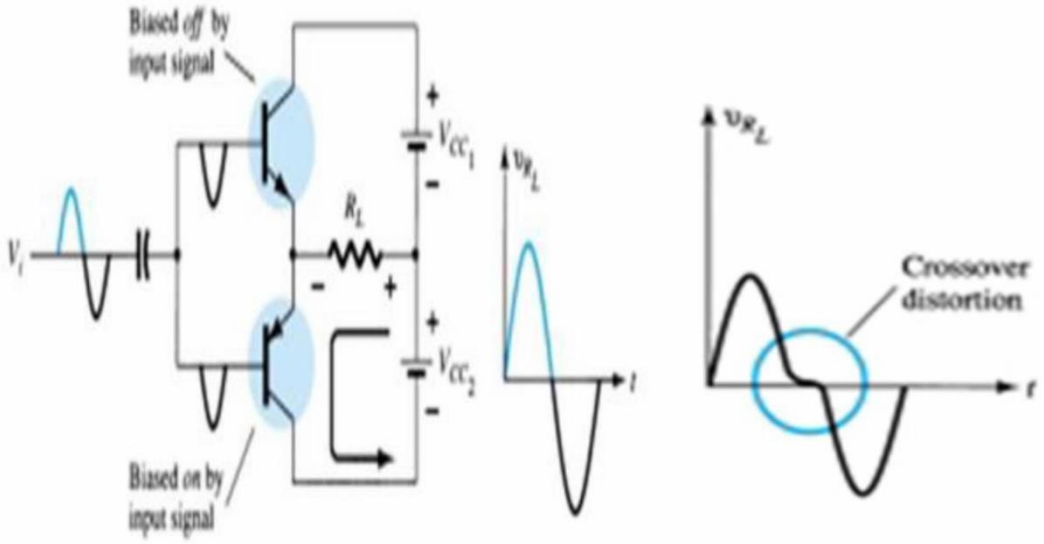
$$= \frac{\pi}{4} \frac{V_L(\text{p})}{V_{CC}} \times 100\%$$

$$\text{maximum efficiency} = \frac{\pi}{4} \times 100\% = 78.5\%$$

مكبر القدرة صنف (B) سحب دفع باستخدام ترانزستورين متممين Transistors Push-Pull Complementary

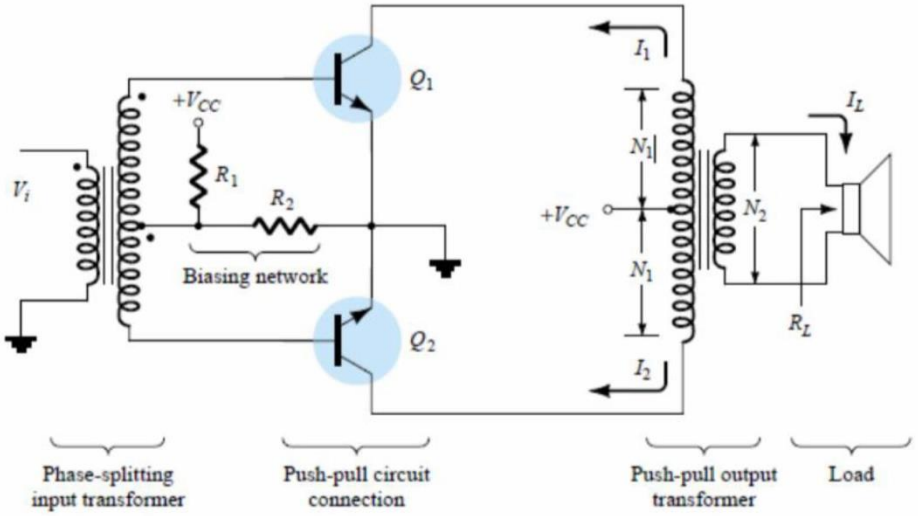
باستخدام ترانزستوريت متممين (NPN , PNP) ممكن للحصول على موجة كاملة في الاخراج خلال الحمل حيث يعمل كل ترانزستور لنصف دوره تشغيل
حيث ان عندما تطبق اشارة الادخال بنصفها الموجب على كلا قاعدتي الترانزستورين يكون الترانزستور (NPN) مهيأ للعمل فيما يكون الاخر غير مهيأللعمل بسب انحيازه الغير ملائم كونه (PNP) وهذه الحالة تنعكس لكلا الترانزستورين في حالة تطبيق النصف السالب على قاعدتيهما
خلال اكمال دورة اشارة الادخال ووصولها الى الاخراج عبر الحمل هناك مساوىء اهمها :-

1. نحتاج الى مصدرين مستمرين لتوفير الانحياز الازم لكلا الترانزستورين
2. نلاحظ ان موجة الاخراج الواصله للحمل بفترة اقل من (2π) بسبب توقف الترانزستورين عن العمل خلال فترة التحويل من االنصف الموجب الى النصف السالب من اشارة الادخال وهذه الحالة تدعى بتشوية التحويل (crossover distortion)وكما موضح بالشكل ادناه

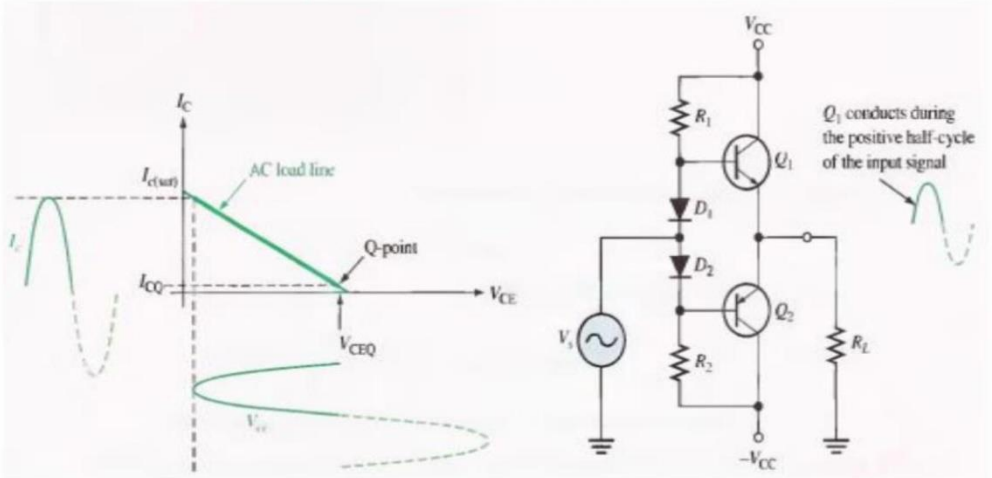


مكبر القدرة صنف (B) سحب دفع مقترن بواسطة محولة-Class-B Transformer Coupled Push–Pull

الدائرة الموضحة ادناه تستخدم محولة ذات نقطة وسطيةللحصول على فرق طور لاشارة الادخال لتجهيز كلا الترانزستورين فخلال النصف الاول يعمل Q1على التوصيل فيما يكون Q2في حالة قطع والعكس صحيح في النصف الاخر من اشارة الادخال.
ثم تصل الاشارة كاملة"الى الحمل ومن ثم تقرن بوسطة المحولة الى السماعة وكما موضح باشكل ادناه



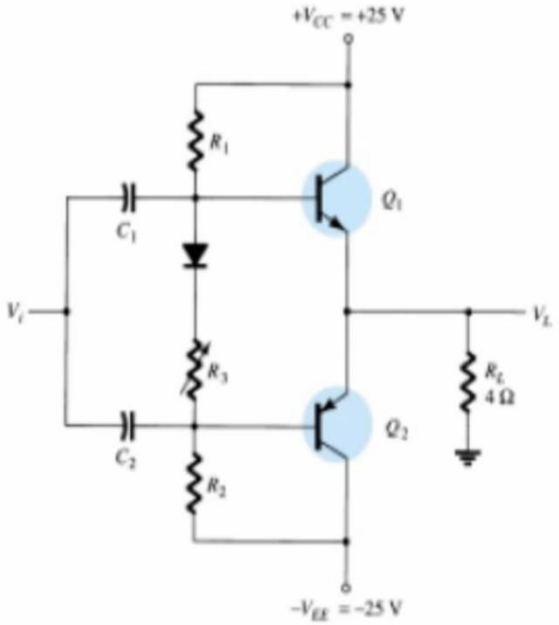
ويمكن معالجة ظاهرة تشوية التحويل (crossover distortion)وذلك بواسطة جعل نقطة عمل الترانزستورين اعلى بقليل من منطقة القطع عن طريق ربط دايودين مع قاعدتي الترانزستورين وكما في الشكل ادناه



مثـــــال EXAMPLE

في الدائرة الموضحة ادناه احسب :-

1. قدرة الاخراج Pout
2. قدرة الادخال Pin
3. القدرة المحولة عن طريق الترانزستورين PQ
4. الكفـــــــاءة



Solution

$$V_i(\text{p}) = \sqrt{2}\, V_i\,(\text{rms}) = \sqrt{2}\,(12\text{ V}) = 16.97\text{ V} \approx 17\text{ V}$$

$$P_o(\text{ac}) = \frac{V_i^2(\text{p})}{2R_L} = \frac{(17\text{ V})^2}{2(4\ \Omega)} = \mathbf{36.125\ W}$$

$$I_L(\text{p}) = \frac{V_L(\text{p})}{R_L} = \frac{17\text{ V}}{4\ \Omega} = 4.25\text{ A}$$

$$I_{\text{dc}} = \frac{2}{\pi} I_L(\text{p}) = \frac{2(4.25\text{ A})}{\pi} = 2.71\text{ A}$$

$$P_i(\text{dc}) = V_{CC} I_{\text{dc}} = (25\text{ V})(2.71\text{ A}) = \mathbf{67.75\ W}$$

$$P_Q = \frac{P_{2Q}}{2} = \frac{P_i - P_o}{2} = \frac{67.75\text{ W} - 36.125\text{ W}}{2} = \mathbf{15.8\ W}$$

$$\%\,\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\% = \frac{36.125\text{ W}}{67.75\text{ W}} \times 100\% = \mathbf{53.3\%}$$

الاسبوع الثالث

الهدف التعليمي:

1- التعرف على نظرية العمل .
2- خصائص الدائره .
3- اهم الاستخدامات.

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

6. أنشطة تفاعلية صفية
7. أسئلة عصف ذهني
8. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
9. واجب بيتي
10. واجب الكتروني

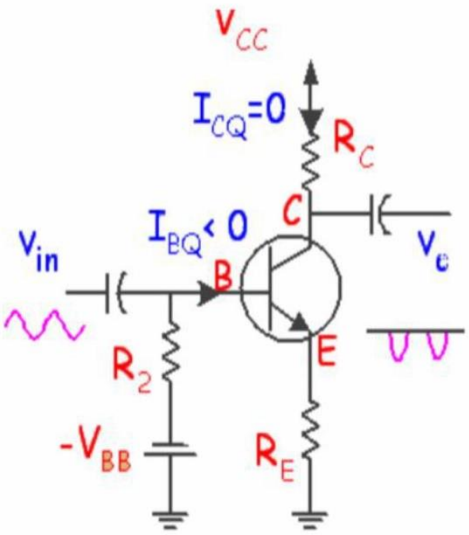
أساليب التقويم:

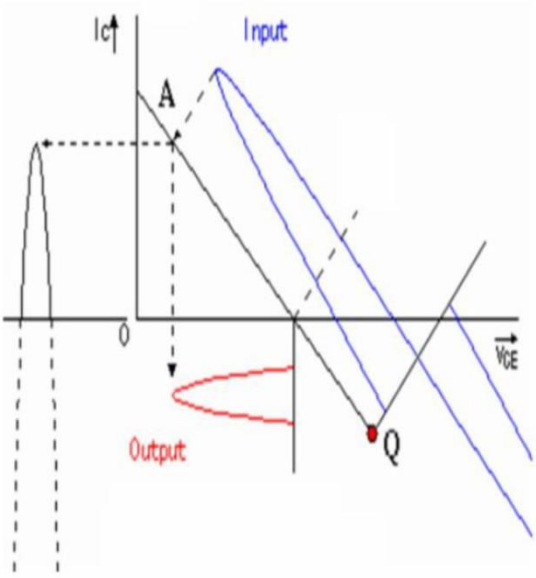
4. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
5. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
6. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: مكبرات القدرة صنف C .

مكبر القدرة صنف C – CLASSS-
Amplifier

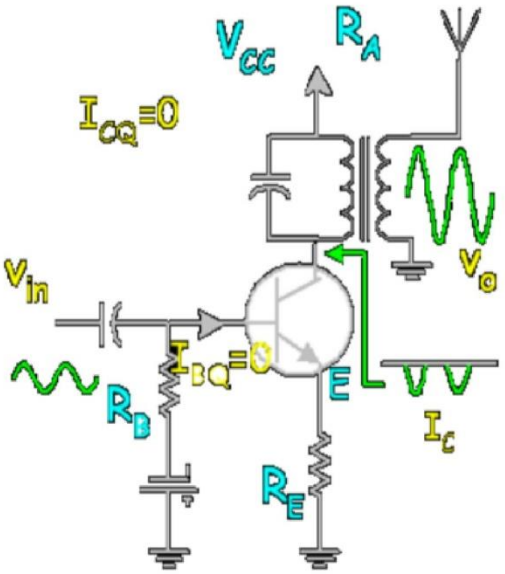
في هذا النوع من مكبرات القدرة يكون سريان تيار الجامع لفترة اقل من نصف دورة من اشارة الادخال (π<) أي ان نقطة عمل الترانزستور تقع تحت منطقة القطع كما ان اشارة الاخراج يكون فيها تشوية كبيرويمتاز هذا الصنف بكفاءة عالية تصل (85% الى 90%) و الشكل ادناه يوضح دائرة مكبر ومنحني خواص مكبر القدرة صنف (C) ويستعمل بشكل واسع في لبمكبرات الراديوية :-

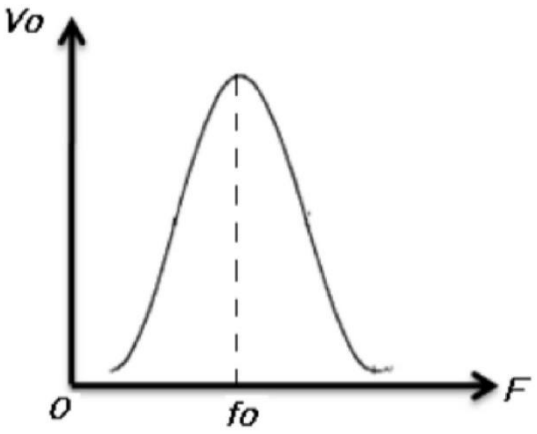




المكبـــــــــر الموالف Tuned Amplifier

الربح في هذا النوع من المكبرات يعتمد مباشرة على قيمة ممانعة الحمل التي تمثل دائرة رنين عباره عن (L C) في الشكل ادناه حيث يمثل منحني الاستجابة الترددية للمكبر متمثل بتردد الرنين لدائرة الحمل المتمثله بالملف والمتسعة حيث نلاحظ ان حزمة ضيقة من الترددات بالقرب من تردد الرنين (*fo*) سوف تكبر بينما بقية الترددات لاتكبر وكما موضح في منحني الاستجابة الترددية الموضح ادناة :-





الاسبوع الرابع

الهدف التعليمي:

1- التعرف على نظرية العمل .
2- خصائص الدائره .
3- اهم الاستخدامات.

