المادة

دوائر الكترونية متقدمة

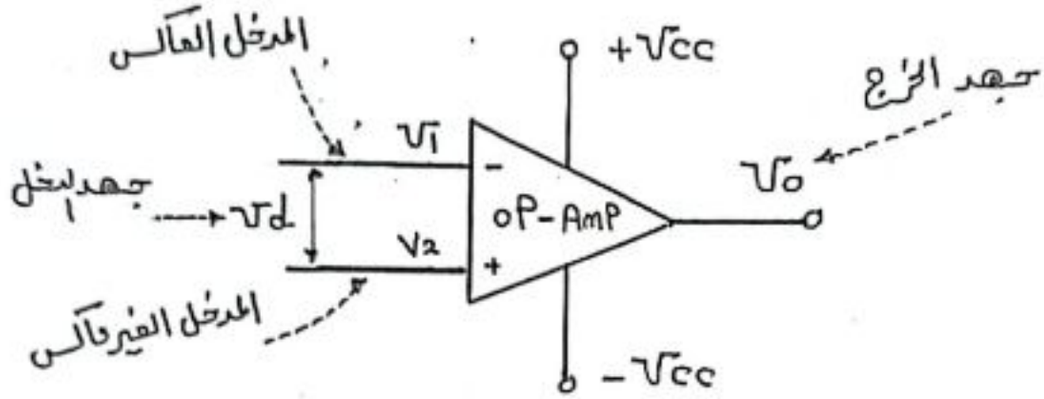
الباب الاول

مكبر العمليات (OP - AmP)

وتطبيقاته

الباب الأول « تطبيقات هامة على مكبر العمليات OP-AMP

تعريف مكبر العمليات « OP-AMP »



هو نوع خاص من المكبرات ذو كسب عالي له مدخلين احدهما يسمى المدخل العاكس (-) والآخر يسمى المدخل الغير عاكس (+) حيث يقوم بتكبير الفرق بين إشارات الدخل $V_d = V_1 - V_2$

ماهي خصائص مكبر العمليات OP-AMP المثالي ؟

١- كسب جهد الحلقة المفتوحة « AOL » لانهائي وسالب
٢- مقاومة الدخل « Rd » كبيرة بدرجة لانهائية وبذلك يكون تيار الدخل « Id » صغير جداً
٣- مقاومة الخرج « Ro » تساوي صفر

تعريفات هامة

١- كسب جهد الحلقة المفتوحة AOL

جهد الخرج عند التشبع

كسب جهد الحلقة المفتوحة

$$A_{OL} = \frac{V_{osat}}{V_d} = 10^6 : 10^7$$

هو النسبة بين جهد الخرج « Vo » وجهد الدخل « Vd » وتتراوح قيمته النموذجية ($10^6 : 10^7$)

ويقل جهد الخرج عند التشبع بمقدار (2Vcut) عن جهد المصدر المستمر Vcc

٢- نسبة كسب التوافق المشترك ACM

$$ACM = \frac{-V_o}{V_2} \qquad ACM = -0.01$$

هو النسبة بين جهد الخرج V_o وجهد دخل الطرف الغير عاكس وهي قيمة أقل بكثير من الواحد الصحيح والقيمة النموذجية $(ACM = -0.01)$

٣- نسبة رفض التوافق المشترك "CMRR"

$$CMRR = \frac{AoL}{ACM} = \frac{\text{كسب جهد الحلقة المفتوحة "AoL"}}{\text{نسبة كسب التوافق المشترك ACM}}$$

$$CMRR_{dB} = 20 \log \frac{AoL}{ACM}$$ بالديسبل

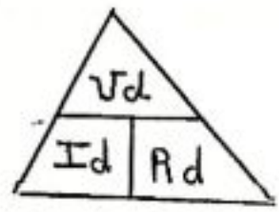
هو النسبة بين كسب جهد الحلقة المفتوحة "AoL" ونسبة كسب التوافق المشترك وتتراوح قيمة CMRR النموذجية من (40 : 80 dB) ديسبل

ملخص القوانين

$$I_d = \frac{V_d}{R_d}$$ تيار الدخل

جهد الدخل ← V_d

مقاومة الدخل ← R_d



$$AoL = \frac{V_{o\,sat}}{V_d}$$ كسب جهد الحلقة المفتوحة

$$CMRR = \frac{AoL}{ACM}$$ نسبة رفض التوافق المشترك

$$CMRR_{dB} = 20 \log \frac{AoL}{ACM}$$ نسبة رفض التوافق المشترك بالديسبل

ملحوظة: جهد خرج معظم العمليات عند التشبع يقل بمقدار 2 فولت عن جهد المصدر المستمر V_{cc} ويعمل خطياً في المدى

$$(V_{cc}-2) < V_o < (V_{cc}-2)$$

أمثلة محلولة على مكبر العمليات OP-AMP

EX(1) مكبر عمليات OP-AMP له جهد تشبع $V_{osat} = 10V$
وكسب جهد الحلقة المفتوحة مقدارة -10^5 ومقاومة
دخل مقدارها $100k\Omega$ أوجد مايلي
١- قيمة V_d التي تلزم لتوصيل المكبر إلى حالة التشبع
٢- تيار الدخل لمكبر العمليات عند بداية عمليات التشبع

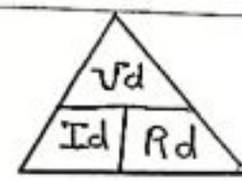
Solution

$V_{osat} = 10\ Volt$ $A_{OL} = -10^5$ $R_d = 100k\Omega$
$V_d = ??$ $I_d = ??$

$\because A_{OL} = \frac{\pm V_{osat}}{V_d}$

$\therefore V_d = \frac{\pm V_{osat}}{A_{OL}} = \frac{\pm 10\ Volt}{-10^5} = \boxed{0.1\ mV}$

$\because I_d = \frac{V_d}{R_d} = \frac{0.1 \times 10^{-3}}{100 \times 10^3} = \boxed{1 \times 10^{-9}\ AMP \quad 1\ nAMP}$



$A_{OL} = \frac{V_{osat}}{V_d}$

$CMRR = \frac{A_{OL}}{A_{CM}}$

$CMRR_{dB} = 20 Log \frac{A_{OL}}{A_{CM}}$

EX(2) مكبر عمليات له مقاومة دخل ($50k\Omega$) وكانت نسبة
رفض التوافق المشترك (10000) فإذا كان تيار الدخل عند
التشبع (5 nAMP) وكان كسب التوافق المشترك $A_{CM} = -0.5$
أحسب قيمة جهد الخرج عند التشبع $A_{CM} = -0.5$

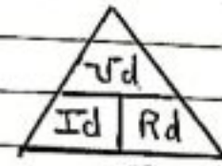
$R_d = 50k\Omega$ $CMRR = 10000$
$I_d = 5\ nAMP$ $A_{CM} = -0.5$ $V_{osat} = ??$

$\because V_{osat} = A_{OL} * V_d$

$\because A_{OL} = CMRR * A_{CM} = 10000 * (-0.5)$

$\because V_d = I_d * R_d = 5 \times 10^{-9} * 50 \times 10^3 = \text{---}$

$\therefore V_{osat} = A_{OL} * V_d = \text{---} * \text{---}$



$A_{OL} = \frac{V_{osat}}{V_d}$

$CMRR = \frac{A_{OL}}{A_{CM}}$

$CMRR_{dB} = 20 Log \frac{A_{OL}}{A_{CM}}$

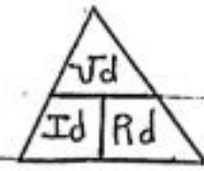
EX(3) مكبر عمليات « OP-AMP » له مقاومة دخل 500KΩ وكان جهد الخرج عند التشبع (5 Volt) فإذا كان كسب التوافق المشترك $A_{CM} = -0.02$ وكان جهد الدخل على طرفي المكبر يساوي (25 mV) أحسب نسبة رفض التوافق المشترك بالديسيبل وتيار الدخل عند التشبع

Solution

$R_d = 500k\Omega$ $\quad V_{osat} = 5$ Volt

$A_{CM} = -0.02$ $\quad V_d = 25mV$

$CMRR_{dB} = ??$ $\quad I_d = ??$



$$A_{OL} = \frac{V_{osat}}{V_d}$$

$$CMRR = \frac{A_{OL}}{A_{CM}}$$

$$CMRR_{dB} = 20\log\frac{A_{OL}}{A_{CM}}$$

$$\therefore A_{OL} = \frac{V_{osat}}{V_d} = \frac{5}{25\times10^{-3}} = 200$$

$$CMRR_{dB} = 20\log\frac{A_{OL}}{A_{CM}}$$

$$CMRR_{dB} = 20\log\left(\frac{200}{-0.02}\right) = (80dB)$$

$$I_d = \frac{V_d}{R_d} = \frac{25\times10^{-3}}{500\times10^{3}} = (\qquad)\ AmP$$

التطبيقات المختلفة لمكبر العمليات « OP-AMP »

١- مكبر العاكس ٢- المكبر الغير عاكس

٣- دائرة مكبر المكامل ٤- دائرة مكبر المفاضل

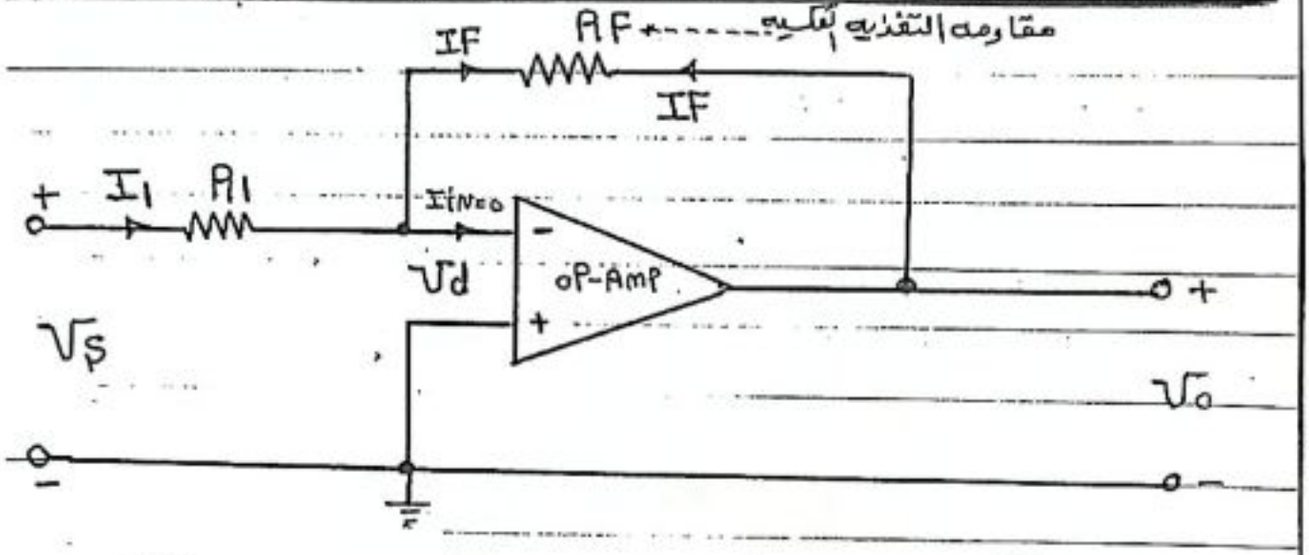
٥- المكبر التفاضلي (الطارح) ٥- دائرة مكبر الجامع

٧- دائرة مقارنة الجهد ٨- دائرة مكبر القياس

٩- المكبر اللوغاريتمي ١٠- المكبر اللوغاريتمي العكسي

وفيما يلي شرح هذه التطبيقات

١- ارسم دائرة المكبر العاكس واستنتج كسب الجهد « Av »



من خصائص مكبر العمليات المثالي ... $I_{IN}=0$ ... $V_d=0$

$$I_1 = I_F$$

$$\because I_1 = \frac{V_s - \cancel{V_d}^{\,0}}{R_1} \qquad \because I_F = \frac{\cancel{V_d}^{\,0} - V_o}{R_F}$$

$$\therefore I_1 = \frac{V_s}{R_1} \qquad \therefore I_F = \frac{-V_o}{R_F}$$

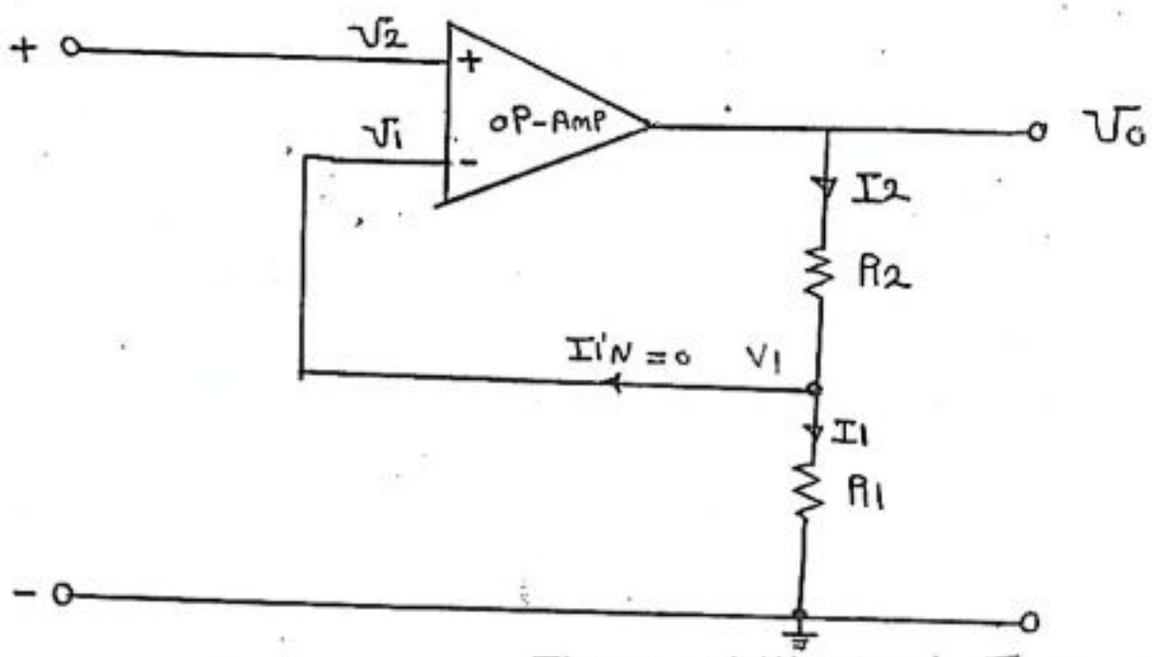
$$\boxed{\therefore V_s = I_1 * R_1} \qquad \boxed{\therefore V_o = -I_F * R_F}$$

كسب الجهد

$$\because A_V = \frac{V_o}{V_s} = \frac{-\cancel{I_F} * R_F}{\cancel{I_1} * R_1} = \boxed{-\frac{R_F}{R_1}}$$

$$\therefore A_V = \boxed{-\frac{R_F}{R_1}}$$ هـ.ط.ث

٢- إرسم دائرة المكبر الغير عاكس واستنتج كسب الجهد " AV "



من خصائص مكبر العمليات المثالي $I'_N = 0$

$$\therefore I_1 = I_2$$

$$\frac{V_1 - 0}{R_1} = \frac{V_o - V_1}{R_2}$$

$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_o - V_1}{R_2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{V_o - V_1}{V_1}$$

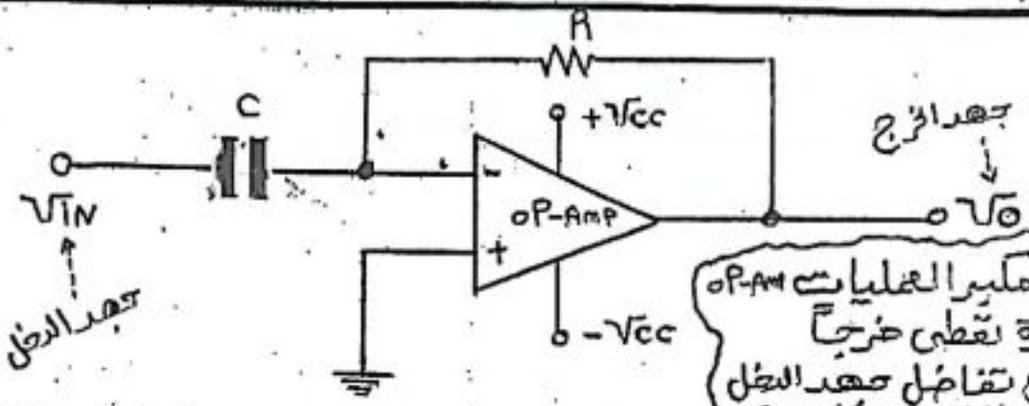
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{V_o}{V_1} - \frac{V_1}{V_1}$$

$$A_V = \frac{V_o}{V_1}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = A_V - 1$$

$$\boxed{\therefore A_V = 1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

٣- إرسم دائرة المكبر المفاضل - مع كتابة معادلة جهد الخرج ؟

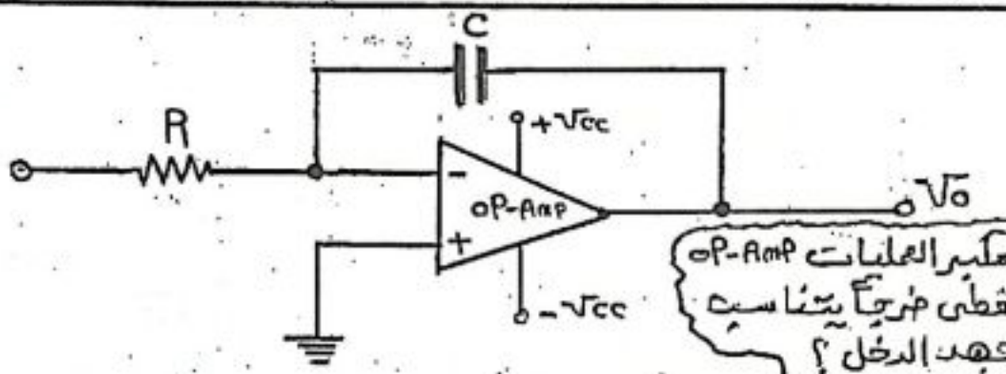


بأستخدام مكبر العمليات OP-AMP
ارسم دائرة تعطى خرجاً
يتناسب مع تفاضل جهد الدخل
بالنسبه للزمن ؟

$$V_o \text{ جهد الخرج} = -R \cdot C \frac{dV_{IN}}{dt} \longrightarrow (Volt)$$

وهنا نلاحظ أن جهد الخرج V_o يتناسب مع تفاضل جهد الدخل بالنسبه للزمن

٤- ارسم دائرة المكبر المكامل - مع كتابة معادلة جهد الخرج ؟

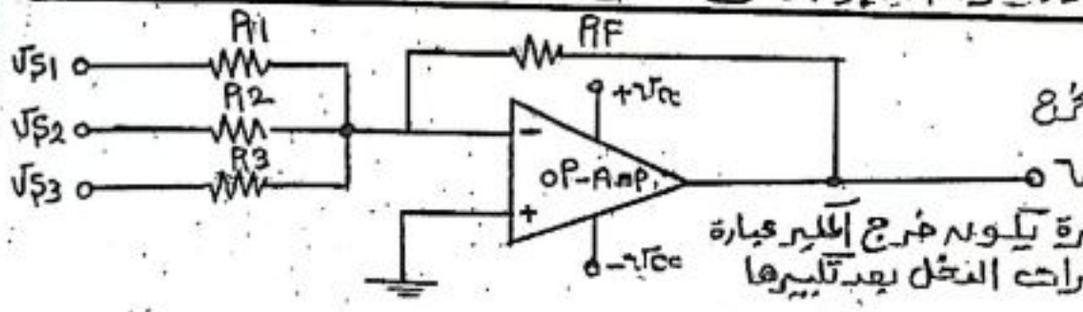


بأستخدام مكبر العمليات OP-AMP
ارسم دائرة تعطى خرجاً يتناسب
مع تكامل جهد الدخل ؟

$$V_o \text{ جهد الخرج} = \frac{-1}{R \cdot C} \int_0^t V_{IN} \cdot dt \longrightarrow (Volt)$$