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

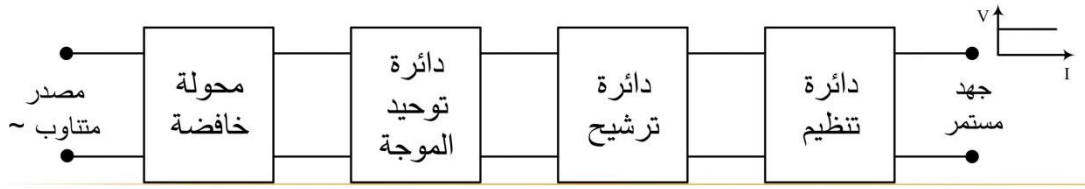
عنوان المحاضرة: مجهزات القدرة

مجهز القدرة المستمرة

مجهز القدرة المستمرة **D.C Power Supply**

تعتبر دائرة مجهز القدرة المستمرة من أهم الدوائر الالكترونية كونها دائرة مشتركة بين معظم الأجهزة الاليكترونية كالتلفزيون والحاسبة وجهاز استقبال الستلايت والأجهزة الطبية الالكترونية وغيرها، وتقوم بتجهيز القدرة المستمرة إلى كافة مراحل الجهاز.

وتقوم هذه الدائرة بتحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر وتتألف من أربعة مراحل كما مبين في المخطط الكتلي أدناه:



(مخطط كتلي يوضح دائرة مجهز القدرة المستمرة)

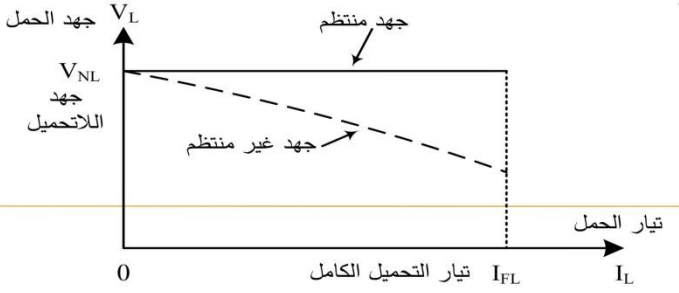
محولة: لها فائدتان خفض الجهد المتناوب وعزل دائرة المتناوب عن المستمر. وفي بعض الحالات فقط تستخدم للعزل.

دائرة توحيد الموجة: وتكون أما موحد نصف الموجة أو الموحد القنطري أو موحد المأخذ الوسطي ويتم التخلص من الجزء الموجب أو السالب من موجة الجهد المتناوب.

دائرة ترشيح: وتكون أما مرشح سعوي أو مرشح ادخال خانق او أي مرشح آخر يفي بالغرض حيث يتم التخلص من المركبة المتناوبة في الموجة والحصول على جهد مستمر نقي.

دائرة التنظيم: وتستخدم لتثبيت جهد الإخراج عند تغير المصدر أو الحمل أو كليهما ويكون تغير الحمل موضع اهتمام أكثر وتوجد أنواع عديدة من دوائر التنظيم (المنظمات).

سوف نتناول بعض منها بالتفصيل وذلك لأهمية عملية تنظيم الجهد المستمر كما يوضح ذلك منحني التنظيم المبين في الشكل أدناه:



(شكل يبين منحني التنظيم)

الاسبوع الخامس

الهدف التعليمي:

1- التعرف على نظرية العمل .
2- خصائص الدائره .
3- اهم الاستخدامات.

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

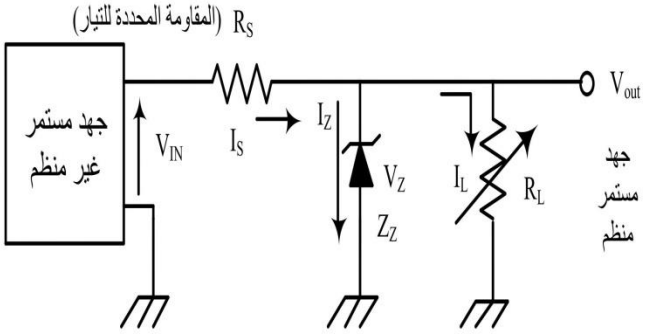
أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: منظمات الفولتية

منظم زينر Zener Regulator

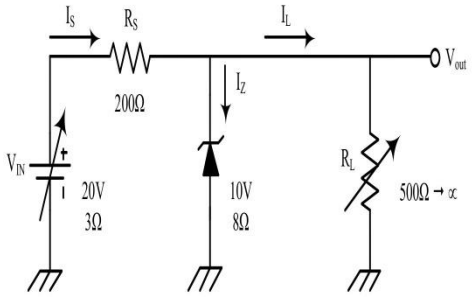
يعتبر منظم زينر أبسط أنواع المنظمات ويستخدم ثنائي زينر لغرض التنظيم وتبين الدائرة أدناه منظم زينر:



(دائرة منظم زينر)

مثال: في دائرة منظم زينر إذا كانت V_{IN} تتغير من 20v إلى 30v، R_S=200Ω، V_Z=10v، Z_Z=8 ومقاومة الحمل تتغير 500Ω→∞. أحسب عامل تنظيم جهد الحمل وكذلك أوجد أعظم قيمة للمقاومة RS يمكن ربطها في هذه الدائرة.

الحل: أولاً نرسم الدائرة ونثبت عليها القيم.



$$V_{out} \cong V_Z = 10v$$

$$I_{L(max)} = \frac{V_{out}}{R_{L(min)}} = \frac{10}{500\Omega} = 20mA$$

$$I_{L(min)} = \frac{V_{out}}{R_{L(max)}} = \frac{10}{\infty} = 0A$$

$$I_{S(min)} = \frac{V_{in(min)} - V_Z}{Rs} = \frac{20-10}{2\Omega} = 0.05A = 50mA$$

$$I_{S(max)} = \frac{V_{in(max)} - V_Z}{Rs} = \frac{30-10}{2\Omega} = 0.1A = 100mA$$

$$I_{Z(max)} = I_{S(max)} - I_{L(min)} = 1 - 0 = 100mA$$

$$I_{Z(min)} = I_{S(min)} - I_{L(max)} = 50 - 20 = 30mA$$

$$\Delta I_Z = I_{Z(max)} - I_{Z(min)} = 100 - 30 = 70mA$$

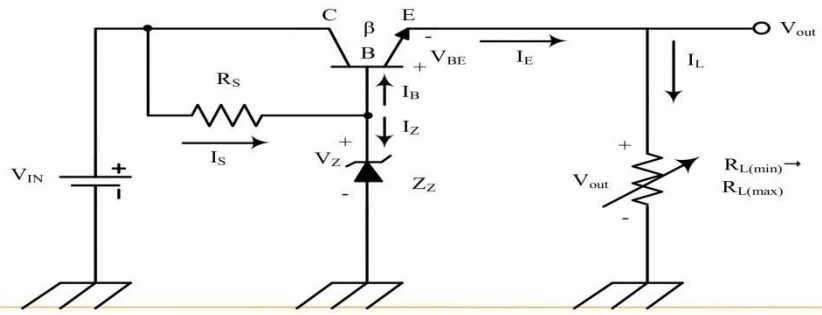
$$\Delta V_{out} = \Delta I_Z * Z_Z = 70 * 8 = 560mv$$

عامل التنظيم $VR = \frac{\Delta V_{out}}{V_{out}} * 100 = \frac{0.56}{10} * 100 = 5.6\%$

أعظم قيمة للمقاومة $R_{S(max)} = \frac{V_{in(min)} - V_Z}{I_{L(max)}} = \frac{20-10}{20*10^{-3}} = 500\Omega$

ملاحظة: في حالة تغير الحمل فقط وثبوت V_{IN} فإن تغير تيار الزينر يكون: $\Delta I_Z = -\Delta I_L$
الإشارة السالبة تبين أن العلاقة عكسية بينهما (أي زيادة تيار الحمل تؤدي إلى نقصان تيار الزينر وبالعكس).

يوضح الشكل أدناه مخطط لدائرة منظم التوالي، وهو أحد منظمات الجهد المستمر، وقد سمي الاسم لأن الحمل يكون مربوط على التوالي مع الترانزستور ولهذا يجب مراعاة شرط $I_L < I_C$ (لماذا؟).



(دائرة منظم التوالي)

في دوائر تنظيم الجهد المستمر يكون المتغير جهد الادخال V_{in} أو مقاومة الحمل R_L أو كليهما، ولكن عملياً المتغير هو مقاومة الحمل R_L.

يُقاس التنظيم بدلالة عامل التنظيم المئوي %VR (Voltage Regulation) وكلما كانت قيمته قليلة فهذا يعني أن كفاءة التنظيم أفضل (لماذا؟).

وتكون علاقة عامل التنظيم الجهد المئوي الرياضية كما يلي:

$$\%VR = \frac{\Delta V_{out}}{V_{out}} * 100$$

حيث أن:

$$V_{out} = V_Z - V_{BE}$$
$$\Delta V_{out} = Z_Z * \Delta I_Z$$

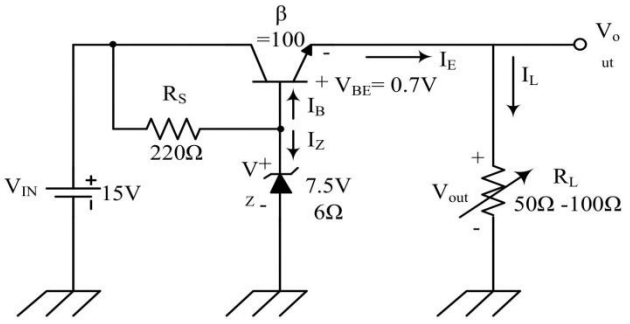
$$\Delta I_Z = -\frac{\Delta I_L}{\beta}$$

مثال: (على دائرة منظم التوالي)

في دائرة منظم التوالي إذا كانت Vin=15v، R_S=220Ω، β=100، Z_Z=6Ω، V_Z=7.5v ومقاومة الحمل تتغير من 50Ω إلى 100Ω. المطلوب أيجاد العامل المئوي لتنظيم جهد الإخراج في هذه الدائرة.

الحل:

بداية نرسم دائرة منظم التوالي ونقوم بتثبيت المعلومات عليها لتسهيل عملية الحل.



$$V_{out} = V_Z - V_{BE} = 7.5 - 0.7 = 6.8v$$

$$I_{L(max)} = \frac{V_{out}}{R_{L(min)}} = \frac{6.8}{50} = 0.136A$$

$$I_{L(min)} = \frac{V_{out}}{R_{L(max)}} = \frac{6.8}{100} = 0.068A = 68mA$$

$$\Delta I_L = I_{L(max)} - I_{L(min)} = 136 - 68 = 68mA$$

$$I_B \cong \frac{I_E}{\beta} \qquad I_E = I_L$$

$$\Delta I_B = \frac{\Delta I_L}{\beta} \quad \& \quad \Delta I_Z = -\Delta I_B$$

$$\Delta I_Z = -\frac{\Delta I_L}{\beta} = -\frac{68}{100}$$

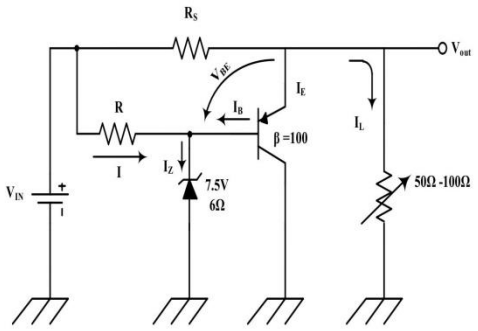
$$\Delta V_{out} = Z_Z * \Delta I_Z = 6 * (-0.68) = -4.08\ mV$$

$$\%VR = \frac{\Delta V_{out}}{V_{out}} * 100 = \frac{-4.08 * 10^{-3}}{6.8} * 100 = -0.06\% \qquad \text{و.ه.م}$$

منظم التوازي Parallel Regulator

يكون الحمل مربوط على التوازي مع الترانزستور ويتم زيادة تيار الحمل دون الارتباط بتيار الترانزستور كما هو الحال في منظم التوالي.

مثال: في دائرة منظم التوازي المبينة أدناه. المطلوب إيجاد مقدار التغير في فولتية الحمل وعامل تنظيم جهد الحمل.



$$V_{out} = V_Z + V_{BE} = 7.5 + 0.7 = 8.2V$$

$$I_{L(max)} = \frac{V_{out}}{R_{L(min)}} = \frac{8.2}{50} = 0.164A = 164mA$$

$$I_{L(min)} = \frac{V_{out}}{R_{L(max)}} = \frac{8.2}{100} = 0.082A = 82mA$$

$$\Delta I_L = I_{L(max)} - I_{L(min)} = 164 - 82 = 82mA$$

$$\Delta I_L = -\Delta I_E \ , \qquad I_E \cong \frac{I_E}{\beta}$$

$$\Delta I_B = -\frac{\Delta I_L}{\beta}$$

$$\Delta I_Z = \Delta I_B \ \Rightarrow \ \Delta I_B = -\frac{\Delta I_L}{\beta} \qquad \therefore \qquad \Delta I_Z = -\frac{\Delta I_L}{\beta} = -\frac{82}{100} = 0.82mA$$

مقدار التغير في فولتية الحمل $\Delta V_{out} = Z_Z * \Delta I_Z = -0.82 * 6 = -4.92\ mV$

$$\%VR = \frac{\Delta V_{out}}{V_{out}} * 100 = \frac{-4.92 * 10^{-3}}{8.2} * 100 = -0.06\% \qquad \text{(عامل التنظيم)}$$

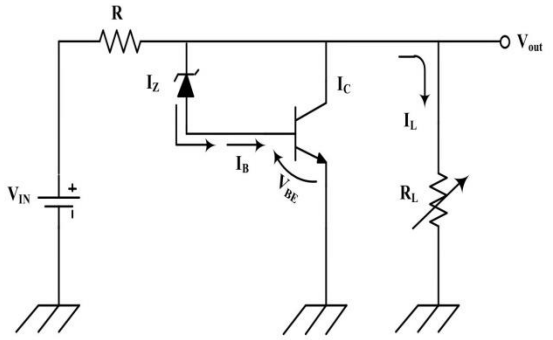
دائرة ثانية لمنظم التوازي باستخدام ترانزستور NPN بدلاً من ترانزستور PNP

$$V_{out} = V_Z + V_{BE}$$
$$\Delta I_L = -\Delta I_C$$

$$\Delta I_B = \frac{\Delta I_C}{\beta} = -\frac{\Delta I_L}{\beta}$$

$$I_Z = I_B$$
$$\Delta I_Z = \Delta I_B = -\frac{\Delta I_L}{\beta}$$

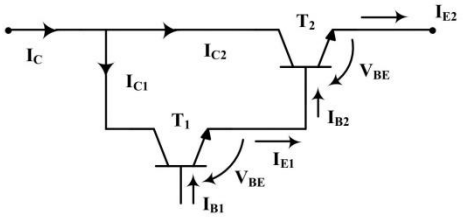
$$I_Z \, \Delta V_{out} = Z_Z * \Delta$$



Darlington Regulator — منظم دار لنكتون

يسمى هذا المنظم بهذا الاسم كونه يستخدم مكبر دارلنكتون والذي يتألف من ترانزستور كما مبين في الشكل أدناه:

$$I_C = I_{C1} + I_{C2}$$
$$= \beta I_{B1} + \beta I_{B2}$$
$$I_{B2} = I_{E1} = I_{B1}(1+\beta)$$
$$\therefore IC = \beta I_{B1} + \beta I_{B1}(1+\beta)$$
$$I_{E2} \cong I_C$$



$$= \beta I_{B1} + \beta I_{B1} + \beta^2 I_{B1}$$
$$= 2\beta I_{B1} + \beta^2 I_{B1}$$

$$\therefore I_{B1} = \frac{I_C}{\beta^2} \cong \frac{I_{E2}}{\beta^2} = \frac{I_L}{\beta^2}$$

$$\Delta I_Z = -\Delta I_{B1} \qquad \therefore \quad \Delta I_Z = -\frac{\Delta I_L}{\beta^2}$$

$$\Delta V_{out} = Z_Z * \Delta I_Z$$

$V_{out} = V_Z - 2V_{BE}$ في منظم دارلنكتون التوالي

$V_{out} = V_Z + 2V_{BE}$ في منظم دارلنكتون التوازي

ملاحظة: منظم دارلنكتون يتحمل التغيرات الكبيرة جداً في تيار الحمل لأن العلاقة بين تغير تيار الزينر وتيار الحمل هي: $\Delta I_Z = -\frac{\Delta I_L}{\beta^2}$

مثال: في منظم دارلنكتون التوالي إذا كانت V_Z=7.5V، β=100، وممانعة الزينر Z_Z=6Ω ومقاومة الحمل تتغير من 100Ω إلى 500Ω. أوجد مقدار التغير في فولتية الإخراج.

الحل

$$V_{out} = V_Z - 2V_{BE} = 7.5 - 2 * 0.7 = 6.1V$$

$$I_{L(max)} = \frac{V_{out}}{R_{L(min)}} = \frac{6.1}{50} = 0.122A = 122mA$$

$$I_{L(min)} = \frac{V_{out}}{R_{L(max)}} = \frac{6.1}{100} = 0.061A = 61mA$$

$$\Delta I_L = I_{L(max)} - I_{L(min)} = 122 - 61 = 61mA$$

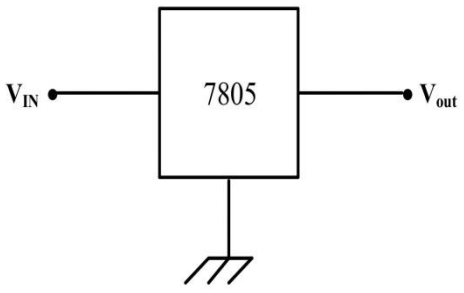
$$\Delta I_Z = -\frac{\Delta I_L}{\beta^2} = \frac{61*10^{-3}}{(100)^2} = -6.1*10^{-6}A = -6.1\mu.$$

$$\Delta V_{out} = \Delta I_Z * Z_Z = -6.1 * 6 = -36.6\mu V$$

IC Regulators المنظمات المتكاملة

توجد منظمات القدرة المستمرة جاهزة بشكل دوائر متكاملة ثلاثية الأطراف شبيهة في شكلها الترانزستور الاعتيادي ويكون طرف للإدخال وطرف للإخراج وطرف مشترك بينهما.

مثال على هذا الدائرة المتكاملة 7805 التي تنظم عند جهد 5V.



الاسبوع السادس

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: الثايرستور

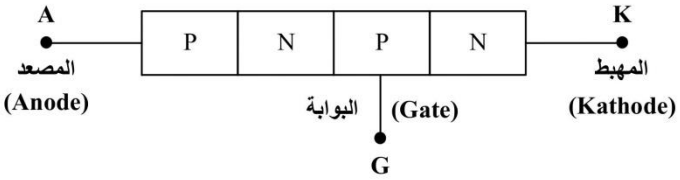
الموحد السيليكوني المحكوم Silicon Controlled Rectifier (SCR)

يعتبر الموحد السيليكوني المحكوم (SCR) أهم عائلة الثايروستور وهو عنصر رباعي الطبقة ثنائي القطبية ثلاثي الأطراف. ويشبه في عمله عمل ثنائي القدرة غير أنه يمكن التحكم في توصيله عن طريق طرف البوابة (الغير موجود في الثنائي)، وكذلك يختلف عن الترانزستور ثنائي القطبية كونه عنصر غير فعال أي ليس له القابلية على التكبير وفرق آخر في كونه لا يحتاج إلى فولتية بوابة بشكل مستمر كما في الترانزستور حيث يحتاج إلى فولتية القاعدة بشكل مستمر، أي أنه يمكن تسليط فولتية على البوابة وذلك قطع هذه الفولتية ويبقى في حالة توصيل مشابه لمبدأ الـ Stater في النيون.

أن الـ SCR هو أحد عناصر اليكترونيات القدرة وهي العناصر التي تتعامل مع الإرشارة الكهربائية عالية التيار ومع الإشارة الالكترونية بنفس الوقت.

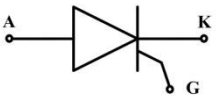
تركيب الـ SCR ورمزه والدائرة المكافئة له

يتألف الـ SCR من أربعة طبقات كما يلي:



تركيب الـ SCR

أما رمزه بالرسم فله ثلاثة أطراف كما مبين أدناه:

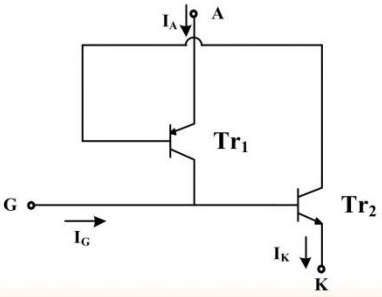


المصعد (Anode) : طرف دخول التيار.

المهبط (Cathode) : طرف خروج التيار.

البوابة (Gate) : طرف دخول إشارة السيطرة (فولتية القدح)

أما الدائرة المكافئة له فيمكن تمثيله بترانزستورين ثنائية القطبية أحدهما NPN والآخر PNP كما موضح



فحص SCR

يتم فحص الـ SCR باستخدام الافوميتر (الفحص البارد) بنفس طريقة فحص الترانزستور ثنائي القطبية أي أنها ستة فحوصات هي:

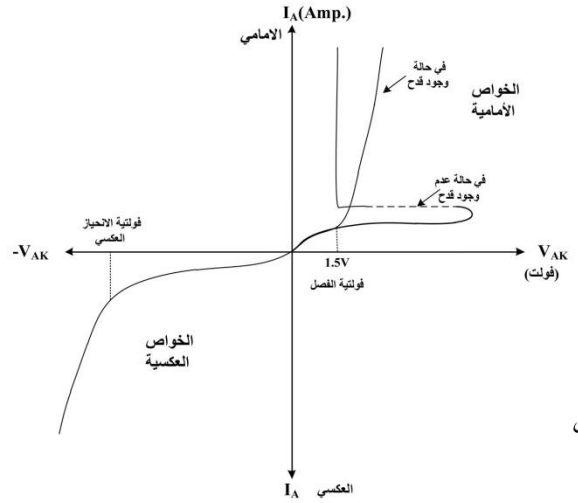
- فحصان بين A و K وتكون مقاومة عالية في الحالتين.
- فحصان بين A و G وتكون مقاومة عالية في الحالتين أيضاً.
- فحصان بين G و K وتكون مقاومة قليلة في اتجاه ومقاومة عالية في الاتجاه الآخر.

وتفيد الفحوصات أعلاه في الأمور التالية:

- تحديد هل أن الـ SCR صالح للعمل أم عاطل.
- تحديد كل طرف A، K، G.
- في بعض أنواع الـ SCR يشبه شكلها بعض أشكال الترانزستورات وتكون الفحوصات مفيدة في التمييز بينهما.

منحني خواص لـ SCR

منحني الخواص لـ SCR عبارة عن العلاقة بين تيار المصعد I_A وفولتية المصعد إلى المهبط V_{AK} في حالتي الانحياز الأمامي والعكسي كما هو الحال في ثنائي القدرة، كما في الشكل أدناه:



نلاحظ أن الخواص العكسية مشابهة للخواص العكسية للثنائي الاعتيادي وكذلك الخواص الأمامية عند وجود فولتية القدح على البوابة، اما عند عدم وجود القدح فإن المنحني مختلف تماماً.

نظرية اشتغال الـ SCR

لكي يعمل الـ SCR بشكل صحيح يجب تسليط فولتية قدح موجبة كافية بين البوابة والكاثود VGK بحدود 5 فولت وعندما يكون اشتغال الـ SCR مشابه لاشتغال الثنائي حيث يكون عبارة عن مفتاح مغلق في حالة الانحياز الامامي (عندما تكون فولتية المصعد أكبر من فولتية المهبط) وتكون فولتية الفصل بحدود (1.5 فولت) وليست 0.7 فولت أو 0.3 فولت كما في الثنائي الاعتيادي. ويكون عبارة عن مفتاح مفتوح في حالة الانحياز العكسي.

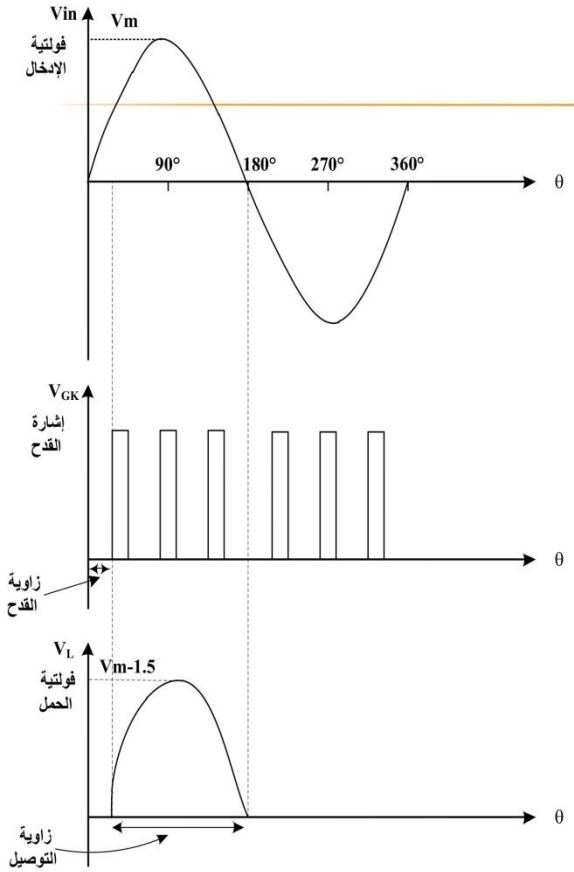
ولا يعمل الـ SCR عن عدم تسليط فولتية قدح مناسبة أي يكون عبارة عن مفتاح مفتوح.

استعمالات الـ SCR

لـ SCR استعمالات عديدة لعل من أهمها:

- تحويل الموجة المتناوبة إلى مستمرة أي تحويل A.C إلى D.C وخاصة في نظام ثلاثي الطور (3-ϕ).
- للسيطرة على سرعة المحركات واشتغال العدد من الأجهزة الصناعية والمنزلية (على سبيل المثال منظم المروحة السقفية الالكترونية).

زاوية القدح وزاوية التوصيل



زاوية القدح هي الفترة الزمنية معرفة بدلالة الزاوية لأول نبضة قدح في الانحياز الأمامي عندما تكون إشارة القدح بشكل نبضات (كما موضح في الشكل المجاور) وتكون قيمة هذه الزاوية صفرا عندما تكون الفولتية المسلطة على البوابة بشكل مستمر.