وهنا نلاحظ أن جهد الخرج V_o يتناسب مع تكامل جهد الدخل بالنسبه للزمن

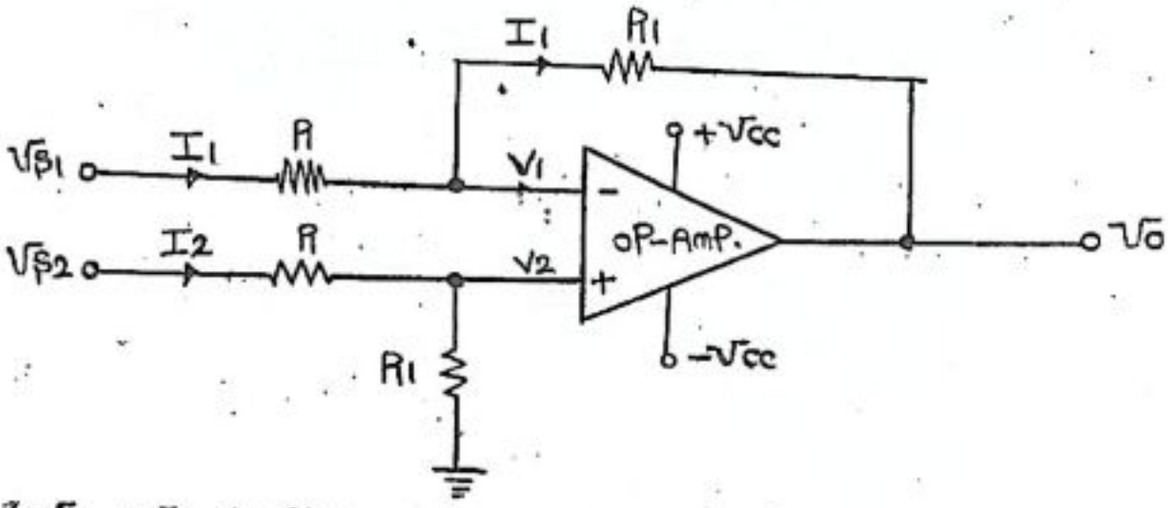
٥- إرسم دائرة المكبر الجامع - مع كتابة معادلة جهد الخرج ؟



في هذه الدائرة يكون خرج المكبر عبارة
عن مجموع إشارات الدخل بعد تكبيرها

$$V_o \text{ جهد الخرج} = -R_F \left[\frac{V_{S1}}{R_1} + \frac{V_{S2}}{R_2} + \frac{V_{S3}}{R_3} \right] \longrightarrow Volt$$

٦- إرسم دائرة المكبر التفاضلي « الطارح » - واستنتج معادلة بعد الخرج ؟



تستخدم هذه الدائرة في تكبير الفرق بين إشارات الدخل ($V_{S2} - V_{S1}$)
وبذلك تقوم بإزالة أي أجزاء متطابقة (مثل الضوضاء) (عليه وقف التوافق المشترك)

من خصائص مكبر العمليات المثالي $V_d = V_1 - V_2 = 0 \Rightarrow V_1 = V_2$

$$\because I_1 = \frac{V_{S1} - V_1}{R} \qquad \because I_1 = \frac{V_{S1} - V_o}{R + R_1}$$

$$\therefore I_1 \cdot R = V_{S1} - V_1$$

$$\therefore V_1 = V_{S1} - I_1 \cdot R$$

$$\therefore V_1 = V_{S1} - \left(\frac{V_{S1} - V_o}{R + R_1}\right) \cdot R \longrightarrow (1)$$

$$\because I_2 = \frac{V_{S2} - V_2}{R} \qquad \because I_2 = \frac{V_{S2} - 0}{R + R_1} = \frac{V_{S2}}{R + R_1}$$

$$I_2 \cdot R = V_{S2} - V_2$$

$$V_2 = V_{S2} - I_2 \cdot R$$

$$\therefore V_2 = V_{S2} - \left(\frac{V_{S2}}{R + R_1}\right) \cdot R \longrightarrow (2)$$

$$\Rightarrow \because V_1 = V_2$$

$$V_{S1} - \left(\frac{V_{S1} - V_o}{R + R_1}\right) \cdot R = V_{S2} - \left(\frac{V_{S2}}{R + R_1}\right) \cdot R$$

$$V_{S1} - \left(\frac{V_{S1} \cdot R - V_o \cdot R}{R + R_1}\right) = V_{S2} - \frac{V_{S2} \cdot R}{R + R_1}$$

بتوحيد المقام

$$\frac{V_{S1}(R + R_1) - (V_{S1} \cdot R - V_o \cdot R)}{\cancel{(R + R_1)}} = \frac{V_{S2}(R + R_1) - V_{S2} \cdot R}{\cancel{(R + R_1)}}$$

$$\cancel{V_{S1} \cdot R} + V_{S1} \cdot R_1 - \cancel{V_{S1} \cdot R} + V_o \cdot R = \cancel{V_{S2} \cdot R} + V_{S2} \cdot R_1 - \cancel{V_{S2} \cdot R}$$

$$V_{S1} \cdot R_1 + V_o \cdot R = V_{S2} \cdot R_1$$

$$\therefore V_o \cdot R = V_{S2} \cdot R_1 - V_{S1} \cdot R_1$$

$$\therefore V_o \cdot R = R_1 (V_{S2} - V_{S1})$$

$$\therefore V_o = \frac{R_1 (V_{S2} - V_{S1})}{R}$$

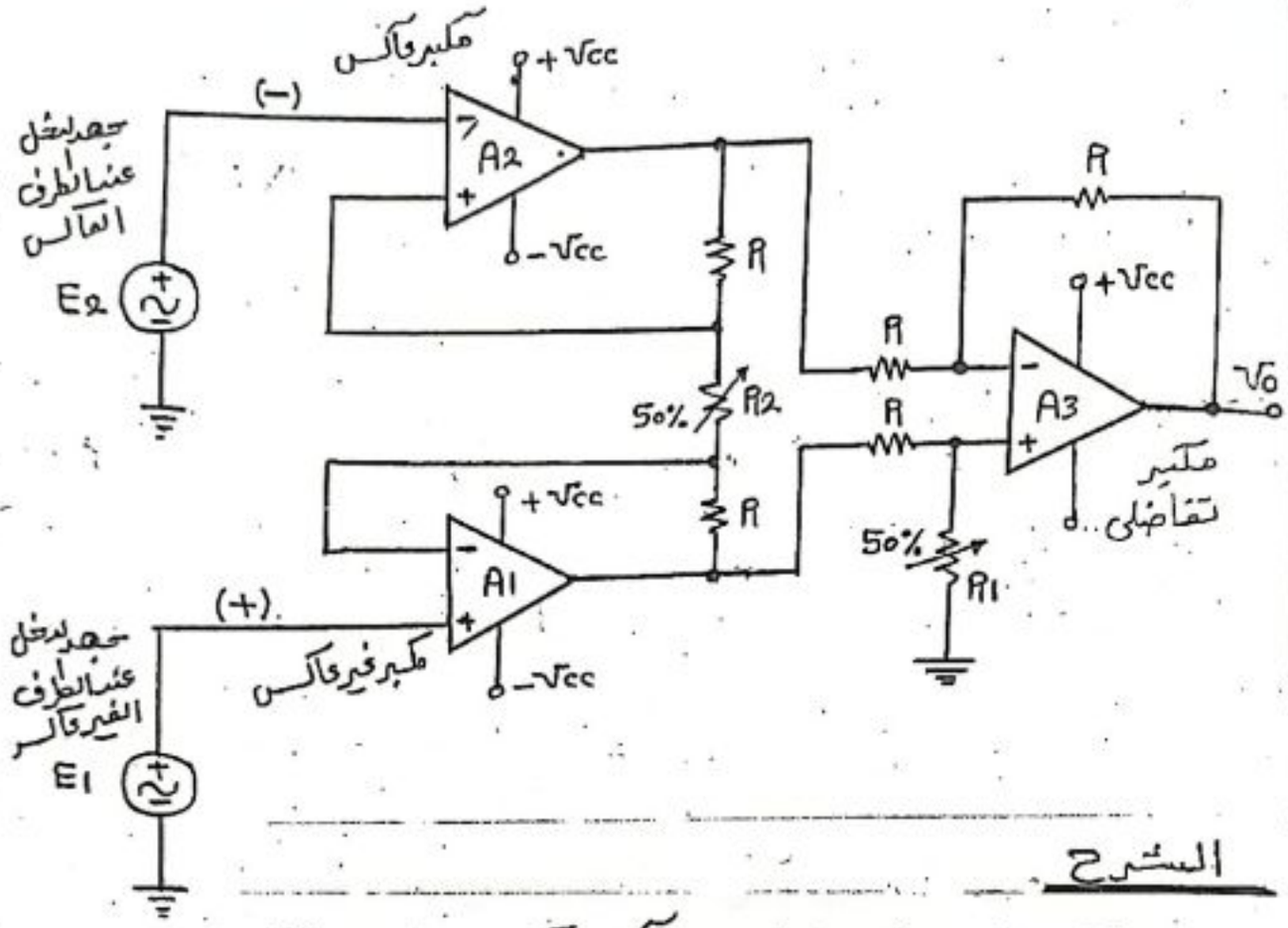
$$\therefore V_o = \frac{R_1}{R} (V_{S2} - V_{S1}) \qquad \because m = \frac{R_1}{R}$$ الكسب

جهد الخرج

$$\therefore V_o = m (V_{S2} - V_{S1})$$

وهذا يعني أن جهد الخرج يتناسب تناسباً طردياً مع الفرق بين جهدي الدخل

٧- مكبر القياس « ويطلق عليه مكبر القياس التفاضلي ».



الشرح

١- يعتبر مكبر القياس التفاضلي من أكثر المكبرات إستخداماً ودقة حيث يتكون مكبر القياس من ثلاث مكبرات (A1 و A2 و A3) وسبع مقاومات

٢- المكبر A3 والمقاومات الأربعة الملحقة به عبارة عن مكبر تفاضلي ذو كسب $m = 1$ والمقاومة R_1 لحذف أي جهد ذو توافق مشترك والمقاومة R_2 تستخدم في تحديد الكسب

٣- يطبق الجهد E_1 على المدخل الموجب (+) للمكبر A1 ويطبق الجهد E_2 على المدخل السالب (-) للمكبر A2 فيكون جهد الخرج V_o يتناسب مع الفرق بين جهدي الدخل حيث أن

$$\text{الكسب}\ q = \frac{R_2}{R}$$

$$\text{كسب الجهد}\ A_V = \frac{V_o}{E_1 - E_2} = 1 + \frac{2}{q}$$

E_1 ← جهد الدخل عند الطرف الغير عاكس

E_2 ← جهد الدخل عند الطرف العاكس

ماهى خصائص مكبر القياس :-

١- يتحدد كسب المكبر التفاضلى بمقاومة واحدة فقط.
٢- مقاومة المداخلين عاليه جداً ولا تتغير بتغير الكسب
٣- يعتمد جهد الخرج V_o على الفرق بين جهدى الدخل ولا يعتمد على جهد التوافق المشترك

* أمثلة محلولة *

EX(1) أحسب كسب مكبر القياس اذا علمت $A_2 = 50\,\Omega$ $A_1 = 25\,\mu\Omega$

Solution

$$\therefore A_V = \frac{V_o}{E_1 - E_2} = 1 + \frac{2}{a}$$

$$\because a = \frac{A_2}{A_1} = \frac{50}{25 \times 10^3} = \frac{1}{500}$$

$$\therefore A_V = 1 + \frac{2}{a} = 1 + \frac{2}{\frac{1}{500}} = 1 + 1000 = 1001 \ \#$$

EX(2) :- فى مكبر عمليات القياس إذا كان كسب المكبر يساوى (1000) وكان جهد الدخل عند الطرف الغير عاكس (5.001 volt) وكان جهد الدخل عند الطرف العاكس (5 volt) أوجد جهد خرج المكبر

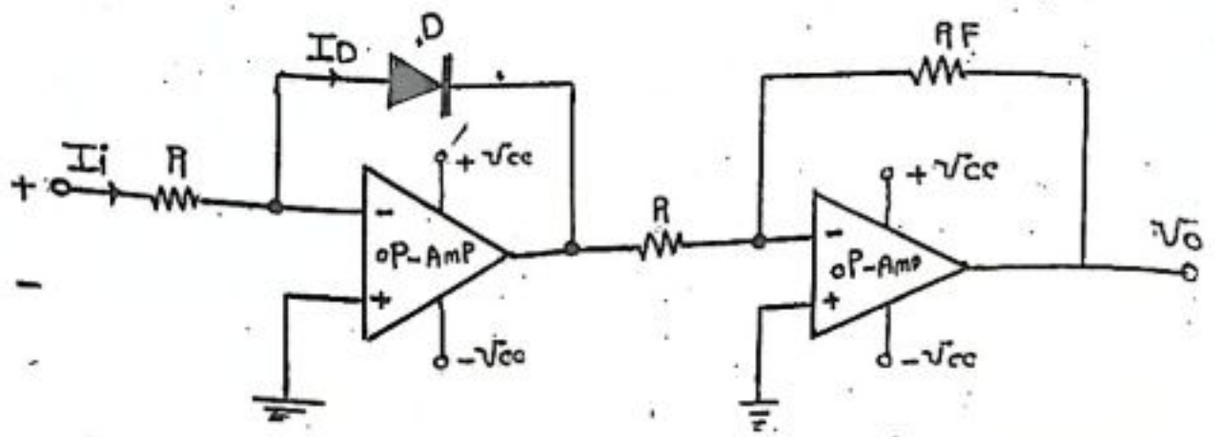
Solution

$A_V = 1000$ $E_1 = 5.001$ volt $E_2 = 5$ volt $V_o = ??$

$$\therefore \cancel{\frac{A_V}{1} = \frac{V_o}{E_1 - E_2}} = 1 + \frac{2}{a}$$

$$\therefore V_o = A_V(E_1 - E_2) = 1000(5.001 - 5) = (1) \text{ volt}$$

٨- إرسم دائرة المكبر اللوغاريتمي - ثم إستنتج معادلة جهد الخرج ؟



$\because \because I_i = I_D = \frac{V_i}{R}$ ---------→ تيار الدخل

$\because I_d = I_o e^{-V_o/V_T}$ ---------→ تيار الموحد

$\frac{V_i}{R} = \frac{I_o e^{-V_o/V_T}}{1}$ بضرب طرفين × وسطين

$V_i = R \cdot I_o e^{-V_o/V_T}$

بأخذ ln للطرفين (بأخذ اللوغاريتم للطرفين)

$\ln V_i = \ln R \cdot I_o \left(-\frac{V_o}{V_T}\right)$ ∵ $R I_o \simeq 1$

ودا لعدم طريقة التحكم قيمة R

$\therefore \ln V_i = \frac{-V_o}{V_T}$

حيث أن I_o هو تيار

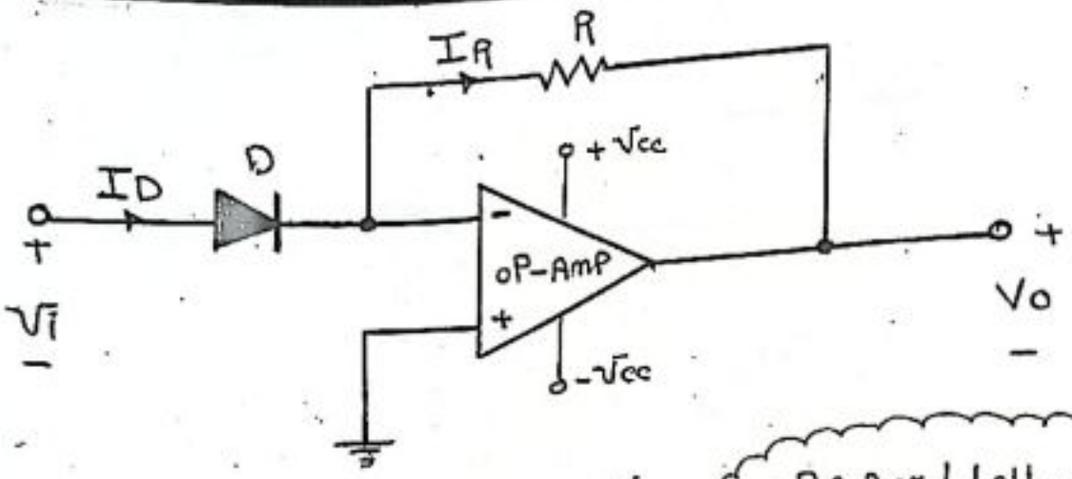
جهد الخرج $\boxed{\therefore V_o = -V_T \ln V_i}$ → Volt