أما زاوية التوصيل فهي الفترة الزمنية التي يكون فيها الـ SCR في حالة توصيل ومعرفة بدلالة الزاوية

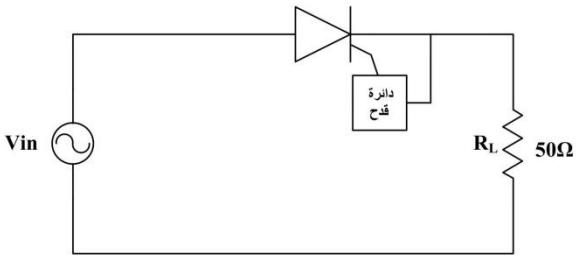
ويمكن حسابها من العلاقة التالية:

زاوية التوصيل 180°- زاوية القدح

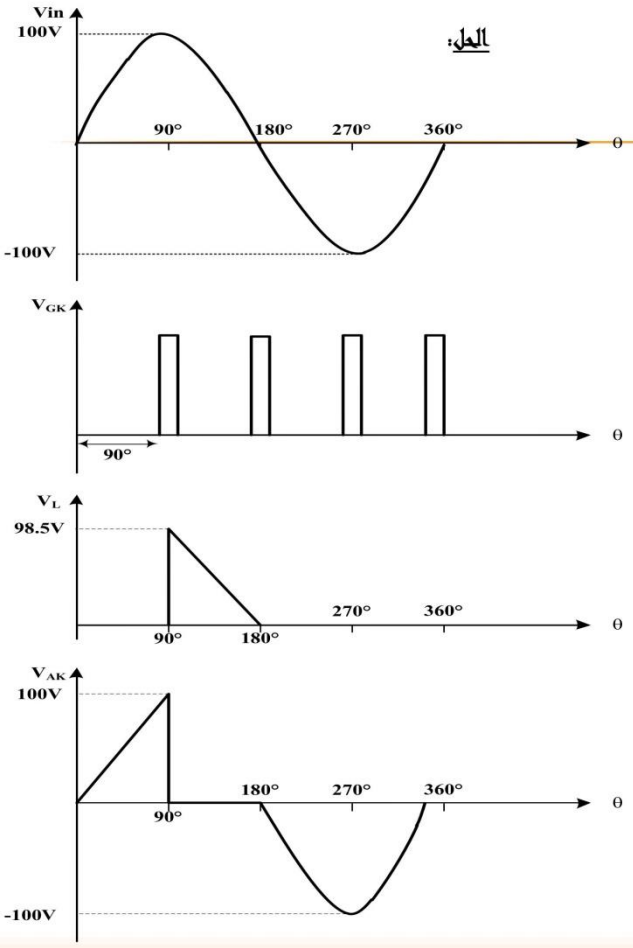
مثال:

في الدائرة المرسومة أدناه، إذا كانت زاوية القدح 90° وفولتية الإدخال Vin=100Sin314t.

أرسم شكل موجة الحمل والموجة على الـ SCR.



الحل:



الاسبوع السابع

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: المذبذبات وانواعها

المهتزات Multivibrators

وتسمى أيضاً المهزازات أو متعددات التوافقيات، وهي أحد أنواع دوائر مولدات الاشارة النبضية التي تستخدم مرحلتي تكبير، ويستخدم في الترانزستور كمفتاح. وتتضمن عادة ترانزستور وتكون التغذية العكسية المتبادلة هي المسؤولة عن السيطرة على تبادل حالة الترانزستورين بـ التوصيل والقطع.
تستعمل المهتزات في المنظومات الرقمية وغيرها، وبإمكانها توليد نبضات بمدى واسع من الترددات 20Hz إلى 30MHz.

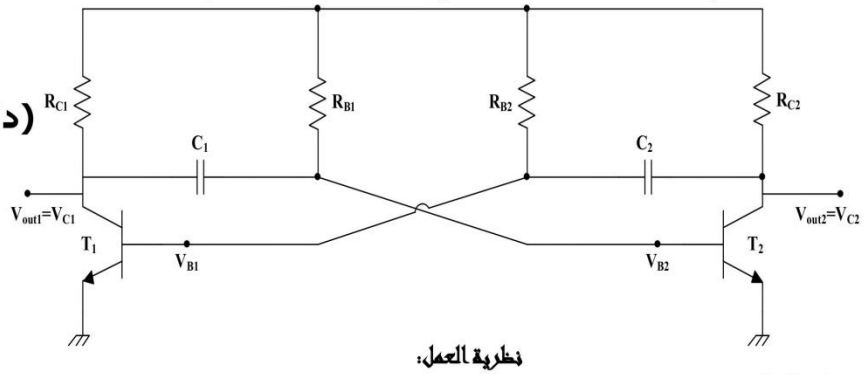
أنواع المهتزات

استناداً إلى حالة الاستقرار في نبضة الإخراج يمكن تقسيم المهتزات إلى ثلاثة أنواع هي:
- المهتزات الغير المستقرة Astable Multivibrators (A.M).
- المهتزات احادية الاستقرار Monostable Multivibrators (M.M).
- المهتزات ثنائية الاستقرار Stable Multivibrators (B.M).

المهتز غير المستقر Astable Multivibrators (A.M)

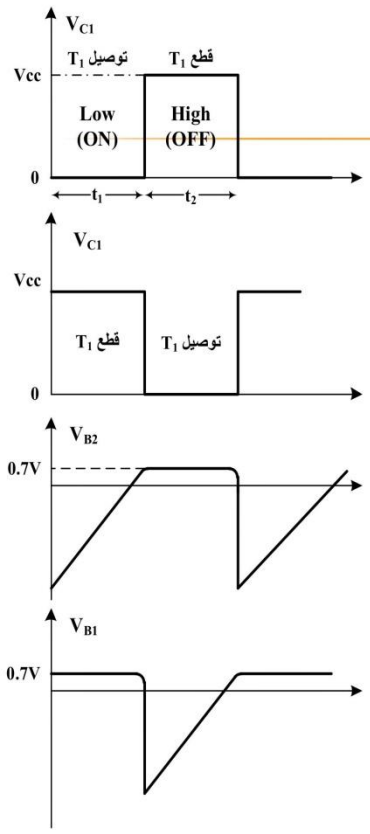
ويسمى أيضاً اللامستقر أو عديم الاستقرار أو حر الدوران (Free tunning) أو مولد النبضات (Pulse generator).
ولا يحتاج نبضات إدخال لأنه غير مستقر في حالتي التوصيل والقطع، ويربط إخراج (جامع) كل مرحلة كإدخال (قاعدة) للمرحلة الأخرى كما مبين في دائرة المهتز غير المستقر في الصفحة القادمة. يستخدم المهتز غير المستقر لتوليد النبضات.

(دائرة المهتز الغير المستقر)



نظرية العمل:

له الحالتين غير مستقرة:
الأولى: T_1 توصيل T_2 قطع.
الثانية: T_1 قطع T_2 توصيل.
يحاول كلا الترانزستور التوصيل في لحظة تجهيز القدرة المستمرة إلى الدائرة، ويتحول أحدهما إلى حالة الاشباع عندما تكون ($R_B < h_{FE*RC}$)، وبما أننا نعلم تعذر امكانية وجود ترانزستورين متماثلين بالخواص تماماً، مما ينتج عنه توصيل احدهما قبل الآخر.
ولو فرضنا أن T_1 يوصل قبل T_2، فهذا يعني أن T_1 في حالة توصيل و T_2 في حالة قطع، وفي هذه الحالة تشحن المتسعة C_1 عن طريق المقاومة R_{B1} وخلال جامع T_1 إلى الأرضي، وبعد فترة زمنية ($t_1=0.7R_{B1}C_1$) سيصل جهد المتسعة C_1 المسلط على قاعدة T_2 بانحياز أمامي إلى قيمة كافية لتحويل T_2 من حالة القطع إلى حالة التوصيل. وبعد توصيل T_2 يرتبط جامعه بالأرضي فيهبط جهده الذي يغذي قاعدة T_1 وبذلك يتحول T_1 من حالة التوصيل إلى القطع، وبهذا يكتمل الانتقال من الحالة الأولى إلى الحالة الثانية من حالتي الغير مستقرة.



(أشكال الموجات للمهتز غير المستقر)

الأن ستشحن المتسعة C_2 عن طريق المقاومة R_{B2} ومن خلال جامع T_2إلى الأرضي وبعد فترة زمنية ($t_2=0.7R_{B2}C_2$) يتحول T_1 إلى حالة التوصيل و T_2 إلى حالة القطع وبنفس الحالة الأولى وذلك لهبوط جامع T_1 إلى الصفر. وبذلك نرجع إلى الحالة الأولى. ويتكرر التذبذب طالما كانت الدائرة مربوطة إلى المصدر وسيكون تردد التذبذب f :

$$f=\frac{1}{t_1+t_2}=\frac{1}{0.7R_{B1}C_1+0.7R_{B2}C_2} \qquad =\frac{1}{0.7(R_{B1}C_1+0.7R_{B2}C_2)}$$

$$t_1=t_{L1}=t_{H2} \qquad t_2=t_{H1}=t_{L2}$$

وإذا كانت $R_{B1}=R_{B2}=R_B$ و $C_1=C_2=C$ فإن التردد يكون:

$$f=\frac{1}{1.4R_BC}$$

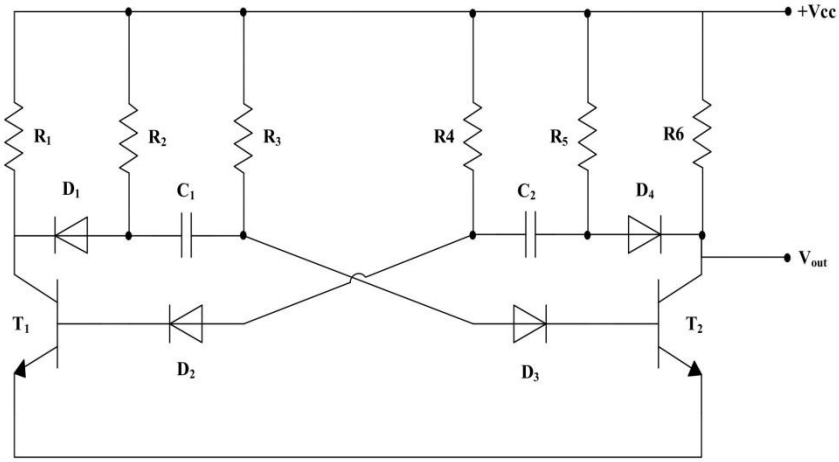
وعندها تكون موجة نبضته متماثلة أي أن $t_1=t_2$ مما يجعل دورة التشغيل D=50%.

دائرة عملية لمهتز غير مستقر

لحماية الدائرة من ذلك الاحتمال يربط الثنائين (D_3, D_2) المبينين بالشكل أدناه الذي مثل الدائرة العملية لهذا المذبذب، ويشترط ان تكون قيمة جهد انهيار هذين الثنائين مساوية إلى أو أكبر من (Vcc). يتسبب هذان الثنائيان باحداث هبوط بقيمة الجهد عند الانحياز الأمامي، إلا أنها يوفران الحماية لوصلة القاعدة – باعث عند الانحياز العكسي. أما الثنائيان (D_2, D_1) والمقاومان (R_5, R_2) فإنها تسبب اسراعاً بنشوء وارتقاء قيمة نبضة الإخراج. وفي حالة التوصيل لكل ترانزستور يكون الحمل مساوياً للمقاومة المكافئة لربط التوزي لكل من:

(R_2, R_1) للترانزستور الأول (T_1).

(R_6, R_5) للترانزستور الثاني (T_2).



نفس العلاقات الرياضية للدائرة السابقة مع الاخذ بنظر الاعتبار ،

R3 =RB1 , R4=RB2 ,

RC1= R1\\R2

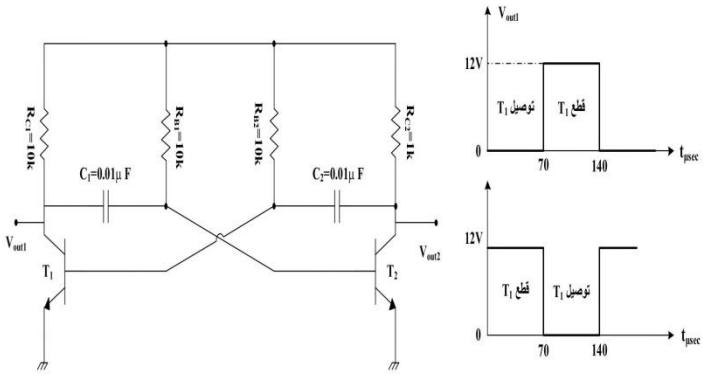
RC2= R5\\R6.

مثال: في دائرة مهتز غير مستقر إذا كانت $R_{B1}=R_{B2}=10K\Omega$ و $R_{C1}=R_{C2}=1K\Omega$ و $C_1=C_2=0.01\mu F$، $Vcc=10V$. ارسم الدائرة ثم أوجد:

١- تردد التذبذب. ٢- أصغر قيمة لـ h_{FE}.

٣- دورة التشغيل ثم ارسم موجات الإخراج.

الحل: نرسم الدائرة ونثبت القيم عليها.



$$t_1 = 0.7R_{B1}C_1$$

$$= t_{L1} = t_{H2}$$

$$t_2 = 0.7R_{B2}C_2$$

$$= t_{H1} = t_{L2}$$

$$T = t_1 + t_2$$

وبما أن الدائرة متساوية القيم فإن:

$$t_1 = t_2 = 0.7R_BC$$

$$= 0.7*10*10^3*0.01*10^{-6} \quad = 70\mu sec$$

تردد التذبذب $f = \frac{1}{T}$

$$= \frac{1}{(70+70)*10^{-6}} \quad = 7142.85\,Hz = 7.143\,kHz$$

دورة التشغيل $\%D = \frac{t_H}{T}*100 = \frac{70\mu sec}{140\mu sec}*100 = 50\%$

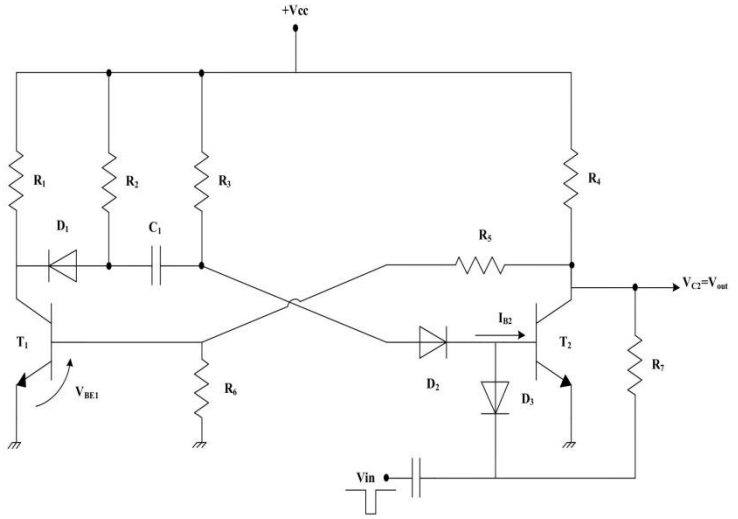
أصغر قيمة لـ h_{FE} هو $h_{FE} = \frac{R_B}{R_C} = \frac{10k}{1k} = 10$

المهتز احادي الاستقرار Monostable Multi (M.M)

ويسمى أيضاً مولد الطلقة الواحدة أو مولد الاطلاقة الواحدة أو مولد النبضة الواحدة أو مكبر زمن لأنه يقوم بتوليد نبضة إخراج ذو عرض أكبر من عرض نبضة الإدخال.