$V_T = \frac{kT}{q}$

q ← شحنة الالكترون

k ← ثابت

٩- إرسم دائرة المكبر اللوغاريتمي العكسي - واستنتج معادلة الكسب



بأستخدام مكبر العمليات OP-AMP
ارسم دائرة تعطي خرجاً يتناسب
مع اللوغاريتم العكسي لجهد الدخل ؟

$$\because I_R = I_D = I_o e^{\frac{V_i}{V_T}}$$

$$\because V_o = -I_R \cdot R$$

$$\therefore V_o = -R * I_o e^{\frac{V_i}{V_T}}$$

بأخذ اللوغاريتم للطرفين

$$\ln V_o = -R * I_o \frac{V_i}{V_T}$$

بضرب الطرفين X $\ln^{-1}$

$$\cancel{\ln^{-1}} \cancel{\ln} V_o = -R \cdot I_o \ln^{-1} \frac{V_i}{V_T}$$

جهد الخرج $\boxed{\therefore V_o = -R * I_o \ln^{-1}\left(\frac{V_i}{V_T}\right)}$ ⟶ Volt

وهذا يعني أن جهد الخرج V_o يتناسب مع اللوغاريتم العكسي لجهد الدخل

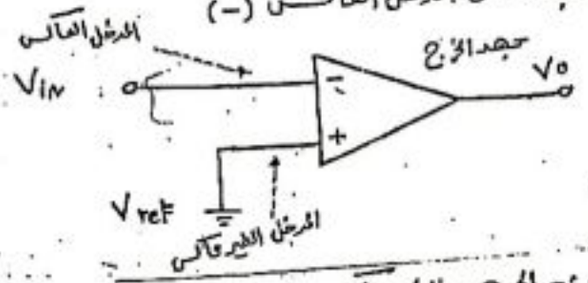
١٠- إشرح مع الرسم دائرة المكبر المقارن (دائرة مقارنة الجهد)

هناك نوعان من دائرة مقارنة الجهد هما

هي دائرة نستطيع من خلالها الحصول على موجة مربعة عندما يكون الدخل عبارة عن موجة جيبية

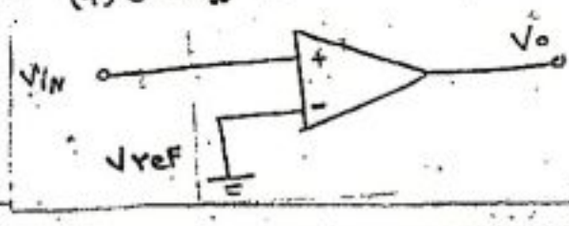
١- دائرة مقارنة الجهد العاكس :-

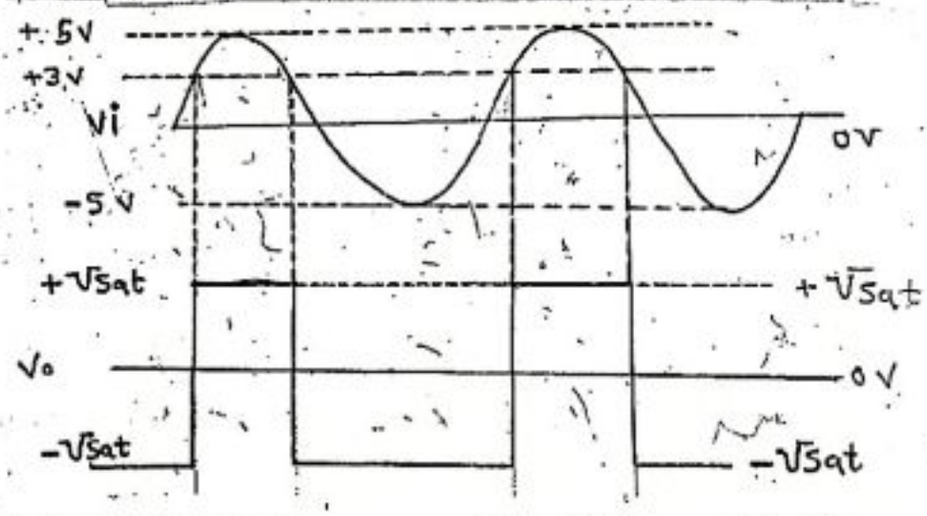
وفيه تدخل إشارة الجهد على المدخل العاكس (-)



٢- دائرة مقارنة الجهد الغير عاكس :-

وفيه تدخل إشارة الجهد على المدخل الغير عاكس (+)





١- عند قيام المقارن بمقارنة إشارة جهد مع (0V) (جهد الأرض) فيكون خرج المقارن عند عبور جهد الدخل القيمة (0) ولذلك يسمى بكاشف عبور الصفر

٢- فعندما يقوم مقارن غير عاكس بمقارنة موجة جيبية جهد الأقصى 5V بجهد مستمر قيمته +3V فيكون خرج المقارن يساوي (Vsat) وعندما يكون جهد الدخل أصغر من (+3V) فيكون خرج المقارن (-Vsat)

٣- وعندما يكون جهد مصدر القدرة (±15Volt) فيكون خرج المقارن Vsat يساوي (±13Volt).

أسئلة على الباب الأول

١- لمكبر العمليات OP amp له جهد تشبع $V_{sat} = 10\ V$ وكسب جهد الحلقة المفتوحة مقداره 10^4 – ومقاومة دخل مقدارها $200k\Omega$ أوجد.

١- قيمة V_{in} التي تكفي لمجرد توصيل المكبر إلى حالة التشبع.

٢- تيار الدخل لمكبر عمليات عند بداية عملية التشبع.

٢- ارسم المكبر العاكس واستنتج كسب الجهد Av

٣- ارسم المكبر غير العاكس واستنتج كسب الجهد Av

٤- إرسم دوائر المكبر المكامل والمكبر المفاضل مع كتابة معادلة جهد الخرج Vo

٥- اشرح مع الرسم دائرة مقارن الجهد ؟

٦- اشرح مع الرسم دائرة المكبر التفاضلي (الطارح) ؟

٧- ارسم دائرة مكبر القياس ثم أكتب معادلة الكسب؟

٨- أذكر خصائص مكبر القياس ؟

٩- احسب كسب مكبر القياس علما بأن:-

$R = 25\ k\Omega$ $R_2 = 50\ \Omega$

١٠- ارسم دائرة المكبر اللوغاريتمي ثم أكتب معادلة الكسب؟

١١- ارسم دائرة مكبر اللوغاريتمي العكسي ثم أكتب معادلة الكسب؟

١٢. مكبر عمليات له مقاومة دخل ($50k\Omega$) وكانت نسبة رفض التوافق المشترك (10000) فإذا كان تيار الدخل للمكبر عند التشبع (5Na) وكان كسب التوافق المشترك ($Acm = -0.5$) أوجد قيمة جهد الخرج عند التشبع

١٣. مكبر عمليات له مقاومة دخل ($500K\Omega$) وكان جهد الخرج عند التشبع (5V) فإذا كان كسب التوافق المشترك ($Acm = -0.02$) وكان جهد الدخل على طرفي المكبر (25mV) أوجد نسبة رفض التوافق المشترك بالديسبل وتيار الدخل عند التشبع .

١٤. مكبر عمليات يعطى جهد خرج عند التشبع (8V) وله مقاومة دخل ($0.5M\Omega$) فإذا كان تيار الدخل عند التشبع (16nA) وكان كسب التوافق المشترك ($Acm = -0.01$). أوجد نسبة رفض التوافق المشترك بالديسبل

١٥. في مكبر عمليات القياس إذا كان كسب المكبر (1000) وكان جهد الدخل عند الطرف الغير عاكس (5.001V) وجهد الدخل عند الطرف العاكس (5V) . أوجد جهد الخرج .

١٦. إرسم دائرة مكبر عمليات القياس التفاضلي ثم أكتب معادلة الكسب عند حذف المقاومة R2 .

١٧. بإستخدام مكبر العمليات . إرسم دائرة تعطي خرج يتناسب مع اللوغاريتم العكسي للدخل .

١٨. بإستخدام مكبر العمليات . إرسم دائرة للحصول على موجة مربعة في الخرج بينما الدخل موجة جيبية

المادة

دوائر الكترونية متقدمة

الباب : الثانى

المرشحات الفعالة

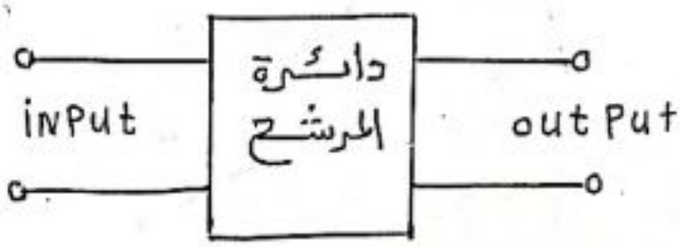
(Active filiter)

الباب الثامن « المرشحات الفعالة » دوائر الكترونية »

١- عرف المرشح - مع ذكر وظيفته ؟

تعريف المرشح :-

هو عبارة عن دائرة الكترونية رباعية الأطراف طرفان للدخل وطرفان للخرج وتقوم بإمرار نطاق معين من الترددات ومنع مرور باقي الترددات .



وظائف المرشحات :-

١- تقوم بإمرار نطاق معين من الترددات يسمى نطاق الامرار (Pass Band) ويكون الخرج فيه أكبر ما يمكن

٢- تقوم بمنع نطاق آخر من الترددات يسمى نطاق المنع (STOP Band) ويكون الخرج فيه أقل ما يمكن

٣- منع مرور التشويه والشوشرة في بعض دوائر الإتصالات

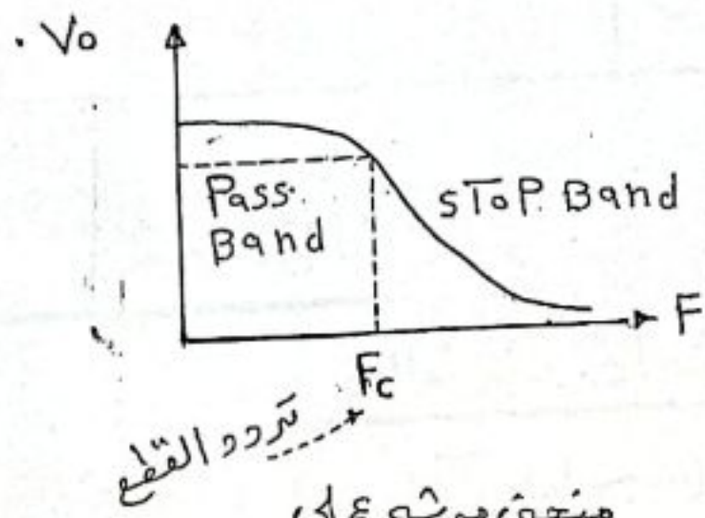
عرف المرشح المثالي :-

هو مرشح يتكون من عناصر حثيه وسعويه نقيه ويكون الكسب في نطاق الامرار مالانهايه والكسب في نطاق المنع يساوي صفر

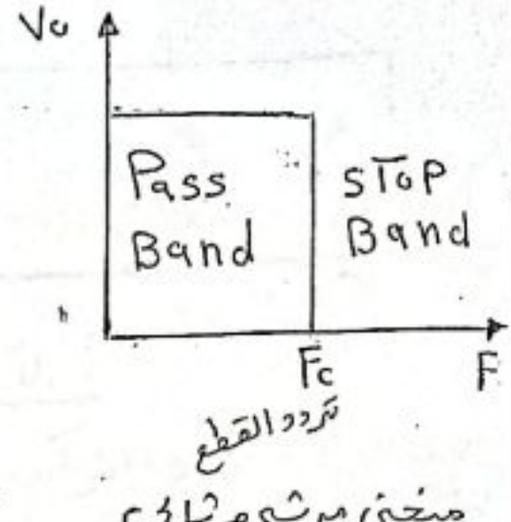
الكسب Av $\xrightarrow{\text{Pass Band}}$ = ∞

الكسب Av $\xrightarrow{\text{STOP Band}}$ = zero

عرف تردد القطع للمرشح - موضحاً كيفية تعيينه من منحنى خواص المرشح



منحنى مرشح عملى



منحنى مرشح مثالى

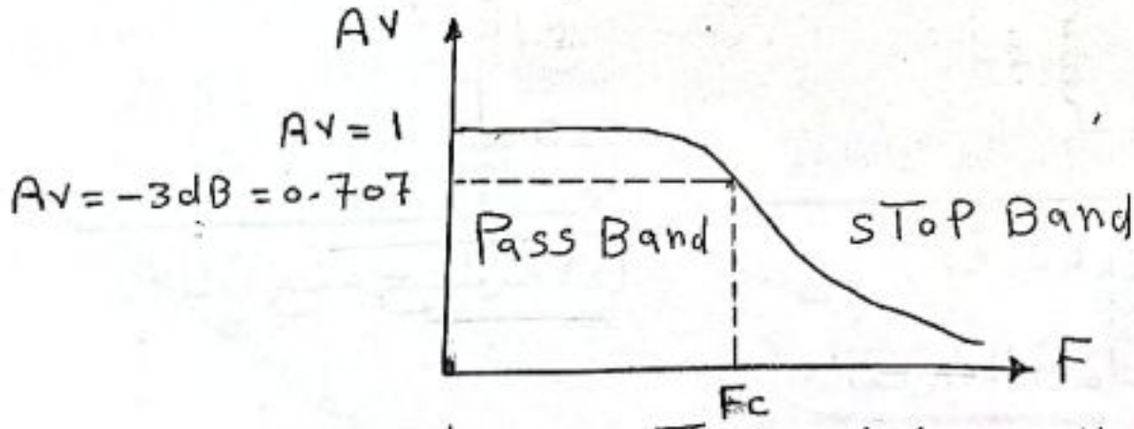
تردد القطع (F_c) :-

هو التردد الذى يفصل بين نطاق الإمرار (Pass Band)
ونطاق المنع (STOP Band)

حيث أن

تردد القطع $F_c = \dfrac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$ ------> HZ

$$\omega c = \frac{1}{R \cdot C} \text{ ------> rad/sec}$$



وهو التردد الذى ينخفض عنده الكسب بمقدار -3dB من القيمه العظمى وفى هذه الحاله تكون قدرة الخرج Po نصف قدرة الدخل Pi

$$P_o = \frac{1}{2} P_i$$

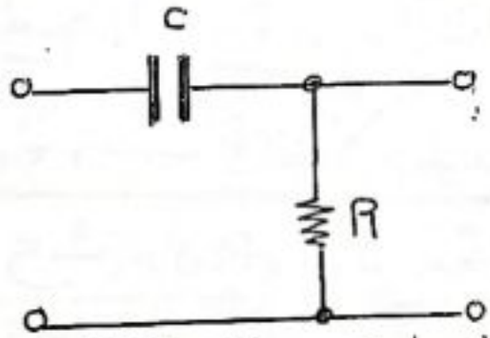
ماهى أنواع المرشحات على حسب العناصر المكونه للدائرة

أولاً :- المرشحات الغير فعالة

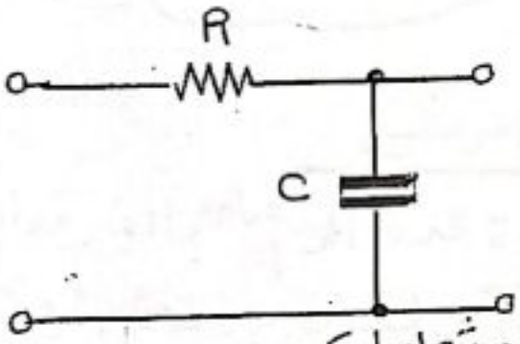
ثانياً :- المرشحات الفعالة

أولاً :- المرشحات الغير فعالة

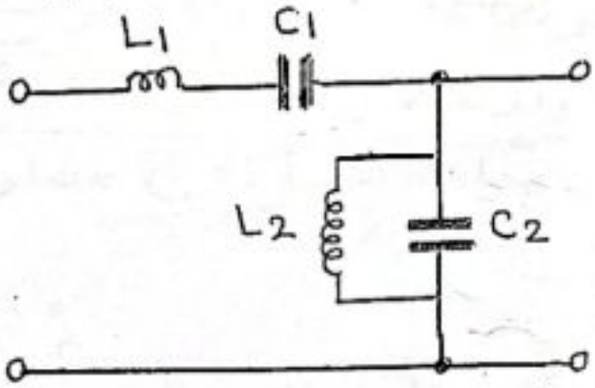
هى عبارة عن دوائر الكترونيه (مرشحات) تتكون من عناصر غير فعاله مثل المقاومات - الملفات - المكثفات ونظراً لكبر حجم الملفات وغلو ثمنها فيتم إستبدالها بالمقاومات .



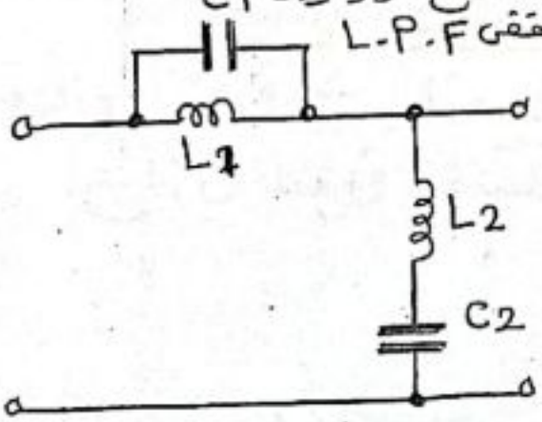
(أ) مرشح إمرار تردد عالى H.P.F



(ب) مرشح امرار تردد منخفض L.P.F



(ج) مرشح إمرار نطاق



(د) مرشح منع نطاق

عيوب المرشحات الغير فعالة

③

الفقد فى هذا النوع من المرشحات يكون كبير وبالتالى تكون إشارة الخرج صغيره ولذلك تم إستخدام المرشحات الفعاله لتغير مستوى إشارة الخرج إلى المستوى المطلوب

ثانياً:- المرشحات الفعالة

هى مرشحات تتكون من عناصر غير فعالة (مقاومات وملتفات) وعناصر فعالة مثل مكبر العمليات " OP-AMP " حيث يقوم مكبر العمليات بتكبير إشارة الخرج إلى المستوى المطلوب وزيادة كسب الجهد .