لـه حالتان الأولـى مستقرة والأخرى غير مستقرة ويحتـاج إلـى نبضـة قدح لتحويلـه من الحالـة المستقرة إلـى الحالـة غير المستقرة أما عملية رجوعه إلى الوضع المستقر ثانية فتتكفل بها ثوابت الدائرة بنفس مبدأ المهتز غير المستقر.

تتكون دائرة المهتز احادي الاستقرار من نصف دائرة مهتز غير مستقر ونصف دائرة مهتز ثنائي الاستقرار، كما مبين في الدائرة المرسومة أدناه:



(دائرة المهتز احادي الاستقرار)

نظرية العمل لمهتز أحادي الاستقرار :

في حالة الوضع المستقر (T_1 قطع و T_2 توصيل) يكون الترانزستور T_2 في حالة توصيل وذلك بسبب التيار المار بقاعدته (I_{B2} المجهز من المصدر المستمر من خلال المقاومة R_3 والثنائي D_2 (الذي يكون في حالة احياز امامي دائماً)، أما الترانزستور T_1 فيكون في حالة قطع وذلك لأن قيمة الجهد V_{BE1} قليلة تقارب جهد الأرضي لأنه جزء من التغذية الخلفية الناتج من جامع T_2 المؤرض لأن T_2 في حالة توصيل.

الحالة المستقرة لهذه الدائرة لا تتغير إلا بعد تسليط نبضة قدح سالبة (بواسطة مصدر خارجي V_{in}) تقوم بإجبار T_2 على التحول من التوصيل إلى القطع، عند ذلك يقوم مقسم الجهد (R_4، R_5، R_6) بتوفير جهد الانحياز الامامي V_{BE1} اللازم لتحويل T_1 من القطع إلى التوصيل وهذه الحالة غير مستقرة (T_1 توصيل و T_2 قطع) لأن بقاء T_1 في حالة توصيل بسبب شحنة المتسعة C_1 عن طريق المقاومة R_3 خلال الثنائي D_1 وإلى الأرضي عبر جامع T_1 كما هو الحال في المهتز غير المستقر وتستمر لفترة $t_2=0.7R_3C_1$.

وخلال هذه الفترة الزمنية يبلغ الجهد على طرفي المتسعة C_1 قيمة كافية لجعل V_{BE2} بانحياز امامي يحول T_2 من القطع إلى التوصيل ويقوم جهد جامعة المؤرض بإجبار T_1 على التحول من حالة التوصيل إلى القطع والآن رجعنا إلى الحالة المستقرة التي تبقى لحين وصول نبضة قدح جديدة وهكذا.

عند تسليط نبضة قدح سالبة على المتسعة C_2، وأثناء استقرار T_2 على وضع التوصيل يكون D_3 مهيأ للتوصيل فتقوم النبضة السالبة بجعل انحيازه امامياً لأن جهد المهبط له أصبح سالباً ويقوم بالتوصيل مما يسبب قطع التيار المار بقاعدة T_2 وهو التيار I_{B2} وبذلك يتحول T_2 من التوصيل إلى القطع. أن C_2، D_3، R_7 تعمل كدائرة مفاضل (أي ليس فيه تكبير كالذي مر بنا).

مثال: لدائرة مهتز احادي الاستقرار إذا كانت $R_3=8.6k\Omega$ و $C_1=0.1\mu F$، $Vcc=10V$ واشارة الإدخال مربعة 2Vpp وبتردد 4kHz. أحسب تردد الإخراج وارسم موجة الإخراج نسبة إلى موجة الإدخال.

الحل:

$$T_{in}=\frac{1}{f_{in}}=\frac{1}{4*10^3}=0.25\,msec$$

عرض نبضة الإخراج =

$$t_1=0.7R_3C_1=0.7*10*10^3*0.1*10^{-6}=0.6\,msec$$

التقريبية $T_{out}\cong\frac{1}{t_2}=\frac{1}{0.6*10^{-3}}=1.667KHz$

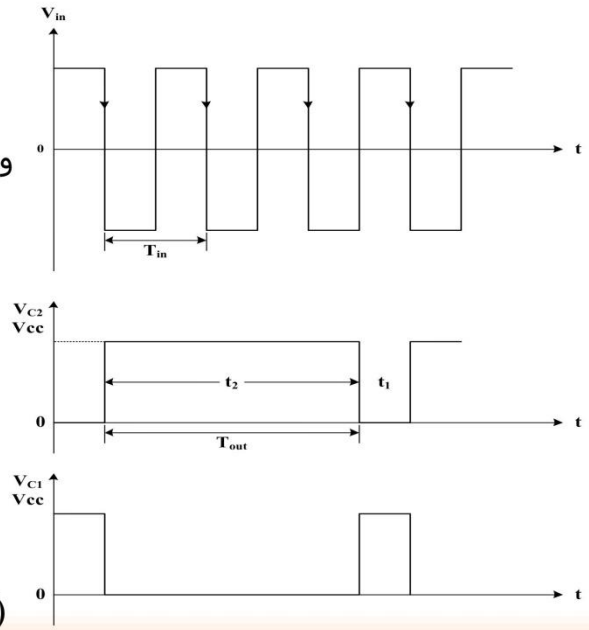
$\frac{t_2}{T_{in}}=\frac{0.6}{0.25}=2.4\rightarrow 3$ T_{out} وهي عدد نبضات القدح أثناء

$\therefore T_{out}=3*T_{in}=3*0.25=0.75\,msec$

المضبوطة $f_{out}=\frac{1}{T_{out}}=\frac{1}{0.75*10^{-3}}=1.334KHz$

$t_1=T_{out}-t_2$

$=0.75-0.6=0.15\,msec$



(أشكال موجات المهتز احادي الاستقرار وبنفس الوقت للمثال اعلاه)

مثال: لدائرة مهتز احادي الاستقرار إذا كانت $R_3=8.6k\Omega$ و $C_1=0.1\mu F$، $Vcc=10V$ واشارة الإدخال مربعة 2Vpp وبتردد 4kHz. أحسب تردد الإخراج وارسم موجة الإخراج نسبة إلى موجة الإدخال.

الحل:

$$T_{in}=\frac{1}{f_{in}}=\frac{1}{4*10^3}=0.25\,msec$$

عرض نبضة الإخراج =

$$t_1=0.7R_3C_1=0.7*10*10^3*0.1*10^{-6}=0.6\,msec$$

التقريبية $T_{out}\cong\frac{1}{t_2}=\frac{1}{0.6*10^{-3}}=1.667KHz$

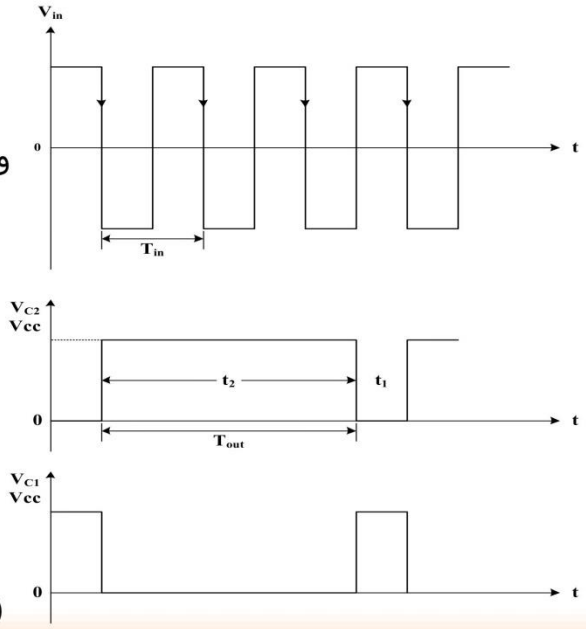
$\frac{t_2}{T_{in}}=\frac{0.6}{0.25}=2.4\rightarrow 3$ T_{out} وهي عدد نبضات القدح أثناء

$\therefore T_{out}=3*T_{in}=3*0.25=0.75\,msec$

المضبوطة $f_{out}=\frac{1}{T_{out}}=\frac{1}{0.75*10^{-3}}=1.334KHz$

$t_1=T_{out}-t_2$

$=0.75-0.6=0.15\,msec$



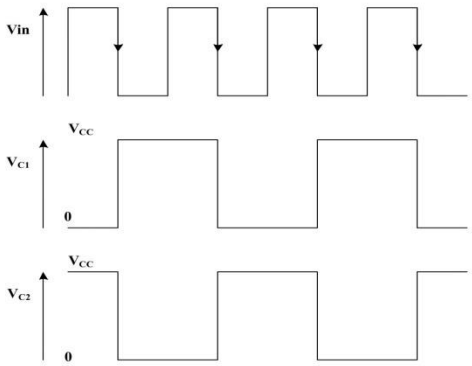
(أشكال موجات المهتز احادي الاستقرار وبنفس الوقت للمثال اعلاه)

المهتز ثنائي الاستقرار Bistable Multi (B.M)

وتسمى هذه الدائرة المرجاح (النطاط) Flip-Flop. ويكون لها الحالتين مستقرتين:
حالة الاستقرار الأولى: T_1 توصيل، T_2 قطع.
حالة الاستقرار الثانية: T_1 قطع، T_2 توصيل.
تقوم نبضات القدح بتغيير حالة الاستقرار من الأولى إلى الثانية وبالعكس عن طريق تحويل الترانزستور الذي يكون في حالة توصيل إلى قطع ومن ثم تقوم حالة القطع بتحويل الترانزستور الآخر إلى توصيل.

يكون تردد الإخراج نصف تردد الإدخال أي: $f_{out}=\frac{1}{2}f_{in}$

تكون الدائرة متناظرة كما مبين في الشكل المبين في الصفحة اللاحقة. وأشكال الموجات كما مبين أدناه:



ملاحظة: لتفاصيل أكثر حول المهتز ثنائي الاستقرار راجع كتاب الدوائر الالكترونية ص١٣٧-١٣٨

جدول مقارنة بين أنواع المهتزات

المهتز الغير مستقر (A.M.)	المهتز احادي الاستقرار (M.M.)	المهتز ثنائي الاستقرار (B.M.)
١. أحد دوائر توليد النبضات.	١. أحد دوائر توليد النبضات.	١. أحد دوائر توليد النبضات.
٢. يتألف من مرحلتين كل منهما ترانزستور كمفتاح.	٢. يتألف من مرحلتين كل منهما ترانزستور كمفتاح.	٢. يتألف من مرحلتين كل منهما ترانزستور كمفتاح.
٣. حالتي الدائرة غير مستقرة.	٣. حالتي الدائرة احداهما مستقر والأخرى غير مستقرة.	٣. حالتي الدائرة غير مستقرة.
٤. يحتاج لنبضات قدح.	٤. يحتاج لنبضات قدح في الحالة المستقرة.	٤. يحتاج لنبضات قدح للحالتين المستقرتين.
٥. تردد الإخراج $f = \frac{1}{1.4R_BC}$ إذا كانت $R_{B1}=R_{B2}=R_B$ و $C_1=C_2=C$	٥. تردد الإخراج $f = \frac{1}{0.7R_3C_1}$ حيث $0.7R_3C_1$ هي عرض نبضة الإخراج.	٥. تردد الإخراج فيه هو نصف تردد الإدخال.
٦. يستخدم لتوليد نبضات مدى واسع من الترددات.	٦. يستخدم للحصول على نبضة إخراج ذو عرض أكبر من عرض نبضة القدح.	٦. يستخدم كمقسم تردد.
٧. دائرته عي كما في الرسم أدناه:	٧. دائرته عي كما في الرسم أدناه:	٧. دائرته عي كما في الرسم أدناه:
٨. نظرية العمل له ...	٨. نظرية العمل له ...	٨. نظرية العمل له ...

الاسبوع الثامن

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: شروط التذبذب - أمثلة على دوائر المذبذبات (مذبذب LC-مذبذب هارتلي- مذبذب كولبتس - مذبذب إزاحة الطور)

المذبذبات **Oscillators**

وهي دوائر اليكترونية تقوم بتوليد موجات جيبية (بدون إشارة إدخال خارجية) باستخدام مبدأ التغذية الخلفية الموجبة، وتستعمل المذبذبات دوائر الإرسال لتوليد الموجات الحاملة (Carrier Waves) وفي دوائر الاستقبال لتوليد التردد البيني (IF).

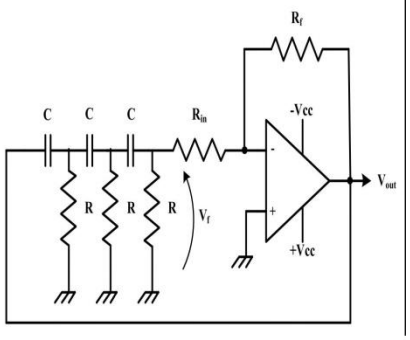
شروط التذبذب

- وجود فرق طور 0° أو 350° (أي تغذية خلفية موجبة) بين Vf و Vout.
- AB=1 (في البداية أكبر من واحد ثم تقل إلى الواحد.
- وجود فولتية بدء (شوشرة) noise.