ماهى مميزات المرشحات الفعالة :-

١- سهولة تغيير تردد القطع " F_c " بأستخدام مقاومة متغيرة
٢- بأستخدام مكبر العمليات يتم تكبير إشارة الخرج إلى المستوى المطلوب وزيادة كسب الجهد
٣- حذف الملفات من الدائرة وبالتالى لا يوجد فقد
٤- تأثيرات تحميل صغيرة

وضح كيف يمكن تحسين خواص المرشح

← يمكن تحسين خواص المرشح بزيادة عدد العناصر الغير فعالة وهى الملتفات فقط وهذا العدد يحدد درجة المرشح وكلما زادت درجة المرشح تحسنت خواصه

* وبذلك يكون خرج المرشح عالى وثابت فى نطاق الامرار ويكون هذا الخرج مساوياً للصفر فى نطاق المنع

(٦)

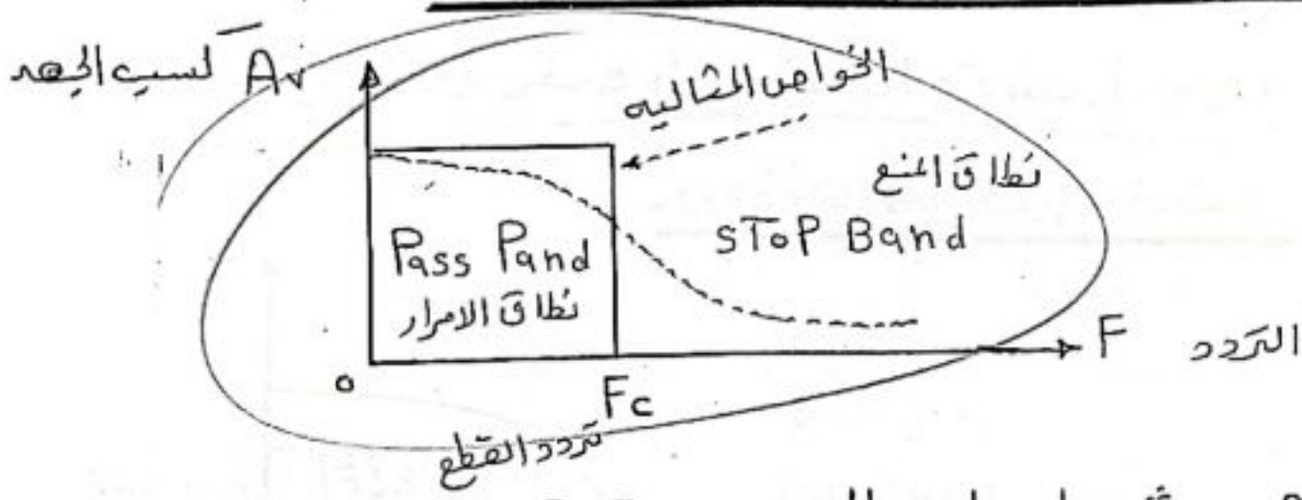
درجة المرشح :-

هى عدد العناصر الغير فعالة الموجودة بدائرة المرشح حيث تزداد درجة المرشح بزيادة عدد الملتفات وكلما زادت درجة المرشح تحسنت خواصه .

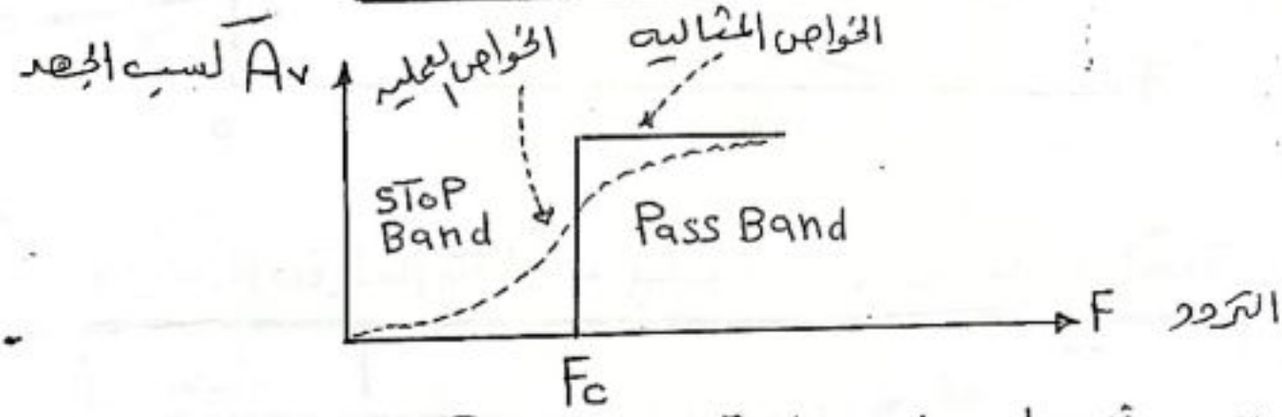
عرف درجة المرشح ثم اذكر كيف يمكن تحسين خواص المرشح

اذكر أنواع المرشحات على حسب نطاق التردد - ثم ارسم الخواص المثاليه والخواص العمليه لكل مرشح

١- مرشح إمرار منخفض L.P.F

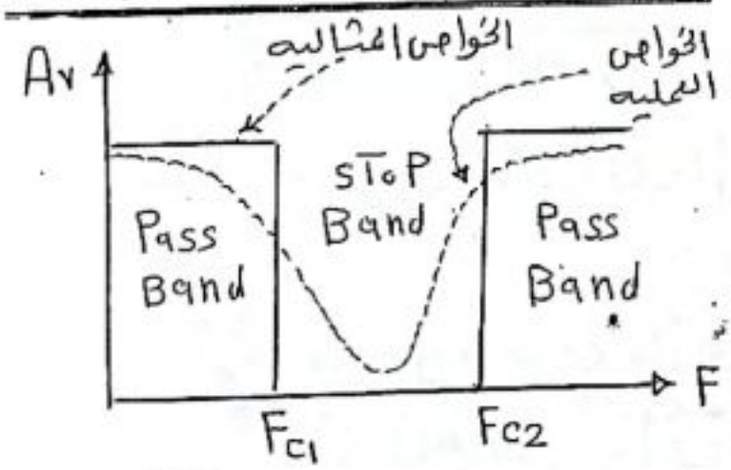


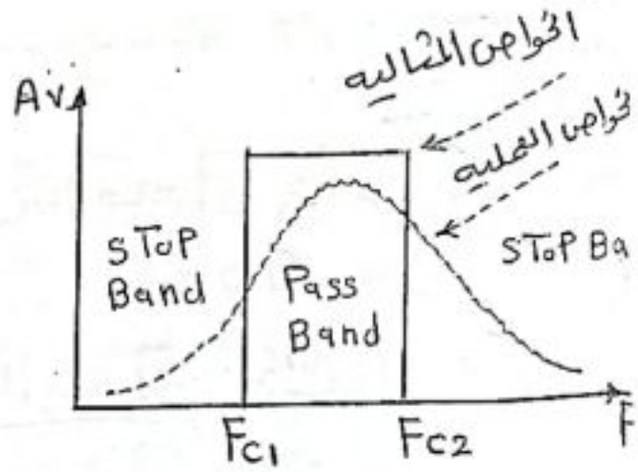
٢- مرشح إمرار عالي " H.P.F "



٣- مرشح إمرار نطاق " B.P.F "

٤- مرشح منع نطاق B.S.F





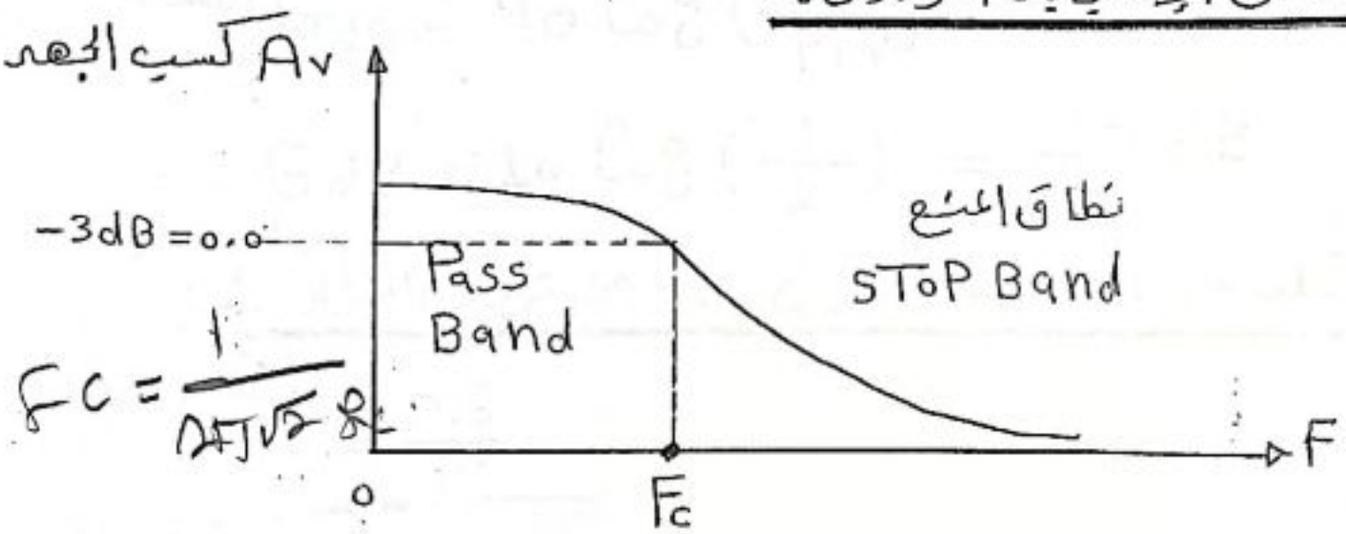
أولاً :- مرشح إمرار منخفض L.P.F

وظيفته :-

يقوم بإمرار الترددات المنخفضة فقط ومنع مرور الترددات العاليه .

ويبدأ نطاق الإمرار من صفر وحتى قيمة تردد القطع F_c

منحنى الإستجابة الترددى :-



ويمكن تعيين تردد القطع F_c من العلاقه الاتيه

$$F_c = \frac{1}{2\pi\, R \cdot C} \longrightarrow HZ$$

$$\omega_c = \frac{1}{R \cdot C} \longrightarrow rad/sec$$

* تردد القطع F_c هو التردد الذى ينخفض عنده الكسب بمقدار 3dB

* تردد القطع F_c هو التردد الذى يفصل بين نطاق الامرار (Pass Band) ونطاق المنع STOP Band

ويمكن حساب قدرة الخرج P_o عند تردد القطع كما يلي

$$\because P_o = \frac{1}{2} P_{IN} \qquad \therefore \frac{P_o}{P_{IN}} = \frac{1}{2}$$

كسب القدرة $\therefore G = \frac{P_o}{P_{IN}}$

كسب القدرة بالديسيبل $G_{dB} = 10 \log \left(\frac{P_o}{P_{IN}}\right)$

$$G_{dB} = 10 \log \left(\frac{1}{2}\right) = -3 \, dB$$

ويمكن حساب جهد الخرج V_o عند تردد القطع كما يلي

كسب الجهد $\because A_v = \frac{V_o}{V_i}$

كسب الجهد بالديسيبل $A_v = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$

$$-3 \, dB = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

$\therefore \log \frac{V_o}{V_i} = \frac{-3}{20}$ بضرب الطرفين $\times \log^{-1}$

$$\therefore \log^{-1} \log \frac{V_o}{V_i} = \log^{-1} \frac{-3}{20}$$

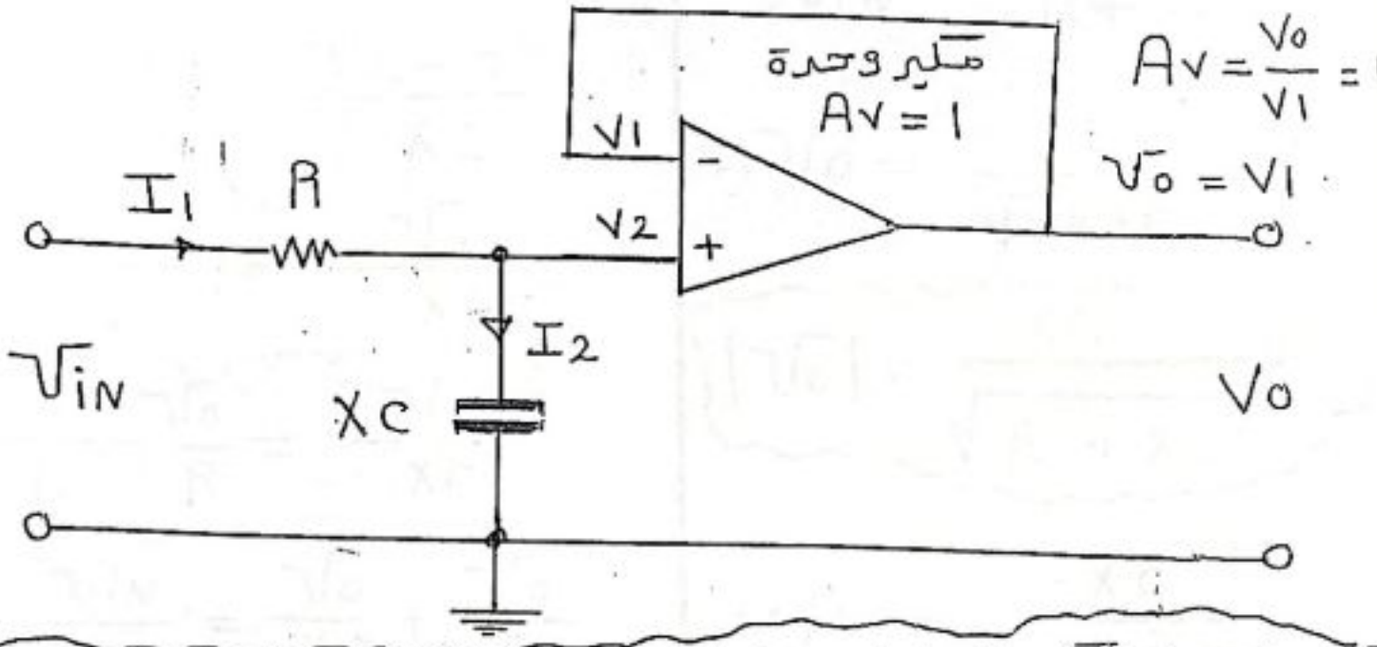
$$\frac{V_o}{V_i} = 0.707 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$\therefore V_o = 0.707 \, V_i$

جهد الخرج عند تردد القطع $V_o = \frac{1}{\sqrt{2}} V_i$

إستنتاج كسب الجهد Av وجهد الخرج Vo لمرشح إمرار منخفض

L.P.F



من خصائص مكبر العمليات المثالي $V_1 = V_2 = V_o$ $I_{in} = 0$

. مكبر العمليات المستخدم من نوع مكبر الوحده ($A_v = 1$)

$$\therefore A_v = \frac{V_o}{V_1} = 1 \qquad \therefore V_o = V_1$$

* المكثف المستخدم لتسريب الترددات الغير مرغوب فيها إلى الأرض

من خصائص مكبر العمليات المثالي $I_{IN} = 0 \quad V_1 = V_2 = 0$

$$\because I_1 = I_2$$

$$\frac{V_{IN} - V_2}{R} = \frac{V_2 - 0}{X_C}$$

$$\frac{V_{IN} - V_o}{R} = \frac{V_o}{X_C}$$

$$\frac{V_{IN}}{R} - \frac{V_o}{R} = \frac{V_o}{X_C}$$

$$\frac{V_{IN}}{R} = \frac{V_o}{X_C} + \frac{V_o}{R}$$

$$\frac{V_{IN}}{R} = V_o\left(\frac{1}{X_C} + \frac{1}{R}\right)$$

$$\frac{V_{IN}}{\cancel{R}} = V_o\left(\frac{R + X_C}{\cancel{R} \cdot X_C}\right)$$

$$V_{IN} = V_o\left(\frac{R + X_C}{X_C}\right)$$

$$\therefore \frac{V_{IN}}{V_o} = \frac{R + X_C}{X_C}$$

$$\frac{V_o}{V_{IN}} = \frac{X_C}{R + X_C}$$

$$A_V = \frac{X_C}{R + X_C}$$

$$\because \frac{V_o}{V_{IN}} = \frac{X_C}{R + X_C}$$

$$\therefore V_o = \frac{X_C}{R + X_C} V_{IN}$$

$$|V_o| = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} V_{IN}$$

$$\because A_V = \frac{X_C}{R + X_C}$$

كسب الجهد

$$A_V = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

وعلى حساب Vo و Av عند تردد القطع كما يلي

$$X_C = \frac{1}{J\omega C}$$

$$\frac{1}{X_C} = J\omega C$$

$$\omega_c = \frac{1}{R \cdot C}$$

$$\because V_o = \frac{X_C}{R + X_C} * V_{in}$$

بقسمة البسط والمقام على X_C ،

$$V_o = \frac{X_C / X_C}{R/X_C + \frac{X_C}{X_C}} * V_{in}$$

$$V_o = \frac{1}{1 + \frac{R}{X_C}} * V_{in}$$

$$V_o = \frac{1}{1 + J\omega C \cdot R} * V_{in}$$

$$|V_o| = \frac{1}{\sqrt{(1)^2 + (\omega C \cdot R)^2}} * V_{in}$$

$$|V_o| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{1}{\cancel{R \cdot C}} \cdot \cancel{C} \cdot \cancel{R})^2}} * V_{in}$$

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{1+1}} * V_{in}$$

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{in} = 0.707 \ V_{in}$$

$$\therefore A_V = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707 = -3dB$$