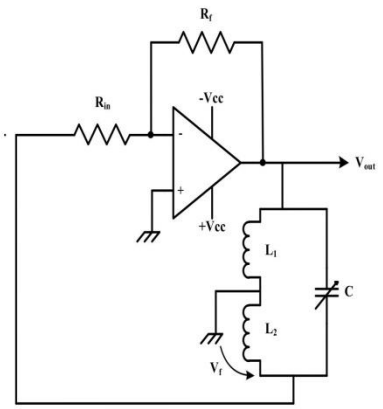
جدول مقارنة بين بعض أنواع المذبذبات

مذبذب إزاحة الطور	مذبذب هارتلي	مذبذب كولبيتس
١. يقوم بتوليد موجة جيبية بمدى تردد من 5Hz إلى 800KHz.	١. يقوم بتوليد موجة جيبية ذات ترددات عالية تصل إلى أكثر من 500MHz.	١. يقوم بتوليد موجة جيبية ذات ترددات عالية تصل إلى أكثر من 500MHz.
٢. تردد التذبذب (الرنين). $fo=\frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$	٢. تردد التذبذب (الرنين). $fo=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $L=L_1+L_2$	٢. تردد التذبذب (الرنين). $fo=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $C=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$
٣. عامل التغذية الخلفية . $B=\frac{1}{29}$	٣. عامل التغذية الخلفية . $B=\frac{L_2}{L_1}$	٣. عامل التغذية الخلفية . $B=\frac{C_1}{C_2}$
٤. تكبير المكبر . $29\le A$ $\left[A\frac{Rf}{Rin}\right]$	٤. تكبير المكبر . $A=\frac{Rf}{Rin}\quad\frac{L_1}{L_2}\le A$	٤. تكبير المكبر . $A=\frac{Rf}{Rin}\quad\frac{C_2}{C_1}\le A$
٥. تتألف دائرة التغذية الخلفية من ثلاثة مراحل RC تقوم بإزاحة طور 180° ويقوم المكبر بإزاحة 180° فينتج 350°.	٥. تتألف دائرة التغذية الخلفية من ملفين L1و L2 ومتسعة C تقوم بإزاحة طور 180° ويقوم المكبر بإزاحة 180° درجة فينتج 360°.	٥. تتألف دائرة التغذية الخلفية من متسعتين C_1و C_2 وملف L تقوم بإزاحة 180° ويقوم المكبر بإزاحة 180° فينتج 360°.

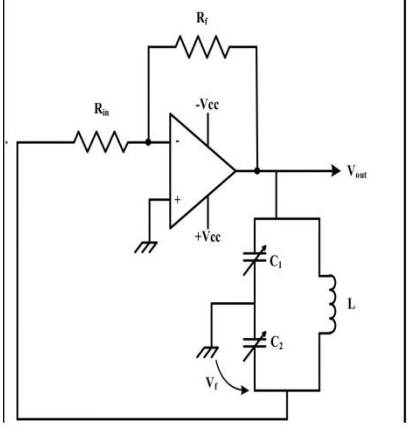
٦. رسم الدائرة كما يلي:



٦. رسم الدائرة كما يلي:



٦. رسم الدائرة كما يلي:



ملاحظة: بالنسبة لمذبذب كولبيتس إذا أضيفت متسعة C3 على التوالي مع الملف L فإن الدائرة تكون أكثر استقرار وتسمى عندئذ مذبذب كلاب، وتصبح التسعة المكافئة لغرض استخدامها في قانون تردد التذبذب هي:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \cong C_3$$

مثال:

في دائرة مذبذب إزاحة الطور إذا كانت R=10KΩ، C=1nf، R_{in}=5KΩ. أحسب تردد التذبذب وقيمة المقاومة R_f اللازمة لعمل الدائرة.

الحل:

نرسم الدائرة ونثبت عليها القيم ثم نوجد f_o و R_f كما يلي:

تردد التذبذب

$$fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$$

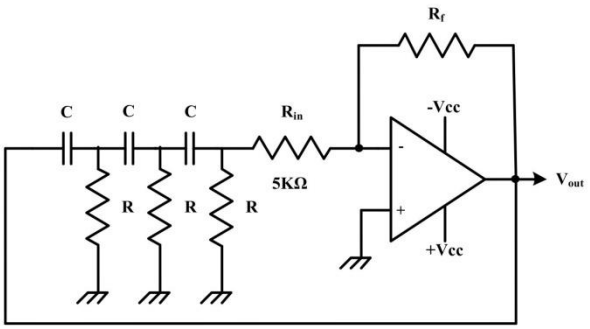
$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{6} * 10 * 10^3 * 1 * 10^{-9}}$$

$$= 6501Hz \quad = 6.5KHz$$

$$A = 29 = \frac{Rf}{Rin}$$

$$\therefore Rf = A * Rin$$

$$= 29 * 5K\Omega \quad = 145K\Omega$$



R=10KΩ & C=1nf

الاسبوع التاسع

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

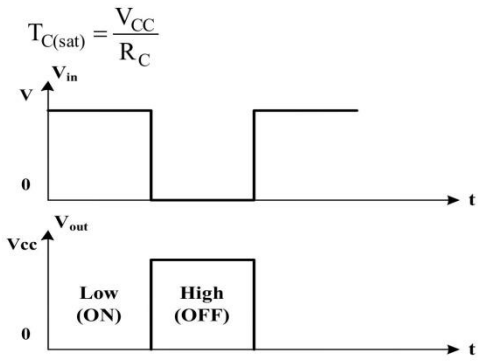
أساليب التقويم:

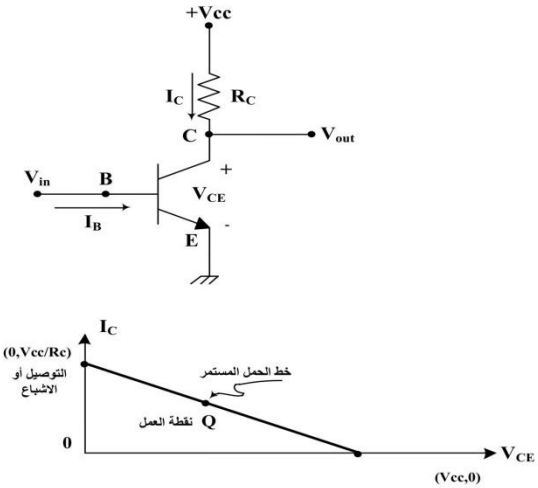
1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: الترانزستور كمفتاح

Transistor as Switch **الترانزستور كمفتاح**

هي عبارة عن دائرة ترانزستور مربوطة بصيغة الباعث المشترك ويكون الترانزستور في حالة توصيل (ON) (V_{CE}=0) إذا كانت الفولتية على القاعدة كافية لإمرار تيار قاعدة يجعل تيار الجامع في حالة اشباع
، ويكون في حالة قطع (OFF) (V_{CE}=V_{CC}) عندما يكون جهد القاعدة قليل أو صفر. وكما مبين أدناه الدائرة وموجة نبضات الإدخال والإخراج وخط الحمل.





الاسبوع العاشر

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

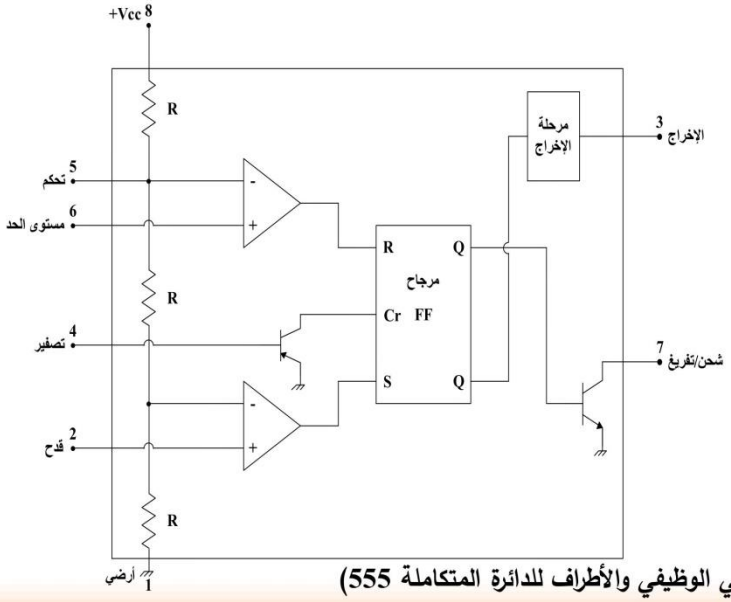
الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

هي دائرة متكاملة تناظرية (خطية) وهي مناسبة للعمل مع الدوائر الرقمية أيضاً، ولها مزايا عديدة منها:
•صغر الحجم وخفة الوزن ورخص ثمنها وسهولة التعامل معها.
•المدى الواسع من الجهد الذي تعمل به (4 إلى 16 فولت).
•قابليتها للعمل مع الدوائر الرقمية.
ولها ثمانية أطراف كما مبين في الشكل أدناه الذي يوضح أطرافها والتركيب الداخلي الوظيفي لها.



(التركيب الداخلي الوظيفي والأطراف للدائرة المتكاملة 555)

أطراف الدائرة المتكاملة 555

الطرف 1: أرضي (Ground) يعمل هذا الطرف أرضياً للدائرة ويربط مع القطب السالب لجهد التجهيز.

الطرف 2: القدح (Trigger) وهو طرف إدخال لتغير حالة الإخراج من واطيء Low إلى عال High وذلك عندما يقل جهد هذا الطرف عن $\frac{1}{3}$Vcc حيث يسبب المقارن 2 تغيير حالة المرجاج والذي بدوره يغير حالة مرحلة الإخراج من واطيء إلى عال. ويجب ان يكون عرض نبضة القدح أقل من حاصل ضرب RC (المقاومة والمتسعة الخارجيتين).

الطرف 3: الإخراج (output) وهو طرف إخراج الدائرة ويكون جهده (Vout=Vcc-1.7) وله القابلية على تجهيز تيار حمل يصل إلى 200mA

الطرف 4: التصفير (Reset) يستعمل هذا الطرف لتصفير الإخراج عندما يكون جهده بين صفر و 0.4V حيث يقوم بتصفير المرجاج الذي يسيطر على مرحلة الإخراج. ولمنع التصفير الغير مرغوب فيه يربط هذا الطرف إلى القطب الموجب لجهد التجهيز في حالة عدم الاستعمال وعند استخدامه يربط إلى مفتاح Switch يقوم بالسيطرة على اشتغال الدائرة.

الطرف 5: جهد التحكم (Control Voltage) يستخدم هذا الطرف للتحكم في تردد نبضات الإخراج وذلك من دون الاعتماد على قيمة RC، وذلك بتغيير جهد الإدخال المسلط على هذا الطرف بمدى محدود 45% إلى 90% من جهد التجهيز Vcc في صيغة احادي الاستقرار، بينما يكون المدى أوسع من 1.7V إلى Vcc في صيغة المهتز غير المستقر حيث تكون موجة الإخراج بشكل تضمين ترددي FM وفي حالة عدم استعمال هذا الطرف يفضل توصيله إلى الأرضي عبر متسعة صغيرة (0.01µF) للحفاظ على المناعة ضد الضوضاء.

الطرف 6: مستوى حد الجهد (Threshald Voltage) أو مستوى الحد يمثل هذا الطرف أحد إدخالي المقارن، فعندما يتغذى جهد الإدخال المسلط على هذا الطرف $\frac{2}{3}Vcc$

فإن إخراج المقارن يتسبب في تصفير المرجاح الذي بدوره يجعل مرحلة الإخراج في حالة واطيء شرط أن لا يقل تيار الإدخال لهذا الطرف عن 0.1µA (باختصار يقوم هذا الطرف بتغيير حالة جهد الإخراج من عال إلى واطيء عندما يكون جهده أكبر من $\frac{2}{3}Vcc$

إن مستوى حد التيار هذا الطرف، حيث تكون أكبر قيمة لهذه المقاومة 20MΩ عندما يكون Vcc=15V.

الطرف 7: شحن / تفريغ (Charge / Dicharge) يعمل هذا كدائرة قصر (short) عندما يكون الإخراج في حالة واطيء مما يساعد على تفريغ شحنة متسعة التوقيت C (المربوطة خارجياً بين هذا الطرف والأرضي). أما عندما يكون الإخراج في حالة عال فإن الطرف يتصرف بشكل دائرة مفتوحة (Open) مما يسمح للمتسعة بالشحن ولزمن يعتمد على قيمة كل من Cو R. إن مبدأ شحن المتسعة وتفريغها هو أساس فكرة التوقيت في هذه الدائرة المتكاملة 555.

الطرف 8: تجهيز القدرة Vcc (Power Supply) يربط هذا الطرف بالقطب الموجب لمجهز القدرة الذي يتراوح بين 4 إلى 16 فولت وفي بعض الأنواع للمؤقت 555 يتراوح بين 3 إلى 18 فولت.

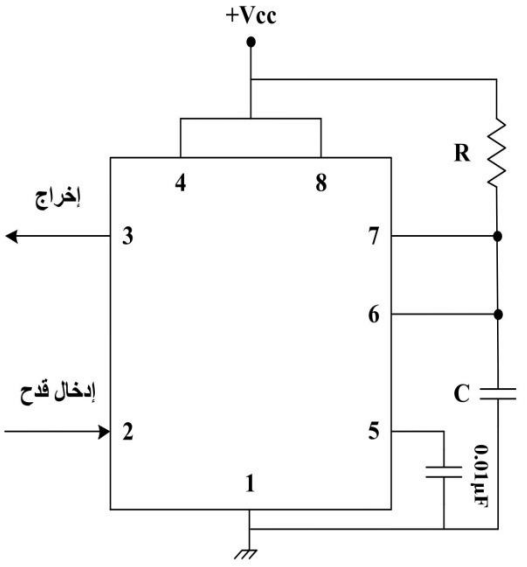
ملاحظة :أن اقل قيمة لمقاومة الحمل يمكن ربطها على إخراج الدائرة المتكاملة 555 وهو الطرف 3 يحددها أعظم تيار تجهزه الدائرة وقدرهُ 200mA ويمكن حسابها من العلاقة التالية:

$$R_{L(min)} = \frac{V_{out}}{I_{L(max)}} = \frac{V_{cc} - 1.7}{200mA}$$

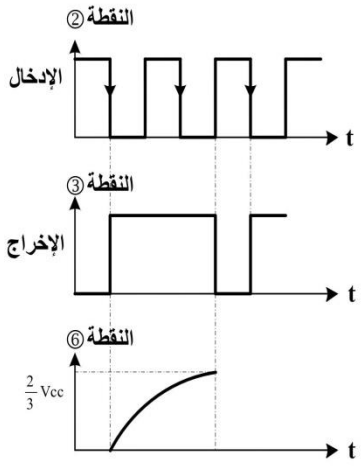
المؤقت 555 بصيغة احادي الاستقرار

Timer 555 As Monostable Multivibrator

له نفس التسميات التي ذكرناها سابقاً في المهتز احادي الاستقرار ويستخدم للحصول على نبضة توقيت في الإخراج يكون زمنها أكبر بكثير من عرض (زمن) نبضة القدح المسلطة على طرف القدح (طرف 2) ويبين الشكل أدناه دائرة هذا المؤقت مع أشكال الموجات له:



(دائرة المؤقت 555 بصيغة احادي الاستقرار)



(أشكال الموجات الاحادي الاستقرار)

نظرية العمل:

يحصل القدح عندما يصل جهد نبضة القدح $\frac{2}{3}Vcc$

أو أقل (على أن يكون عرض نبضة القدح أقل من عرض نبضة الإخراج المطلوب). وعندها يتحول الإخراج من واطيء إلى عال

وتشحن المتسعة لفترة زمنية (T=101RC) إلى أن يصل الجهد على طرفي المتسعة $\frac{1}{3}Vcc$

عندها يتحول الإخراج من عال إلى واطيء. وتستمر هذه الحالة إلى أن تأتي نبضة قدح أخرى كما مبين في الموجات أعلاه.
يسمى T عرض نبضة الإخراج أو زمن نبضة الإخراج أو زمن التوقيت.