ملخص قوانين مرشح إمرار منخفض L.P.F
من الدرجة الأولى

١- حساب جهد الخرج V_o عند تردد القطع :-

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{in} = 0.707\ V_{in}$$

٢- لحساب تردد القطع F_c

تردد القطع

$$F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} \longrightarrow HZ$$

$$\omega_c = \frac{1}{R \cdot C} \longrightarrow rad/sec$$

٣- لحساب جهد الخرج V_o

$$|V_o| = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{in}$$

٤- لحساب كسب الجهد A_v

$$|A_v| = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

ملحوظة هامة

ممانعة المكثف

$$X_C = \frac{1}{2\pi F \cdot C}$$

EX (1)

مرشح إمرار منخفض فعال من الدرجة الأولى كان جهد الدخل له (10 VOLT) أوجد جهد الخرج عند تردد القطع

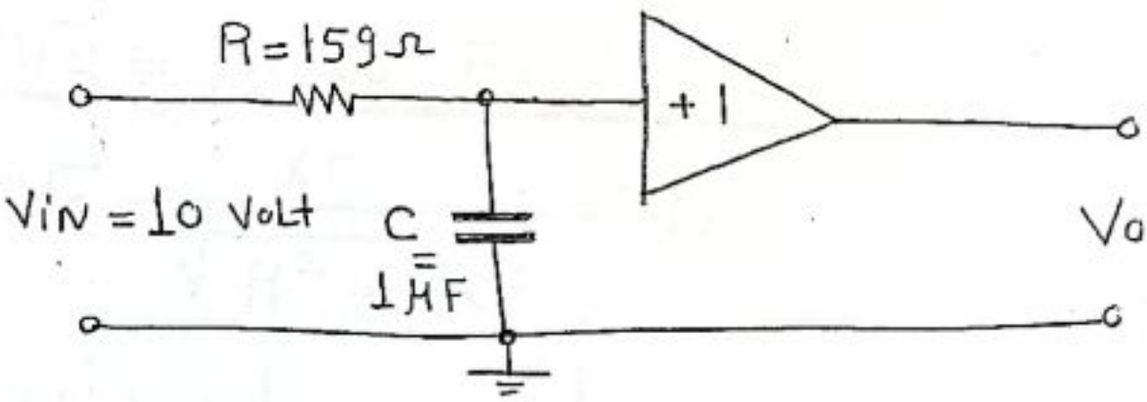
SOL

$V_{in} = 10$ VOLT $\quad V_o = ??$ at $\longrightarrow F_c$

$$\because V_o = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{in} = 0.707 * 10 = 7.07 \text{ VOL}$$

EX (2)

أوجد تردد القطع وجهد الخرج للمرشح الموضح بالشكل التالي عند الترددات الآتية (1KHZ ، 2KHZ ، 20KHZ)



$F_c = ??$

$V_o = ??$ at $F = 1$ KHZ

$V_o = ??$ at $F = 2$ KHZ

$V_o = ??$ at $F = 20$ KHZ

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 159 * 1 \times 10^{-6}} = 1\,KH$$

$V_o = ??$ at $F = 1\,KHZ$

$$\because V_o = \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} * V_{in}$$

$$\because X_c = \frac{1}{2\pi F \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 1 \times 10^3 * 1 \times 10^{-6}} = 159\,\Omega$$

$$\therefore V_o = \frac{159}{\sqrt{(159)^2 + (159)^2}} * 10 = 7.07 \text{ Volt}$$

$V_o = ??$ at $F = 2\,KHZ$

$$V_o = \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} * V_{in}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 2 \times 10^3 * 1 \times 10^{-6}} = 80\,\Omega$$

$$V_o = \frac{80}{\sqrt{(159)^2 + (80)^2}} * 10 = 4.5 \text{ Volt}$$

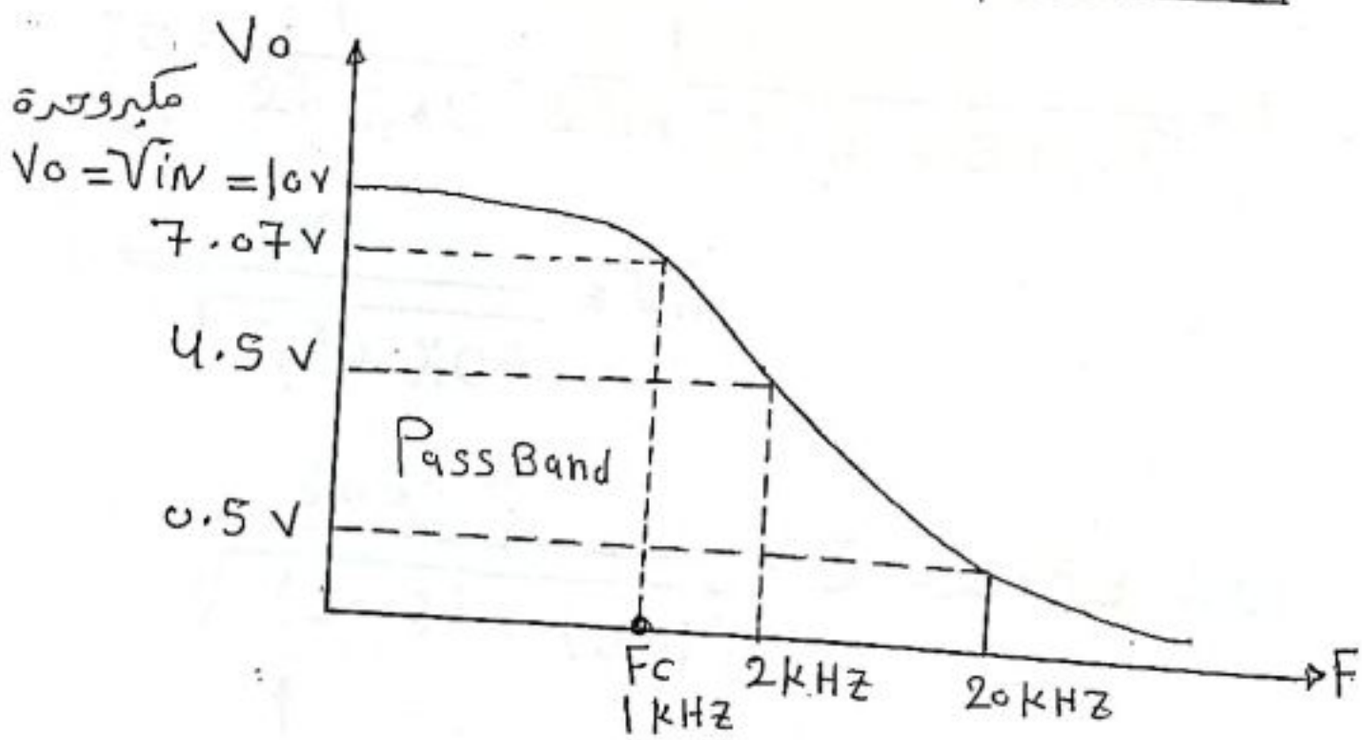
$V_o = ??$ at $F = 20\,KHZ$

$$\therefore V_o = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{in}$$

$$\because X_C = \frac{1}{2\pi F \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 20 \times 10^3 * 1 \times 10^{-6}} = 8\,\Omega$$

$$\therefore V_o = \frac{8}{\sqrt{(.159)^2 + (8)^2}} * 10 = 0.5 \text{ Volt}$$

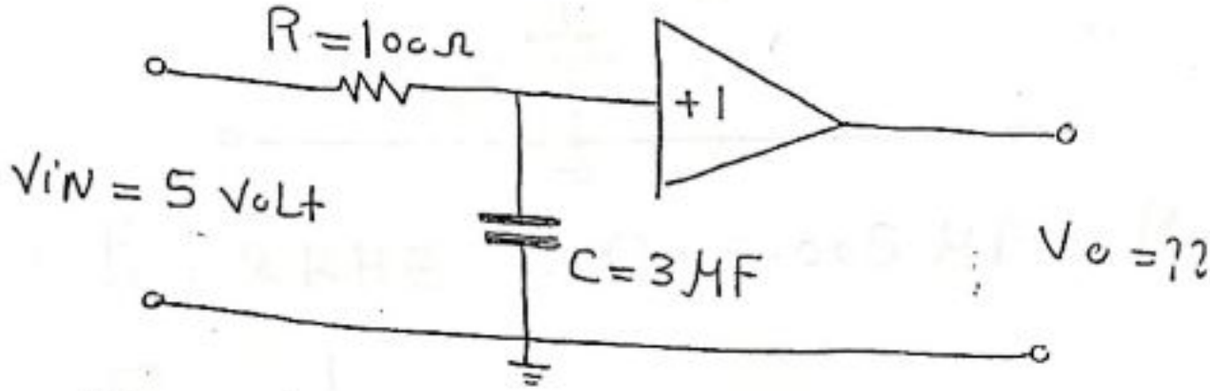
F (KHZ)	1 KHZ	2 KHZ	20 KHZ
V_o (Volt)	7.07	4.5	0.5



EX (3)

أوجد جهد الخرج لمرشح إمرار منخفض فعال من الدرجة الأولى عند تردد القطع إذا علمت أن ($R=100\Omega$, $C=3\mu F$, $V_{IN}=5$ Volt)

Sol

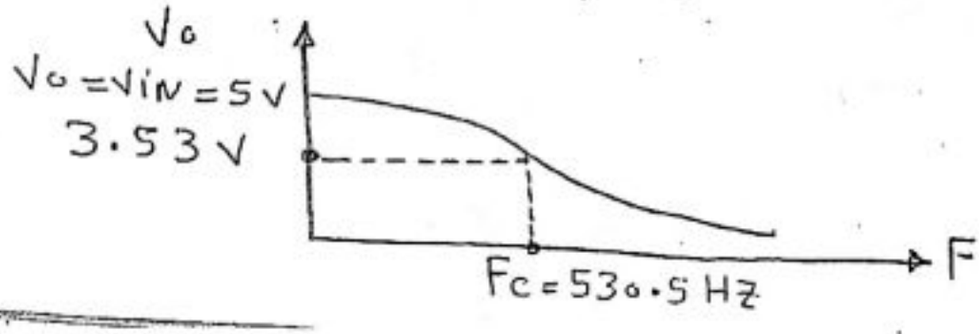


$$\because F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 100 * 3\times10^{-6}} = 530.5\ Hz$$

$$\because X_C = \frac{1}{2\pi F_c * C} = \frac{1}{2\pi * 530.5 * 3\times10^{-6}} = 100\Omega$$

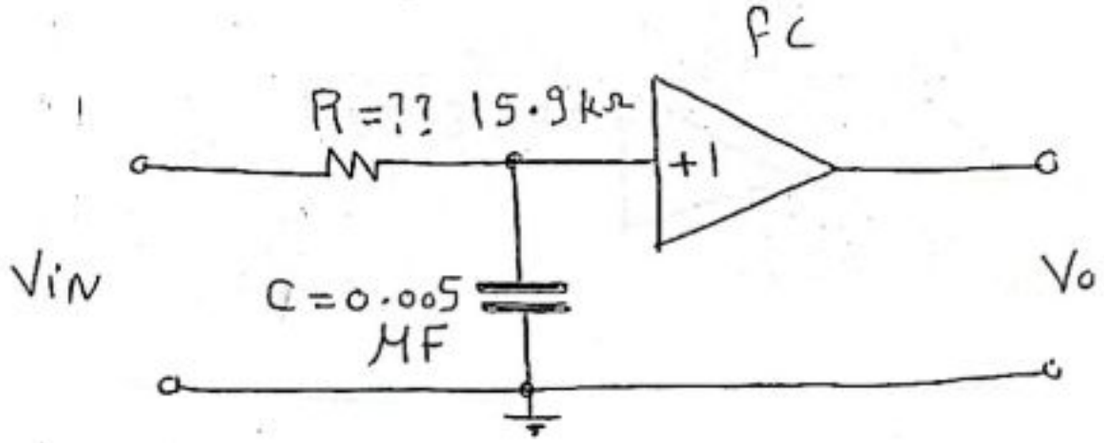
$$V_o = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{IN}$$

$$V_o = \frac{100}{\sqrt{(100)^2 + (100)^2}} * 5 = 3.53\ Volt$$



Ex(3)

صمم مرشح إمرار منخفض فعال الموضح بالشكل اذا علمت أن تردد القطع له (2KHZ) ، (C=0.005μF)



$\because F_c = 2KHZ \qquad C = 0.005\,\mu F \;,\; R = ??$

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C}$$

$$\therefore R = \frac{1}{2\pi F_c * C} = \frac{1}{2\pi * 2\times10^{3} * 0.005\times10^{-6}}$$

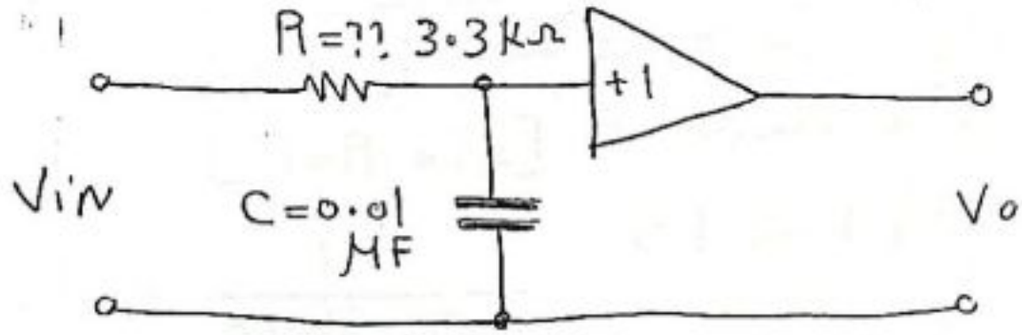
$$= 15915.4$$

$$15.9\,K\Omega$$

EX (4)

صمم مرشح إمرار منخفض الموضح بالشكل اذا علمت أن

$C = 0.01\,\mu F \qquad \omega_c = 3 \times 10^4$ rad/sec



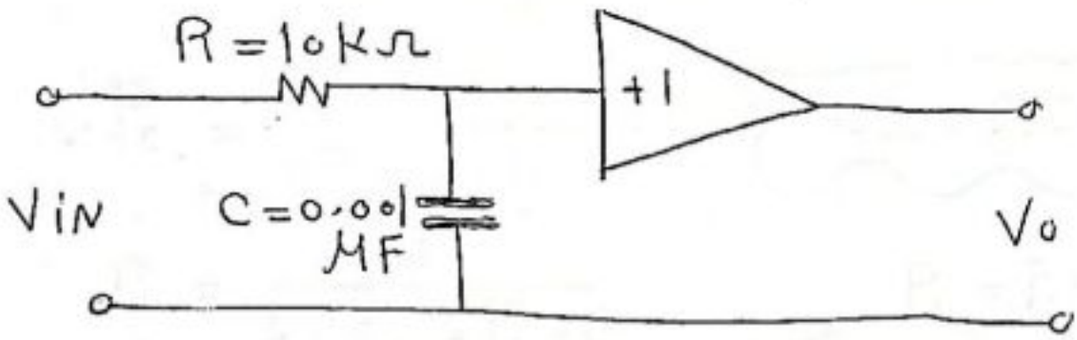
$$\because \omega_c = \frac{1}{R \cdot C}$$

$$\therefore R = \frac{1}{\omega_c * C} = \frac{1}{3 \times 10^4 * 0.01 \times 10^{-6}} = 3300\,\Omega$$

$3.3\,k\Omega$

إحسب تردد القطع لمرشح إمرار منخفض اذا كانت $R = 10\,k\Omega$ ، $C = 0.001\,\mu F$

(من الدرجة الأولى)



$$\because F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 10 \times 10^3 * 0.001 \times 10^{-6}} =$$

15.9 kHz

* خطوات تصميم مرشح إمرار منخفض من الدرجة الثانية *

١- إيجاد تردد القطع " F_c "

$$F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\cdot R\cdot C}$$

٢- إختيار سعة ملتشف C_1 تتراوح من [100PF : 0.1μF]

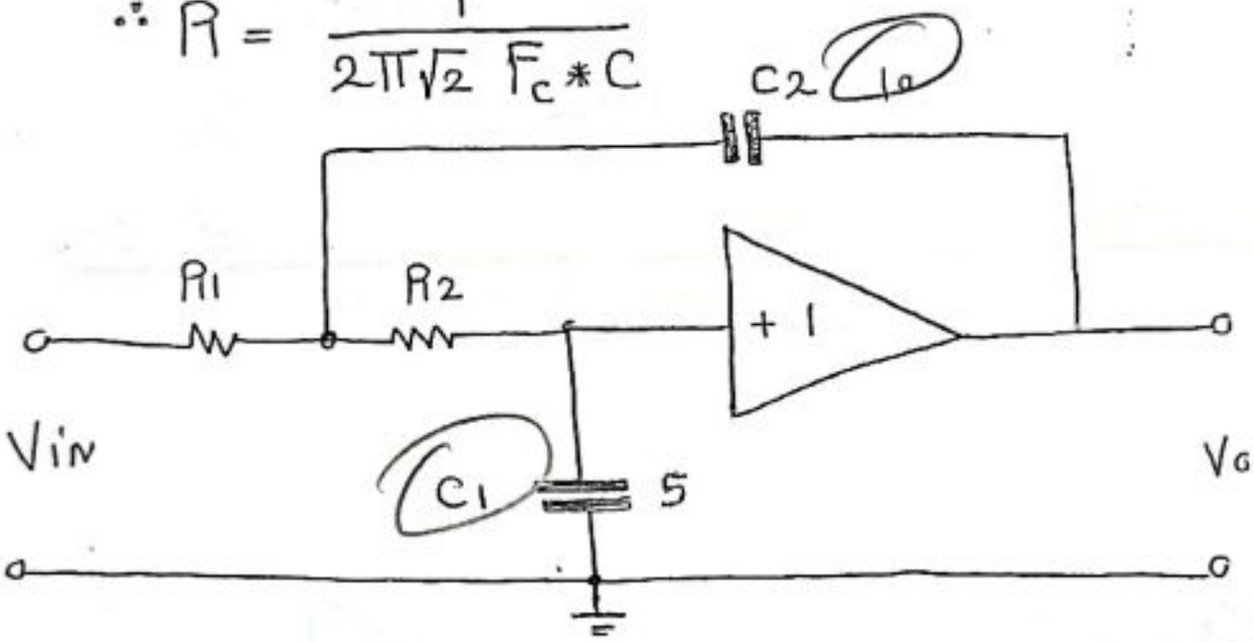
٣- إختيار قيمة C_2 بحيث تكون $[C_2 = 2C_1]$