ملاحظة: (دائرة احادي الاستقرار هي الدائرة الرئيسية في دوائر التوقيت ذات الاستخدامات العملية الكثيرة ولهذا صنعت دوائر متكاملة للعمل كأحادي الاستقرار من أشهرها الدائرة المتكاملة الرقمية TTL ذات الرقم 74121).

ملاحظة :

العلاقة العامة $\%D = \frac{t_H}{t_H + t_L} * 100$ دورة التشغيل

العلاقة الخاصة لهذه الدائرة $\%D = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} * 100$ (دائرة 555 بصيغة غير مستقر).

أقل قيمة لـ D% في هذه الدائرة هي 50% حيث $t_H=t_L$ عندما $R_1=0$.

مثال: في دائرة المؤقت 555 بصيغة مهتز غير مستقر إذا كانت $R_1=10K\Omega$، $R_2=15K\Omega$، $C=0.22\mu F$، $Vcc=15V$، المطلوب ايجاد: ١- تردد موجة الإخراج. ٢- زمن موجة الإخراج في المستوى العالي وفي المستوى الواطيء. ٣- النسبة المئوية لدورة التشغيل.

الحل: نرسم الدائرة ثم نثبت القيم عليها.

- تردد الإخراج f.

$$f=\frac{1.44}{(R_1+2R_2)C}=\frac{1.44}{(10*10^3+2*15*103)*0.22*10^{-6}}=164Hz$$

- زمن المستوى العالي t_H.

$$tH=0.693(R_1+R_2)C=0.693(10*10^3+15*10^3)*0.22*10^{-6}$$
$$=3.8msec$$

زمن المستوى الواطيء t_L.

$$t_L=0.693R_2C=0.693*15*10^3*0.22*10^{-6}=2.29msec$$

أما زمن الموجة T فهو

$$T=t_H+t_L=3.8+2.29=6.09msec$$

طريقة ثانية

$$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{6.09*10^{-3}}=164Hz$$

- النسبة المئوية لدورة التشغيل يمكن حسابها بإحدى الطرقتين.

$$\%D=\frac{t_H}{T}*100=\frac{3.8msec}{6.09msec}*100=62.45\%$$

أو

$$\%D=\frac{R_1+R_2}{R_1+2R_2}*100=\frac{10k+15k}{10k+2*15k}*100=62.5\%$$

الاسبوع الحادي عشر

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

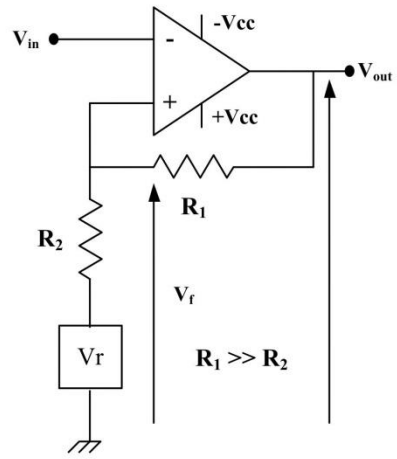
أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

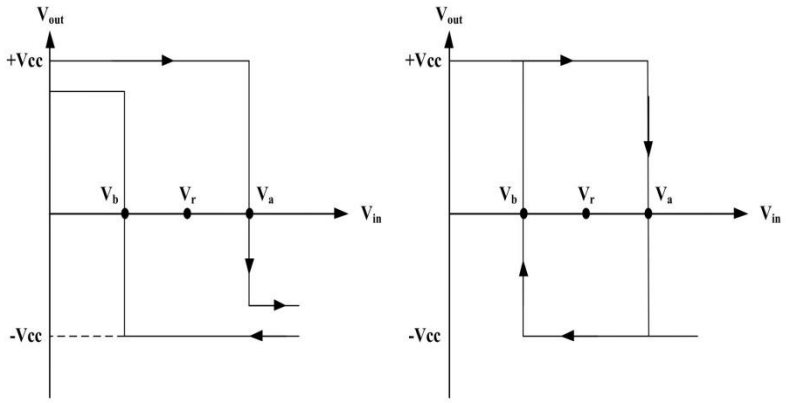
قادح (مقداح) شميت Schmitt Trigger

وهي من الدوائر المستخدمة كثيراً في توليد نبضات القدح لما تمتاز به من مناعة ضد الضوضاء. وقسم من دوائر البوابات المنطقية كدائرة لاو NAND (الدائرة المتكاملة 7413 والدائرة المتكاملة 74132) ودائرة النفي NOT (الدائرة المتكاملة 7414) تعتمد في تركيبها الداخلي قادح شميتّ.

ودائرته مركبة من دائرة العبور الصفري ودائرة المقارن التناظري كما موضح في الشكل أدناه، علماً أن قادح شميتّ يسمى أيضاً مقارن إعادة التوليد (Regenerating Comparator):



(دائرة قادح شميتّ)



(منحني عمل دائرة قادح شميتّ (حلقة جهد التخلفية))

حيث أن:

V_a = V_{Utp} (Upper trigger potential) جهد القدح الأعلى

V_b = V_{Ltp} (Lower trigger potential) جهد القدح الأسفل

الفرق بين V_a، V_b يسمى جهد التخلفية (Hysteresis Voltage).

ملاحظة:

عندما تكون V_R=0 فإن الدائرة نفسها تبقى مع عمل V_r دائرة قصيرة short أي أن المقاومة R_2 ترتبط مباشرة بالأرضي وعندها يكون:

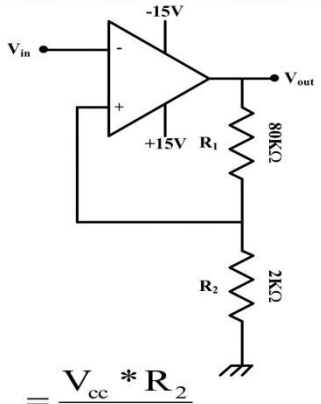
$$V_a = -V_b = V_{Utp} = -V_{Ltp} = \mp \frac{V_{cc}}{R_1 + R_2} * R_2$$

مثال:

في دائرة قادح شميث إذا كانت R_1=80K، R_2=2K، V_{cc}=±15V. أرسم موجة الإخراج نسبة إلى موجة إدخال

الحل:

نرسم الدائرة ثم نحدد القيم عليها ونوجد جهد القدح الأعلى وجهد القدح الأسفل:

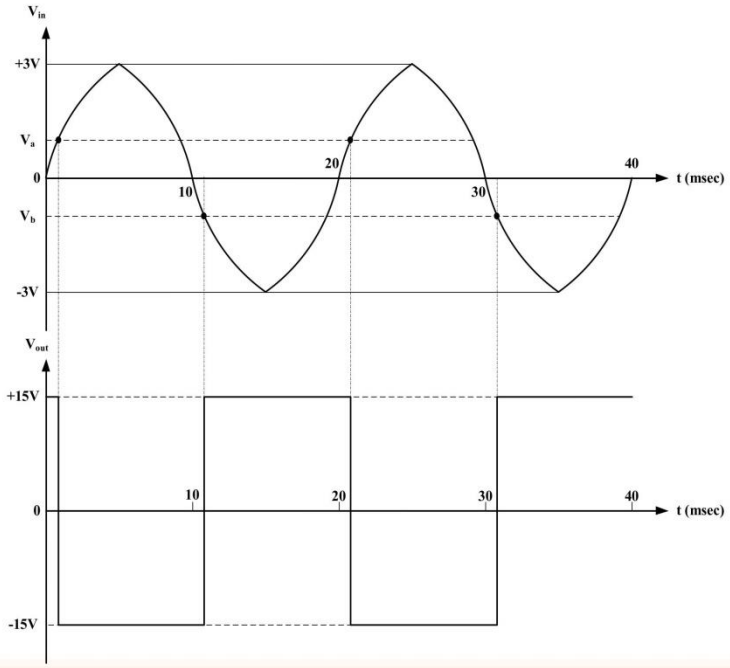


$$V_a = V_{Utp} = \frac{V_{cc} * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{15 * 2K\Omega}{(80+2)K\Omega} = 0.37V$$

$$V_b = V_{Ltp} = -\frac{V_{cc} * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{15 * 2K\Omega}{(80+2)K\Omega} = -0.37V$$



الاسبوع الثاني عشر

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

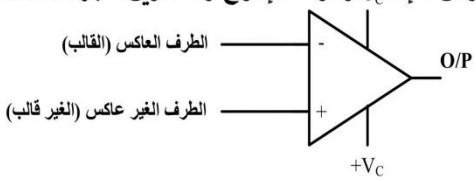
1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

مكبر العمليات Operational Amplifier (OPAMP)

وهو عبارة عن دائرة متكاملة تناظرية لها طرفان للإدخال وطرف للإخراج ومصدرين للجهد المستمر كما يوضح ذلك رمزه بالرسم:



(رمز مكبر العمليات)

خواص مكبر العمليات OPAMP Characteristics

- لهُ مقاومة إدخال عالية جداً (مثالياً مالا نهاية).
- لهُ مقاومة إخراج قليلة جداً (مثالياً صفر).
- لهُ عامل تكبير (كسب) فولتية عالي جداً (مثالياً مالا نهاية).
- لهُ عرض حزمة (B.W) واسع جداً (مثالياً مالا نهاية).

تطبيقات مكبر العمليات OPAMP Applications

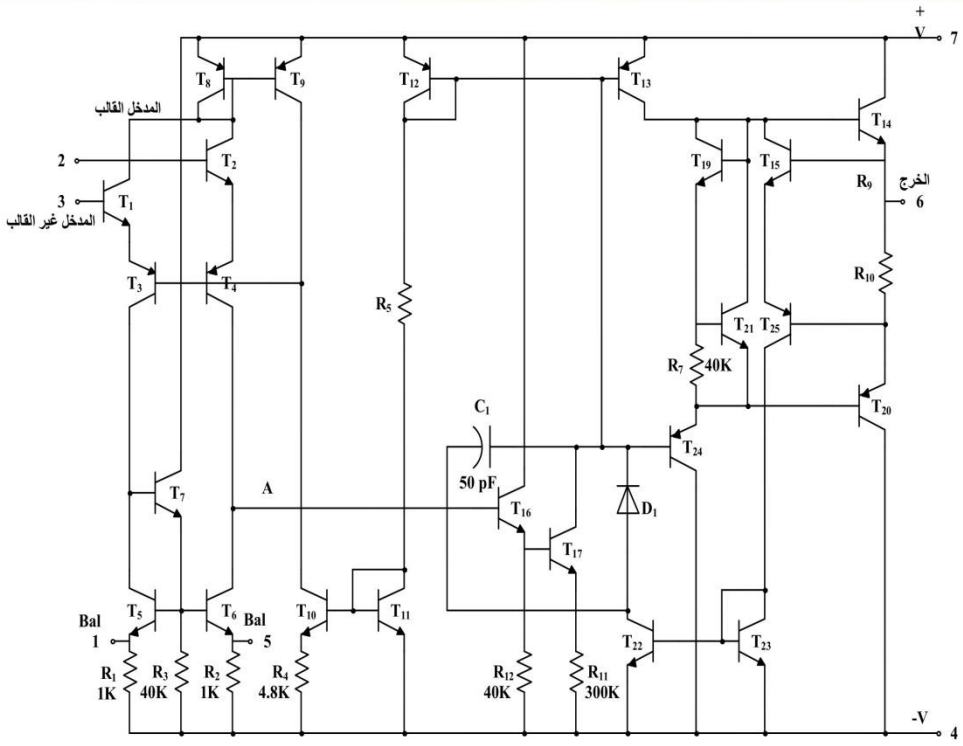
يمتاز مكبر العمليات باستخدامه في كثير من التطبيقات المختلفة في الدوائر الالكترونية مثل: المكبر العاكس، المكبر غير العاكس، تابع الفولتية، الجامع، الطارح، المكامل، المفاضل وغيرها. وسوف نتناول بعض هذه التطبيقات بشيء من التفصيل.

ملاحظة: تعتبر المتكاملة 741 مثالاً جيداً لمكبر العمليات، ويحتوي تركيبها الداخلي العديد من المكونات الالكترونية كما موضح في الشكل أدناه.

يجري التركيز في هذا الفصل على مكبر العمليات كقطعة واحدة وبإضافة مكونات خارجية مناسبة يمكن ان تؤدي وظيفة مذبذب لموجات جيبية أو غير جيبية. دوائر اكتساحية، مصادر للتيار والفولتية الثابتة بالإضافة إلى العمليات الحسابية الأربع المشار اليها اعلاه.

غير ان استعمال العمليات يعتمد على المكبر في كل الأحوال وحسب مقتضيات العمل.

(التركيب الداخلي لمكبر العمليات 741)

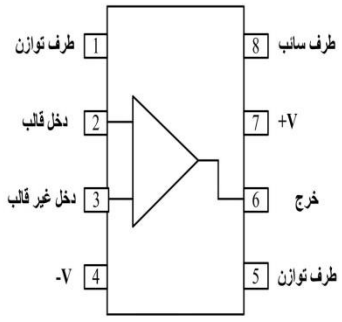


تركيب ومواصفات مكبر العمليات

مكبر العمليات ماهو إلا دائرة متكاملة خطية يكتب اختصار Op. Amp حيث يصنع المكبر بأكمله على شريحة (رقيقة) سليكونية واحدة وحسب الأسلوب المبين في الفصل الثامن – كما ان الدوائر الأساسية والأولية فيه هي المكبرات التفاضلية ذات الاقران المباشر وبنوعين من الترانزستورات (ثنائي القطبية وتأثير المجال). ويوضح الشكل التركيب الداخلي لمكبرالعمليات نوع 741 والأكثر شيوعاً في التطبيقات العملية.