٤- حساب قيمة المقاومة R $[R = R_1 = R_2]$

C_1

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\cdot R\cdot C}$$

$$\therefore R = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\, F_c * C}$$



$$\because F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\cdot R\cdot C}$$

$C_2 = 2C_1$

$$R = \frac{1}{2\pi\sqrt{2} * F_c\cdot C}$$

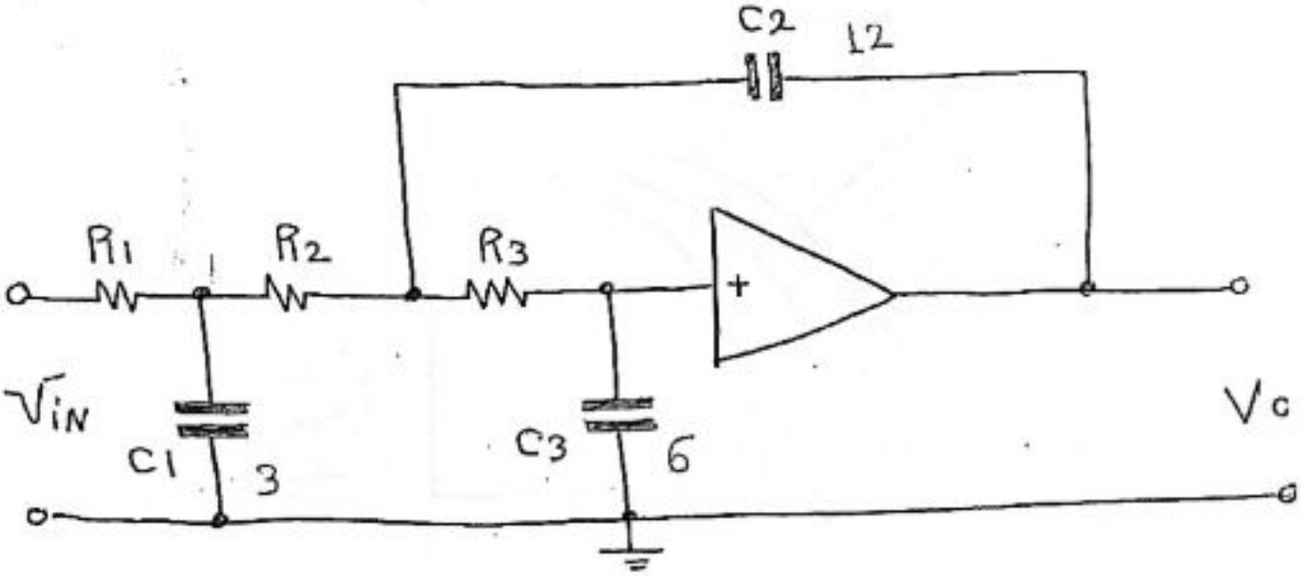
$R = R_1 = R_2$

$$C = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\, R * F_c}$$

خلي بالك

$C = C_1$

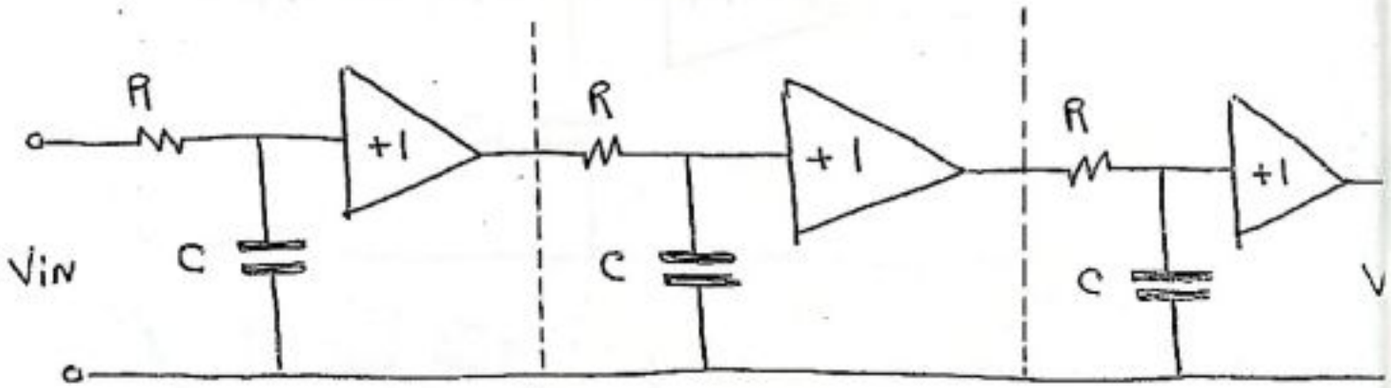
تصميم مرشح إمرار منخفض من الدرجه الثالثه



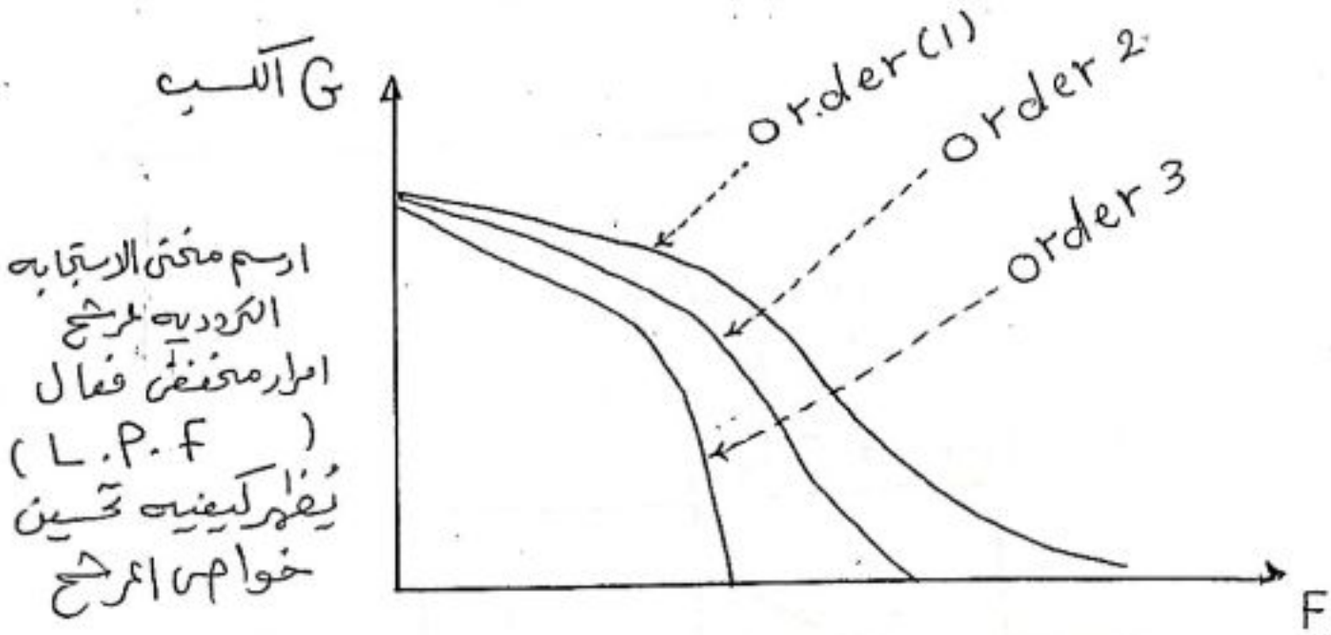
$$R = R_1 = R_2 = R_3$$

$$C_2 = 2C_3 \qquad C_3 = 2C_1$$

كما يمكن تصميم مرشح إمرار منخفض من الدرجه الثالثه عن طريق توصيل ثلاث مرشحات درجة أولى على التوالى



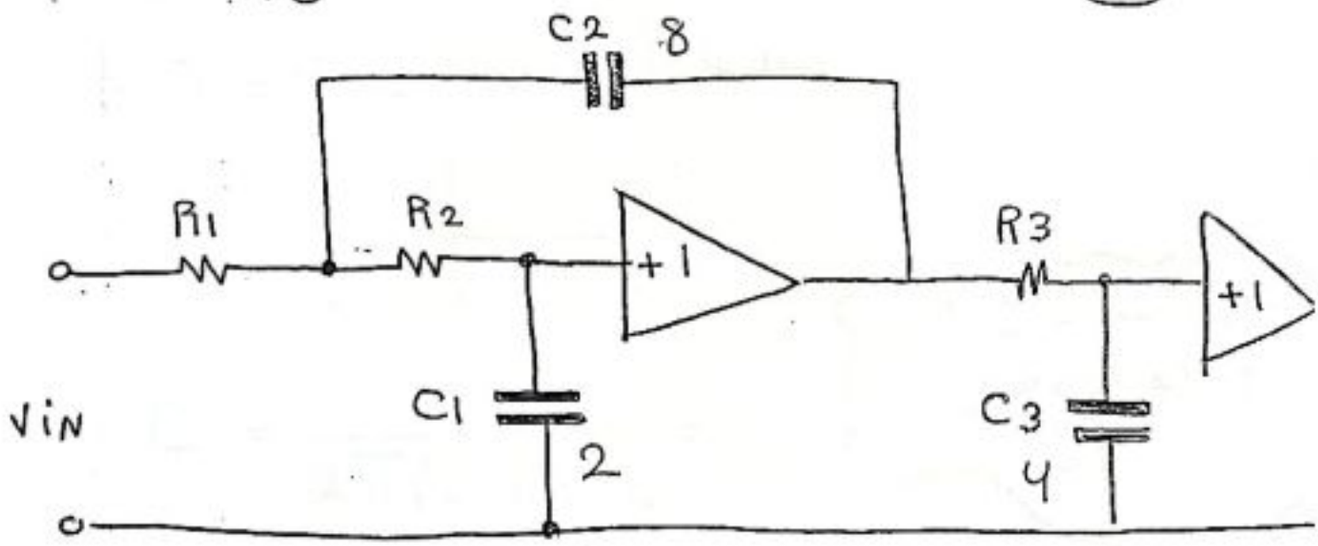
وبزيادة عدد المقاطع تزداد درجة المرشح وتتحسن خواصه كما هو موضح بالشكل الآتى



ارسم منحنى الاستجابه الترددية لمرشح امرار منخفض فعال (L.P.F) يُظهر كيفيه تحسين خواص المرشح

ما يمكن تصميم مرشح إمرار منخفض (L.P.F) من الدرجة الثالثه

بتوصيل مرشح إمرار منخفض من الدرجة الثانيه على التوالى مع مرشح إمرار منخفض درجة أولى كما هو موضح بالشكل التالى



$R = R_1 = R_2 = R_3$

$C_2 = 2C_3$

$C_3 = 2C_1$

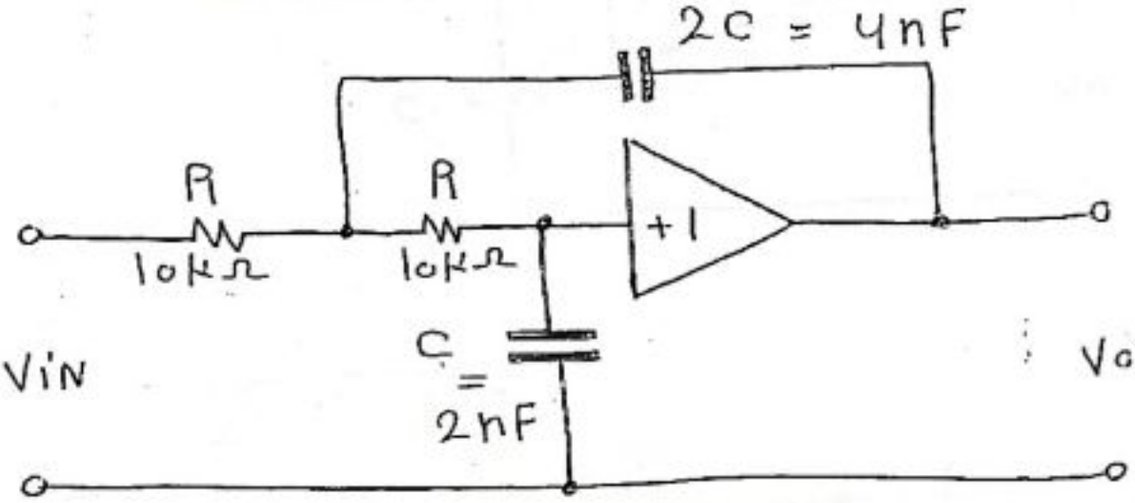
$C_1 = \frac{1}{2} C_3$

$C_3 = \frac{1}{2} C_2$

مسائل محلوله على مرشح إمرار منخفض من الدرجه الثانيه والثالثه

Ex(1

صمم مرشح إمرار منخفض "L.P.F" من الدرجة الثانية الموضح بالشكل اذا علمت $R = 10\,k\Omega$ وتردد القطع (4 KHZ)



$\because R = R_1 = R_2 = 10\,k\Omega$

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\,R \cdot C}$$

$$\therefore C = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\,R \cdot F_c} =$$

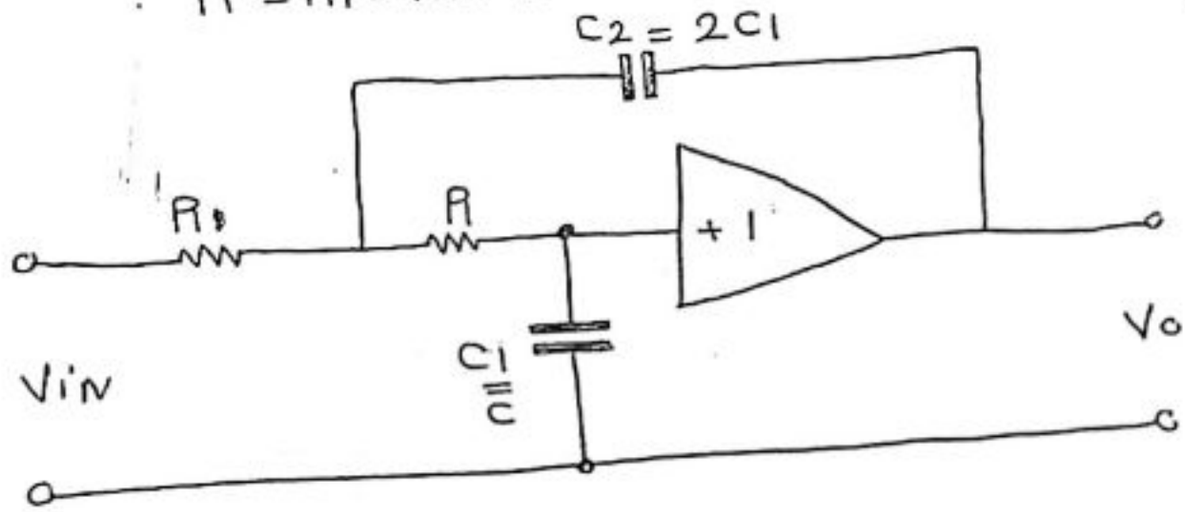
خلي بالك الـ C اللي في القانون هي C_1

$$C = \frac{1}{2\pi\sqrt{2} * 10\times10^{3} * 4\times10^{3}} = 2\times10^{-9}\,F$$

$$= 2\,nF$$

$$\because C_2 = 2C_1 = 2 * 2 = 4\,nF$$

Ex(2 إرسم دائرة مرشح إمرار منخفض فعال "L.P.F" من الدرجه الثانيه ثم احسب تردد القطع له والسعه C_2 إذا علمت أن $C_1 = C = 8\,nF$ ، $R = R_1 = R_2 = 10\,k\Omega$.



تردد القطع

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\,R \cdot C}$$

$$F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2} * 10\times10^{3} * 8\times10^{-9}} = (\qquad)\,HZ$$

$$\because C_2 = 2C_1 = 2 * 8 = 16\,nF$$

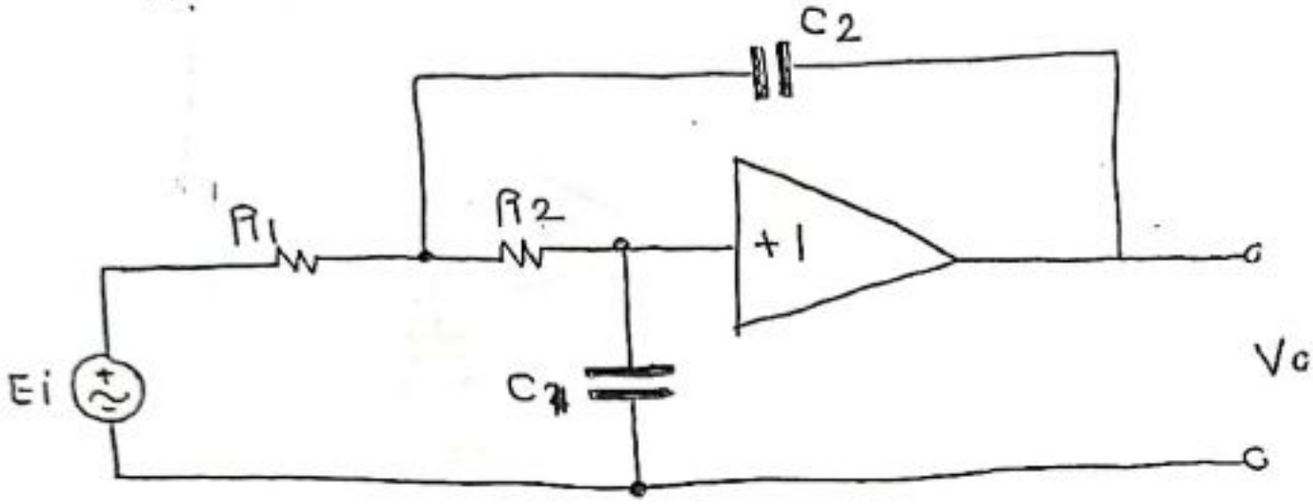
ماهو نوع المرشح الذى يكون له نسبه تكبير 1 فى النطاق الترددى من (0 إلى Fc)

مرشح إمرار منخفض فعال L.P.F

اذكر اسم المرشح الموضح بالشكل مع تحديد درجته ؟

EX(3) احسب تردد القطع للمرشح الموضح بالشكل اذا كانت :

$R = R_1 = R_2 = 10\,k\Omega$, $C_1 = 0.01\,\mu F$, $C_2 = 0.002\,\mu F$



هذا المرشح هو مرشح إمرار منخفض فعال L.P.F من الدرجة الثانية

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\cdot R\cdot C}$$

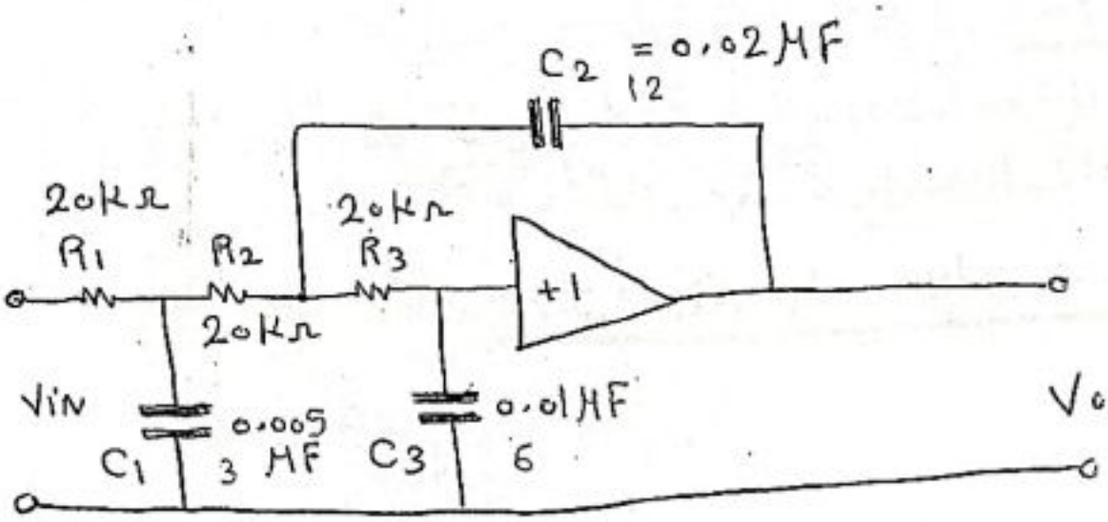
خلى بالك الـ C اللى فى القانون هى C_1

$$F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2} * 10\times10^{3} * 0.01\times10^{-6}}$$

$= (\qquad)\ Hz$

(EX4) صمم مرشح إمرار منخفض فعال (L.P.F) من الدرجة الثالثة اذا علمت أن

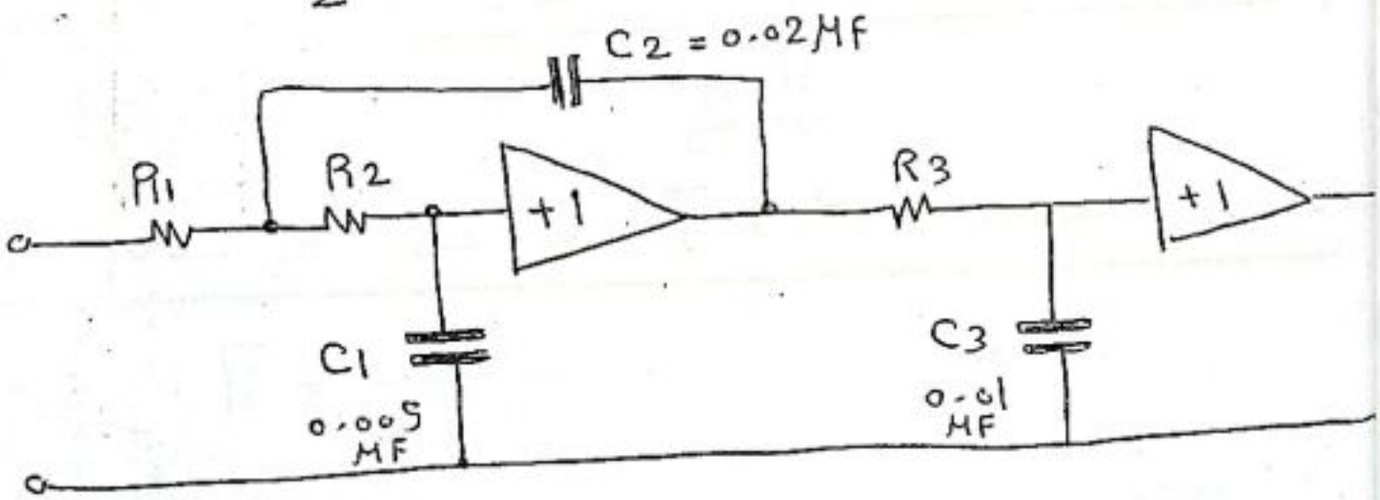
$C_3 = 0.01\ \mu F \qquad R = 20k\Omega$

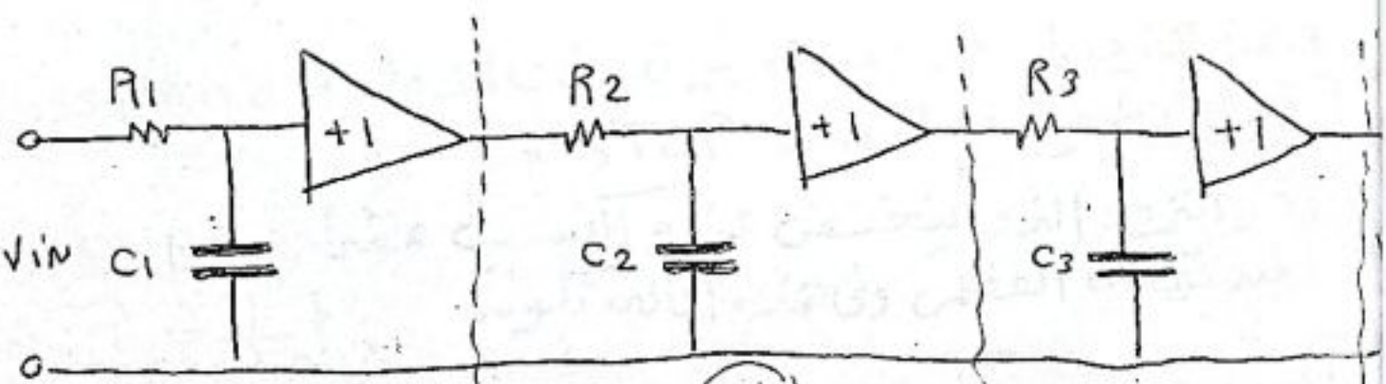


$\because C_3 = 2C_1 = 2$

$\cdot\ C_2 = 2C_3 = 2 * 0.01 = 0.02\ \mu F$

$\because C_1 = \frac{1}{2} C_3 = \frac{1}{2} * 0.01 = 0.005\ \mu F$





$0 \rightarrow F_c \rightarrow L.P.F$

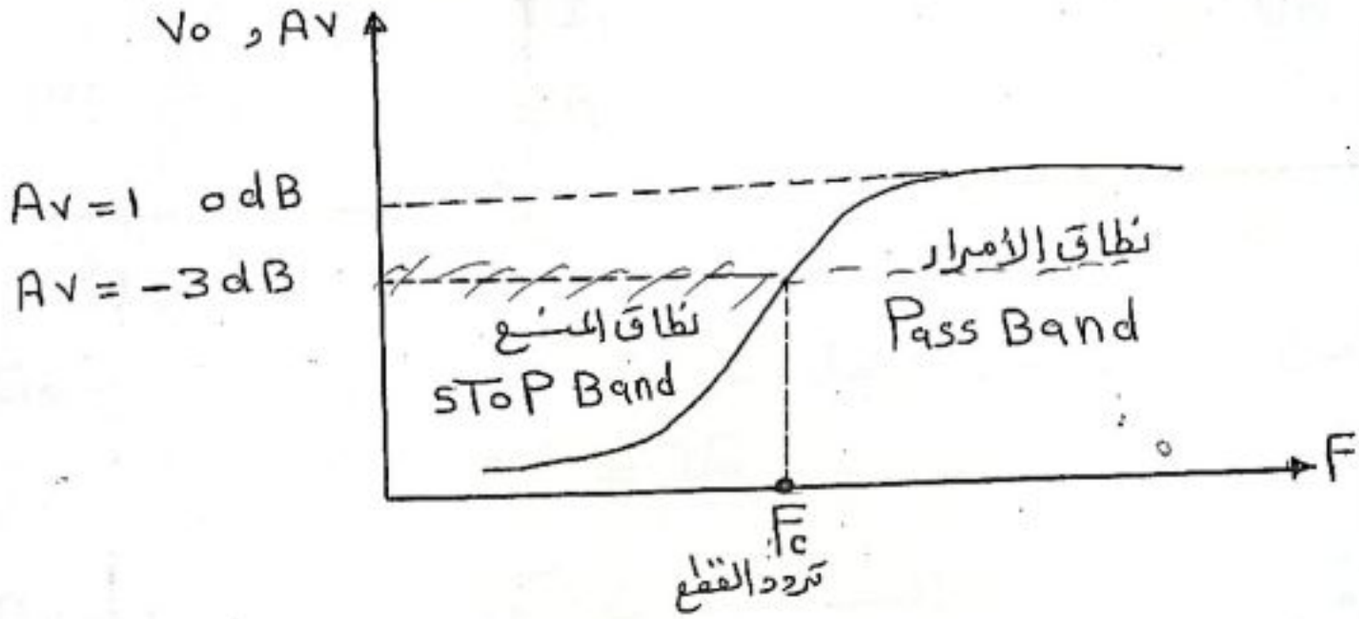
$F_c \rightarrow \infty \rightarrow H.P.F$

ثانياً :- مرشح إمرار عالي فعال " H.P.F "

وظيفته :-

يقوم بإمرار الترددات العاليه فقط ومنع مرور الترددات المنخفضه ويبدأ نطاق الإمرار من تردد القطع " F_c " إلى مالانهايه (∞)

رسم منحنى الاستجابه الترددي :-



ويمكن تعيين تردد القطع " F_c " من العلاقه الآتيه

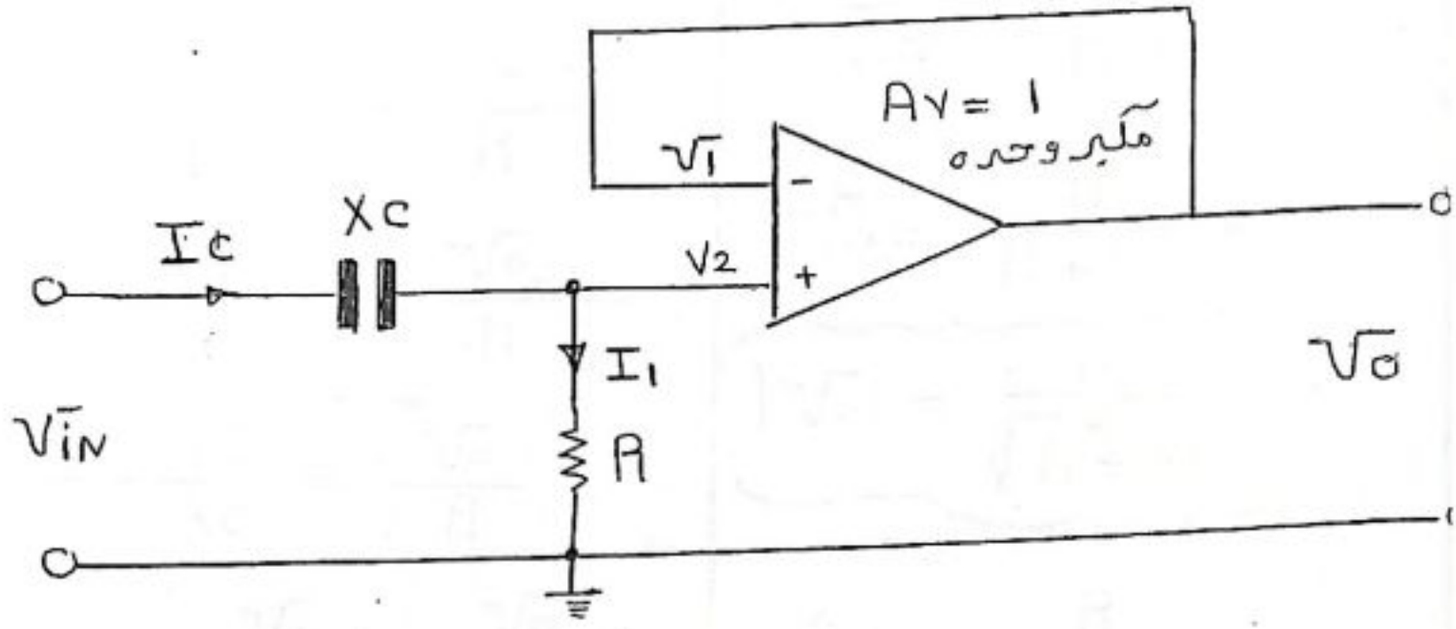
$$F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} \longrightarrow HZ$$

$$\omega_c = \frac{1}{R \cdot C} \longrightarrow rad/sec$$

وهو التردد الذي يفصل بين نطاق الامرار " Pass Band " ونطاق المنع " sTOP Band "

وهو التردد الذي ينخفض عنده الكسب بمقدار 3dB من قيمته العظمى وفي هذه الحاله تكون $P_o = \frac{1}{2} P_i$

إستنتج كسب الجهد Av وجهد الخرج Vo لمرشح إمرار عالى فعال H.P.F



من خصائص مكبر العمليات المثالى $I_{IN} = 0$

$$V_1 = V_2 = V_o$$

مكبر العمليات المستخدم من نوع مكبر الوحده $A_v = 1$

خطوات تصميم المرشح من الدرجة الأولى

١- تعيين تردد القطع F_c ، ω_c 100Hz الحد الأدنى ١٪

٢- إختيار سعة مكثف تتراوح 0.001 MF و 0.1 MF

$$F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} \qquad \omega_c = \frac{1}{R \cdot C}$$

من خصائص مكبر العمليات المثالي $V_1 = V_2 = V_0$ $I_{IN} = 0$

$$\therefore I_C = I_1$$

$$\frac{V_{IN} - V_2}{X_C} = \frac{V_2 - 0}{R}$$

$$\frac{V_{IN} - V_0}{X_C} = \frac{V_0}{R}$$

$$\frac{V_{IN}}{X_C} - \frac{V_0}{X_C} = \frac{V_0}{R}$$

$$\frac{V_{IN}}{X_C} = \frac{V_0}{R} + \frac{V_0}{X_C}$$

$$\frac{V_{IN}}{X_C} = V_0\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{X_C}\right)$$

$$\frac{V_{IN}}{\cancel{X_C}} = V_0\left(\frac{R + X_C}{R \cdot \cancel{X_C}}\right)$$

$$V_{IN} = V_0\left(\frac{R + X_C}{R}\right)$$

$$\frac{V_{IN}}{V_0} = \frac{R + X_C}{R}$$

$$\frac{V_0}{V_{IN}} = \frac{R}{R + X_C}$$

$$A_V = \frac{R}{R + X_C}$$

$$\because \frac{V_0}{V_{IN}} = \frac{R}{R + X_C}$$

$$V_0 = \frac{R}{R + X_C} * V_{IN}$$

$$|V_0| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{IN}$$

$$\because A_V = \frac{R}{R + X_C}$$

$$|A_V| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

ويمكن إستنتاج جهد الخرج "V_o" عند تردد القطع كما يلي

$$\because V_o = \frac{R}{R + X_C} * V_{in}$$

$$X_C = \frac{1}{J\omega C}$$

$$\omega = \frac{1}{R \cdot C}$$

$$\therefore V_o = \frac{R}{\frac{R}{1} + \frac{1}{J\omega C}} * V_{in}$$

بتوحيد المقام

$$V_o = \frac{R}{\frac{J\omega C \cdot R + 1}{J\omega C}} * V_{in}$$

مقام المقام بسط

$$V_o = \frac{J\omega C \cdot R}{J\omega C \cdot R + 1} * V_{in}$$

$$|V_o| = \frac{\omega C \cdot R}{\sqrt{(\omega C \cdot R)^2 + 1}} * V_{in}$$

$$|V_o| = \frac{\frac{1}{\cancel{R \cdot C}} * \cancel{C} \cdot \cancel{R}}{\sqrt{\left(\frac{1}{\cancel{R \cdot C}} \cdot \cancel{C} \cdot \cancel{R}\right)^2 + 1}} * V_{in}$$

$$|V_o| = \frac{1}{\sqrt{1 + 1}} V_{in}$$

$$|V_o| = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{in} = 0.707\ V_{in}$$

(4)

قوانين مرشح إمرار عالي H.P.F فعال من الدرجة الأولى

١- يمكن حساب جهد الخرج V_o عند تردد القطع " F_c "

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{IN} = 0.707 \ V_{IN}$$

٢- يمكن حساب تردد القطع " F_c " من العلاقة الآتية

$$F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} \longrightarrow HZ$$

$$\omega_c = \frac{1}{R \cdot C} \longrightarrow rad/sec$$

٣- يمكن حساب جهد الخرج V_o عند أي تردد

$$V_o = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{IN}$$

٤- يمكن حساب الكسب A_V

$$A_V = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

أمثلة محلولة على H.P.F

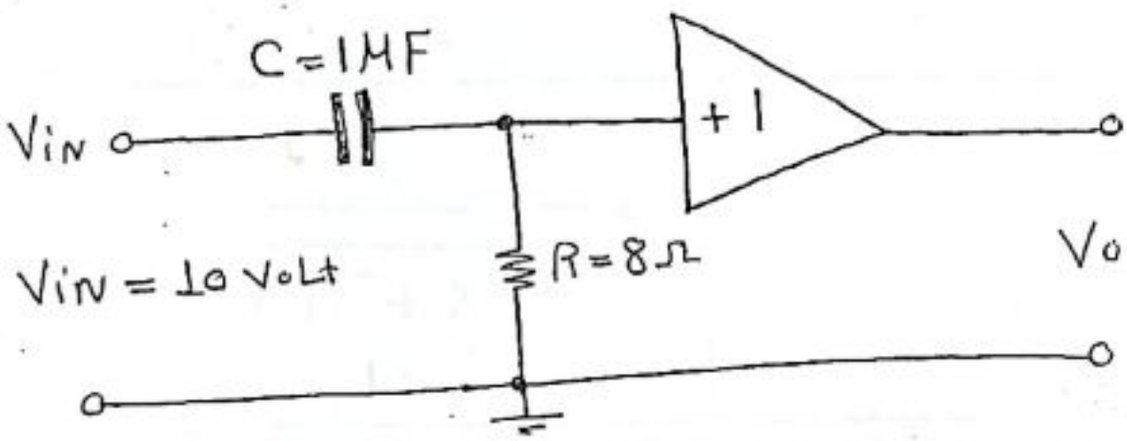
EX(1): أحسب جهد الخرج لمرشح إمرار عالي H.P.F عند تردد القطع إذا علمت أن جهد الدخل للمرشح 5 Volt