الرمز التخطيطي

يمثل مكبر العمليات عادة بمثلث (كرأس السهم) والذي يشير إلى اتجاه سير البيانات (الدخل إلى الخرج). والشكل أدناه يبين مكبرعمليات ذو ثمانية أطراف (دبابيس) داخل عبوته البلاستيكية. وفيما يلي وصف موجز لوظيفة أطراف التوصيل.



رمز مكبر العمليات 741 داخل عبوة بلاستيكية

•**الطرفين (4, 7)**: يمثلان أطراف مجهز القدرة حيث يجهز المكبر بمصدرين منظمين للتيار المستمر مثل ±15V نسبة إلى الخط الأرضي. وهذه الفولتية تمكن المضخم لتكبير اشارة الدخل (dc و ac) فيما إذا كانت سالبة أو موجبة نسبة إلى المنسوب المرجعي ولكن لا تكون فولتيات التجهيز ذات مقادير حرجة على الرغم من المصنع يبين الفولتيات المستخدمة في لوائح الأداء. كما يوصي بإضافة متسعة قيمتها 0.1µf بين كل مصدر والأرضي لأمرار الترددات الراديوية.

•**الطرف (2)**: هو طرف دخل قالب للإشارة. فعند تسليط اشارة بين هذه الطرف والأرضي، فأنها تكبر وتقلب في دائرة الخرج. فإذا كانت اشارة الدخل متناوبة فإن القلب يشير إلى التبدل في زاوية الطور بمقدار 180°.
أو بمعنى آخر، تنعكس اشارة الخرج عن الدخل. ويعني ذلك تغير في العلامة أو الاتجاه. ولهذا السبب يشار إلى الطرف القالب بالعلامة (−).

•**الطرف (3)**: يسمى طرف الدخل غير القالب ويميز بالعلامة (+). والاشارة التي تسلط بين هذا الطرف والأرضي، تظهر في الخرج بنفس اشارة الدخل.

•**الطرف (6)**: هو خرج المكبر حيث تؤخذ اشارة الخرج بين هذا الطرف والارضي.

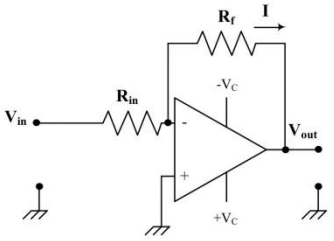
المكبر العاكس (القالب) Inverting Amplifier

يقوم المكبر العاكس بتكبير الاشارة مع قلب الاشارة لها فإن الجهد السالب سوف يخرج موجباً والجهد الموجب سيكون سالباً، أي هناك فرق طور 180° بين الإدخال والإخراج وتكون معادلة الإخراج V_{out} وعامل تكبير الفولتية في دائرة المكبر العاكس كما يلي:

تكبير الفولتية أو الكسب للفولتية

$$Av = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_{in}}$$

$$V_{out} = Av * V_{in} = -\frac{R_f}{R_{in}} V_{in}$$



(دائرة المكبر العاكس)

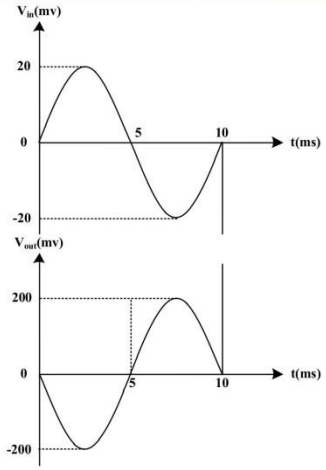
حيث ان:

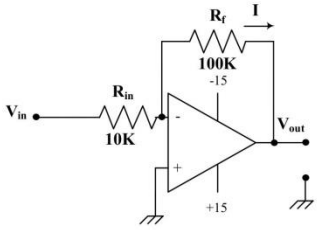
$$V_{out} = -I * R_f$$
$$V_{in} = I * R_{in}$$

ملاحظة: وإذا كانت $R_f = R_{in}$ فإن $Av = -1$ و $V_{out} = -V_{in}$ وعندما تسمى دائرة العاكس (بدون تكبير).

مثال: في دائرة المكبر العاكس إذا كانت $R_f = 100K$ و $R_{in} = 10K$ و $V_{cc} = +15V$. ارسم موجة الإخراج لموجة الإدخال المعطاة.

الحل: نرسم الدائرة ونثبت المعلومات عليها.





نحسب Av

$$Av = -\frac{R_f}{R_{in}} = -\frac{100K}{10K} = -10$$

$$V_{out1} = V_{in} * Av = 20*(-10) = -200mV$$

$$V_{out2} = V_{in} * Av = -20*(-10) = +200mV$$

الاسبوع الثالث عشر

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

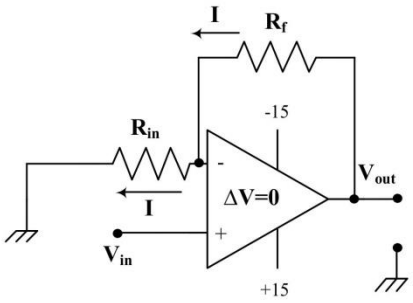
أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

المكبر الغير عاكس (الغير قالب) Non-Inverting Amplifier

في المكبر غير العاكس يكون التكبير بدون قالب الاشارة أي ان اشارة الإخراج تكون بنفس الطور مع اشارة الإدخال وتكون علاقة التكبير لهذه الدائرة كما يلي:

$$Av = 1 + \frac{R_f}{R_{in}}$$



(دائرة المكبر غير العاكس)

مثال: في دائرة المكبر غير العاكس إذا كانت R_f=50K و R_{in}=10K و Vcc=±15V. أوجد فولتية الإخراج إذا كانت V_{in}=−1.5V مرة و V_{in}=4V مرة أخرى.

الحل: نرسم الدائرة ونثبت المعلومات عليها.

$$Av = 1 + \frac{R_f}{R_{in}} = 1 + \frac{50K}{15K} = 6$$

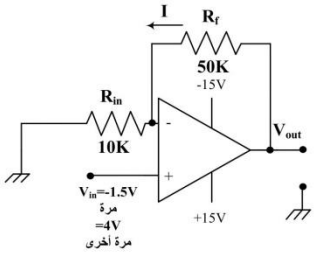
عندما V_{in}=−1.5V فإن الإخراج

$$V_{out} = V_{in} * Av = 6 * (-1.5) = -9V$$

وعندما V_{in}=4V فإن الإخراج

$$V_{out} = V_{in} * Av = 6 * 4 = 24V$$

وهذا عملياً غير ممكن
حيث ان: Vout ≤ Vcc أي أنها لا تتجاوز 15V في هذا المثال.



(دائرة المثال للمكبر الغير عاكس)

ملاحظة: إذا كانت R_f=0 و R_{in}=∞ في المكبر غير العاكس فإن الدائرة تسمى (تابع الفولتية) أو المصدر التناظري **Analog Buffer** ويكون Av=1 ويستخدم لتكبير التيار. $V_{out} = V_{in}$.

الاسبوع الرابع عشر

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

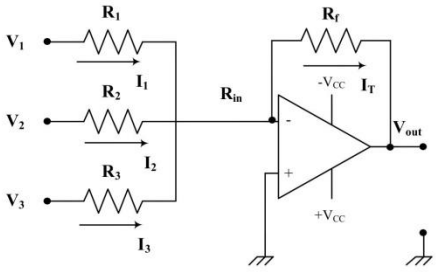
1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة: دائرة الجامع العاكس ومعادلة الإخراج

الجامع العاكس (القالب) Inverting Adder

ويسمى أيضاً المضيف أو الضائف، وتقوم هذه الدائرة بجمع عدد من إشارات مع عكسها (قلب اشارتها).
تستخدم دائرة الجامع العاكس في محول رقمي إلى تناظري (D/A) وكذلك في الحاسبة التناظرية، وفيما يلي رسم الدائرة مع العلاقات الرياضية لدائرة الجامع العاكس:

$$V_{ou}t = -\left(\frac{R_f}{R_1} * V_1 + \frac{R_f}{R_2} * V_2 + \frac{R_f}{R_3} * V_3\right) \ldots\ldots\ldots 1$$



(دائرة الجامع العاكس)

المعادلة العامة للجامع العاكس
وإذا كانت المقاومات متساوية أي أن $R_1 = R_2 =$
$R_3 = R_f$
فإن المعادلة (1) ستكون:

$$V_{out} = -(V_1 + V_2 + V_3) \ldots\ldots (2)$$

كيفية الحصول على المعادلة (1) هو كما يلي:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad , \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} \quad , \quad I_3 = \frac{V_3}{R_3}$$

$$V_{out} = -I_T * R_f = -(I_1 + I_2 + I_3) * R_f$$

$$= -\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right) * R_f = -\left(\frac{R_f}{R_1}.V_1 + \frac{R_f}{R_2}.V_2 + \frac{R_f}{R_3}.V_3\right)$$

مثال:
في دائرة الجامع العاكس إذا كانت R_f=60K، R_1=30K، R_2=20K، R_3=15K، V_1=2V، V_2=1V، V_3=0.5V و Vcc=±15V.
أوجد فولتية الإخراج في هذه الدائرة.

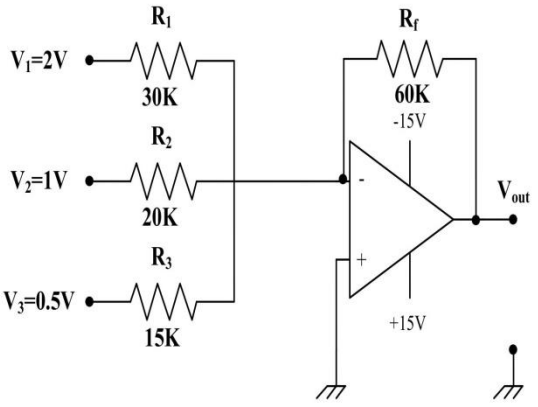
الحل: نرسم الدائرة ونثبت المعلومات عليها.

$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_1}.V_1 + \frac{R_f}{R_2}.V_2 + \frac{R_f}{R_3}.V_3\right)$$

$$= -\left(\frac{60}{30} * 2 + \frac{60}{20} * 1 + \frac{60}{15} * 0.5\right)$$

$$= -(4 + 3 + 2)$$

$$= -9V \quad \text{و.هـ.م}$$



(دائرة مثال الجامع العاكس)

الاسبوع الخامس عشر

الهدف التعليمي:

مدة المحاضرة: 2 ساعة نظري+2 ساعة عملي .

الأنشطة المستخدمة:

1. أنشطة تفاعلية صفية
2. أسئلة عصف ذهني
3. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
4. واجب بيتي
5. واجب الكتروني

أساليب التقويم:

1. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
2. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
3. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

الجامع غير العاكس (غير القالب) Non-Inverting Adder

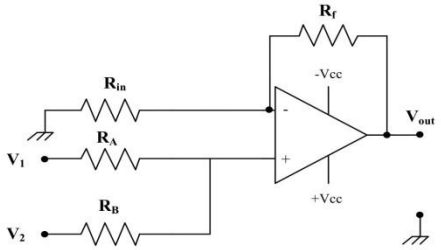
تقوم دائرة الجامع غير القالب بجمع عدد من الاشارات من دون عكسها، وتسمى أيضاً المضيف غير القالب أو الضائف غير القالب.

وفيما يلي رسم الدائرة مع العلاقات الرياضية لها:

$$V_{out}=\left(1+\frac{R_f}{R_{in}}\right)\left(\frac{(V_1*R_B+V_2*R_A}{R_A+R_B}\right) \quad \text{..... (1)}$$

$$V_{out}=\left(\frac{V_1+V_2}{2}\right)\left(1+\frac{R_f}{R_{in}}\right) \quad \text{..... (2)} \quad \text{اذا كانت RA=RB}$$

هذا الرقم يدل على عدد الإشارات



وإذا كانت Rf=Rin أيضاً فإن المعادلة (2) ستصبح: $V_{out}=V_1+V_2$

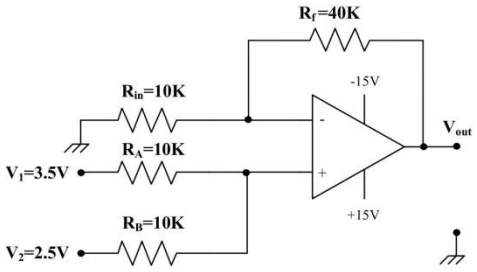
المعادلة (1) وهي المعادلة العامة تم الحصول عليها باستخدام نظرية التراكب (Superposition) المعروفة في الدوائر الكهربائية وكما يلي:

$$V_{out1}=\left(1+\frac{R_f}{R_{in}}\right)\left(\frac{(V_1*R_B}{R_A+R_B}\right) \qquad V_{out2}=\left(1+\frac{R_f}{R_{in}}\right)\left(\frac{(V_2*R_A}{R_A+R_B}\right)$$

وبإجراء عملية جمع Vout1 مع Vout2 نحصل على المعادلة (1).

مثال: في دائرة الجامع غير العاكس إذا كانت $R_A=R_B=10K$، $R_f=40K$، $R_{in}=10K$، V1=3.5V، V2=2.5، Vcc=15V. أوجد V_{out} لهذه الدائرة.

الحل: بداية نرسم الدائرة ث نقوم بتثبيت المعلومات عليها:



$$V_{out}=\left(\frac{V_1+V_2}{2}\right)\left(1+\frac{R_f}{R_{in}}\right)$$

$$=\left(\frac{3.5+2.5}{2}\right)\left(1+\frac{40}{10}\right)$$

$$=(3)*(5)$$

$$=15V \text{ و.هـ.م}$$

ملاحظة: أعد حل المثال السابق إذا كانت $R_f=R_{in}=10K$ أن علاقة الإخراج التي بإمكاننا استخدامها هي:

$$V_{out}=(V_1+V_2)=3.5+2.5=6V$$