Sol

$V_{IN} = 5$ Volt $\quad V_o = ??$ at F_c

$$\therefore V_o = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{IN} = 0.707 * 5 = (3.54)\ \text{Volt}$$

EX(2) أحسب تردد القطع لمرشح إمرار عالي درجة أولى ثم احسب جهد الخرج عند الترددات الآتية (2KHz, 1KHz, 20KHz) للدائرة الموضح بالشكل ثم ارسم منحنى الاستجابة الترددي موضحاً عليه تردد القطع



$F_c = ??$

$V_o = ??$ at $F = 2$ KHZ

$V_o = ??$ at $F = 1$ KHZ

$V_o = ??$ at $F = 20$ KHZ

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi R \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 8 * 1 \times 10^{-6}} = 20 \times 10^3 \text{ HZ} = 20000 \text{ HZ} = 20 \text{ KHZ}$$

$V_o = ??$ at $F = 2 \text{ KHZ}$

$$\because V_o = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{in}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi F \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 2 \times 10^3 * 1 \times 10^{-6}} = 80\,\Omega$$

$$\therefore V_o = \frac{8}{\sqrt{(8)^2 + (80)^2}} * 10 = 1 \text{ Volt}$$

$V_o = ??$ at $F = 1 \text{ KHZ}$

$$V_o = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{in}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi F \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 1 \times 10^3 * 1 \times 10^{-6}} = 159\,\Omega$$

$$\therefore V_o = \frac{8}{\sqrt{(8)^2 + (159)^2}} * 10 = 0.5 \text{ Volt}$$

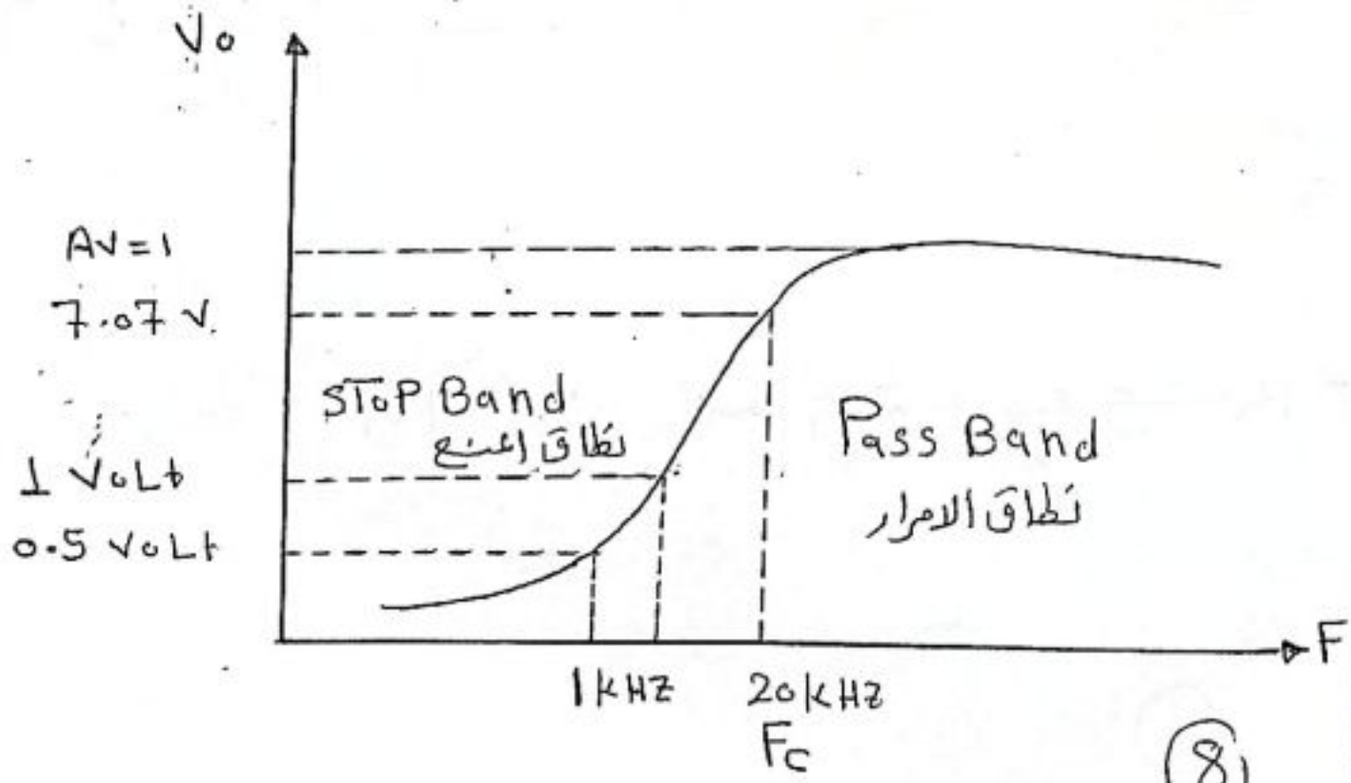
$V_o = ??$ at $F = 20\,KHZ$

$$V_o = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} * V_{IN}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi F \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 20 \times 10^3 * 1 \times 10^{-6}} = 8\,\Omega$$

$$\therefore V_o = \frac{8}{\sqrt{(8)^2 + (8)^2}} * 10 = 7.07 \text{ Volt}$$

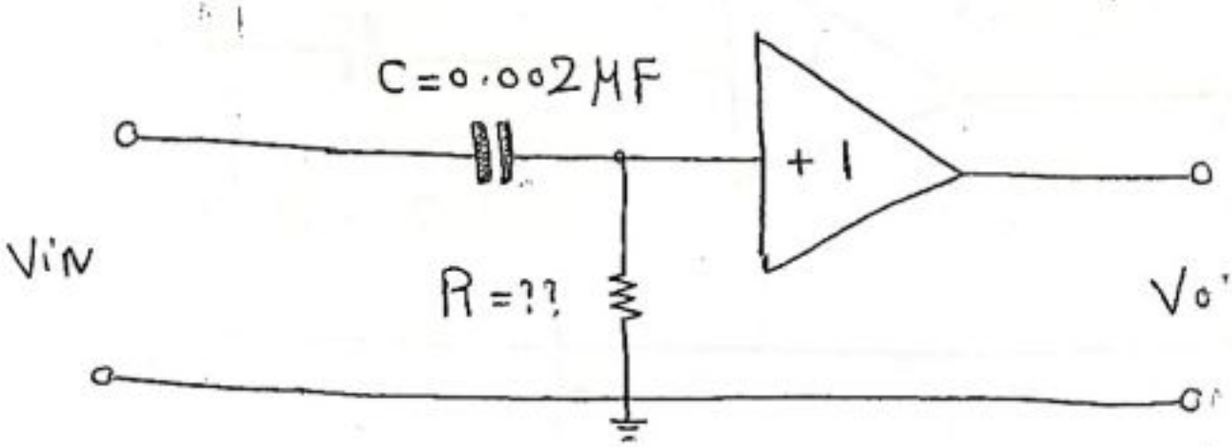
F_{KHZ}	1 KHZ	2 KHZ	20 KHZ
V_o Volt	0.5 V	1 V	7.07 V



EX(3)

إحسب قيمة المقاومة " R " للمرشح الموضح بالشكل اذا علمت أن تردد القطع (f_c 10 KHZ) ، $C = 0.002\,\mu F$

مع ذكر نوع المرشح



$F_c = 10\,kHz \qquad C = ?? \qquad R = ??$

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

$$R = \frac{1}{2\pi \cdot F_c \cdot C} = \frac{1}{2\pi * 10 \times 10^3 * 0.002 \times 10^{-6}}$$

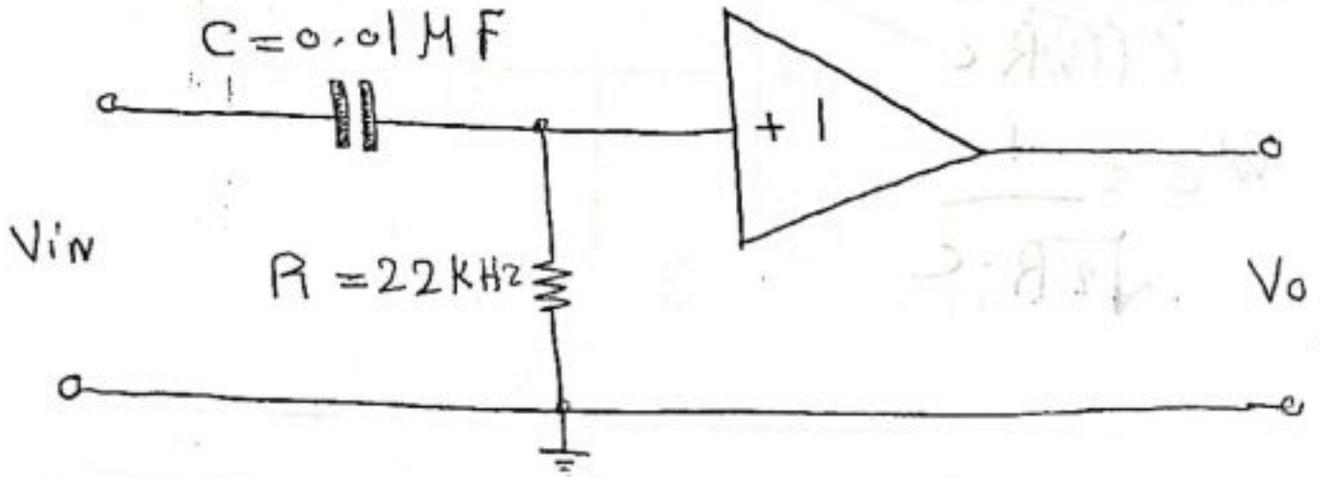
$$= 8000\,\Omega$$

$$8\,K\Omega$$

المرشح هو مرشح إمرار عالى H.P.F فعال من الدرجة الأولى

EX(4)

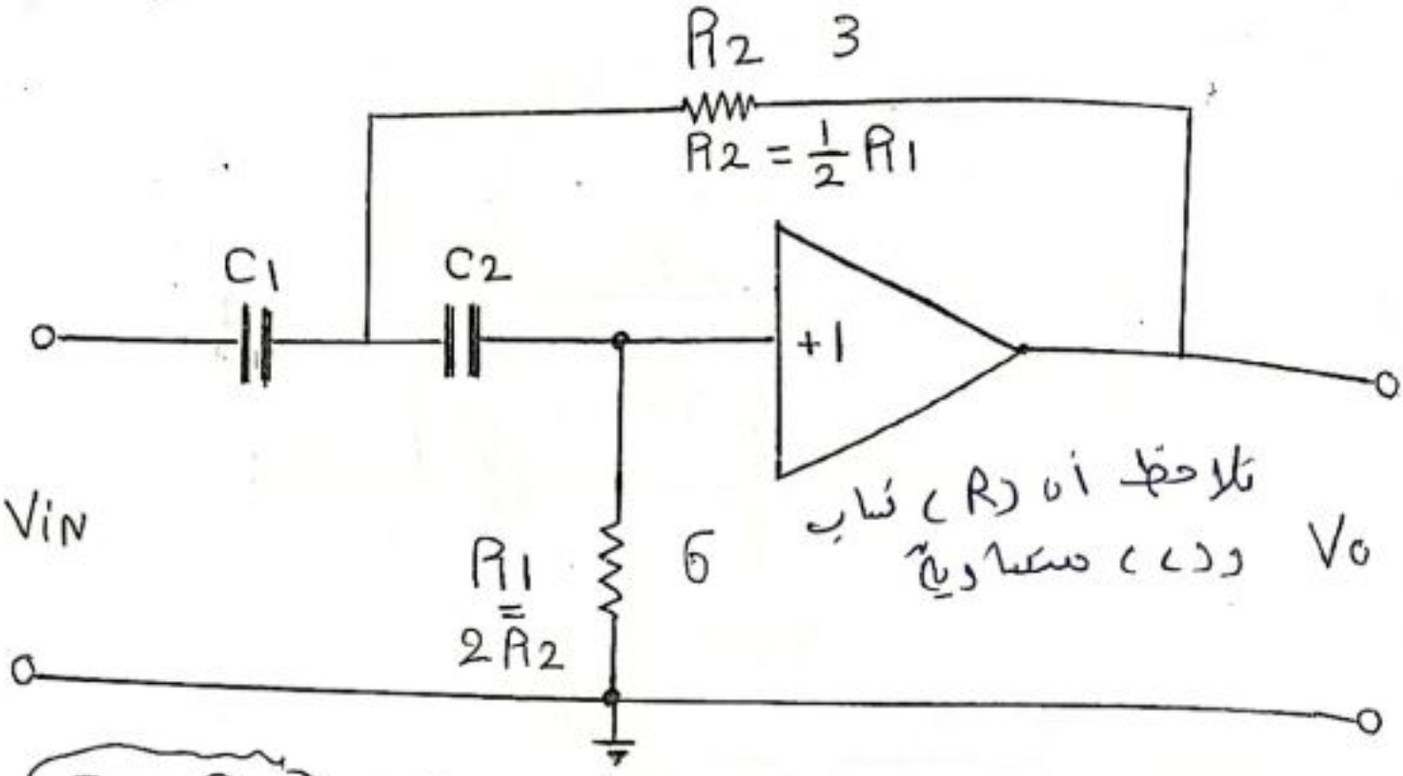
إحسب تردد القطع بالـ (rad/sec) للمرشح الموضح بالشكل
إذا علمت أن $R = 22\,K\Omega$ ، $C = 0.01\,\mu F$
مع ذكر نوع المرشح



$$\omega_c = \frac{1}{R \cdot C} = \frac{1}{22\times10^{3} * 0.01\times10^{-6}} = 4.54 \text{ rad/sec}$$

المرشح هو مرشح إمرار عالى فعال H.P.F

تصميم مرشح إمرار عالي H.P.F فعال من الدرجة الثانية



$R = R_2$ $\quad R_2 = \frac{1}{2} R_1$

$R_1 = 2 R_2$

خطوات تصميم المرشح

١- تعيين تردد القطع F_c ω_c

$$F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\, R \cdot C} \longrightarrow HZ$$

$$\omega_c = \frac{1}{\sqrt{2}\, R \cdot C} \longrightarrow rad/sec$$

٢- اختيار سعة مكثف ما بين (0.001 μF : 0.1 μF)

$C = C_1 = C_2$

٣- عملية حساب المقاومة " R "

$$R = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\, F_c \cdot C} \qquad R = \frac{1}{\sqrt{2}\, \omega_c \cdot C}$$

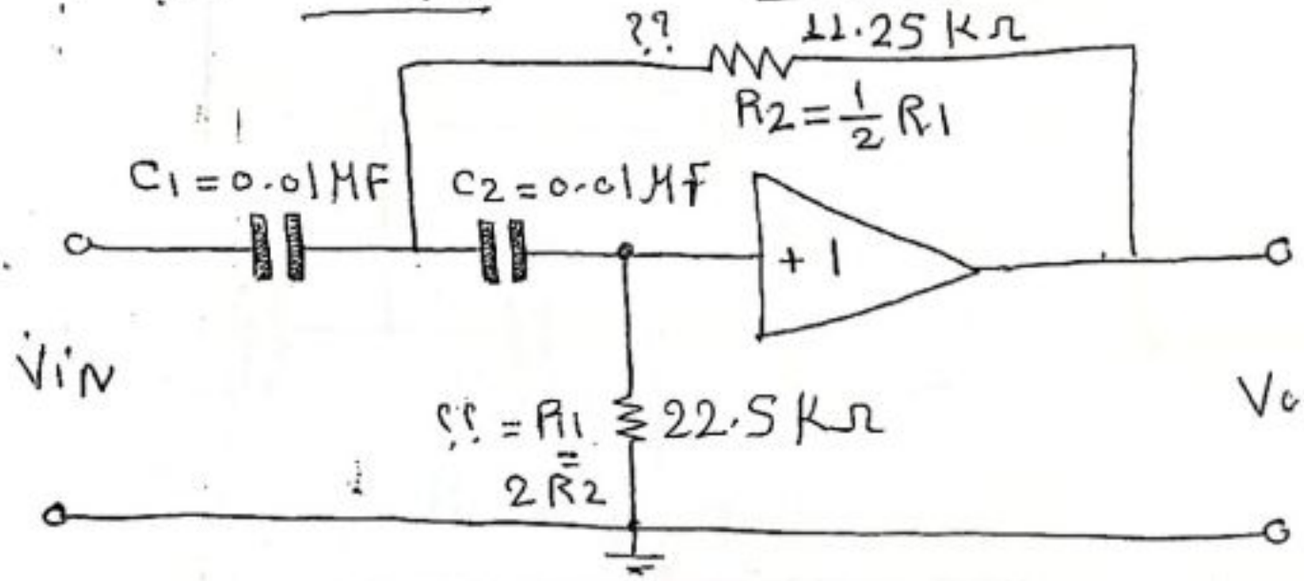
خلي بالك الـ R اللي في القانون هي R_2

(11)

EX(1)

إحسب قيمة كل من R_1 ، R_2 للمرشح الموضح بالشكل اذا علمت

أن تردد القطع (f_c) $1\,KHZ$ ، $C_1 = C_2 = 0.01\,\mu F$



$F_c = 1\,KHZ \qquad C = C_1 = C_2 = 0.01\,\mu F$

$$\because F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\,R \cdot C} \longrightarrow$$

$$\therefore R = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}\,F_c \cdot C} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2} * 1\times10^{3} * 0.01\times10^{-6}}$$

$$= 11.25\,K\Omega$$

$\therefore R = R_2 = 11.25\,K\Omega$

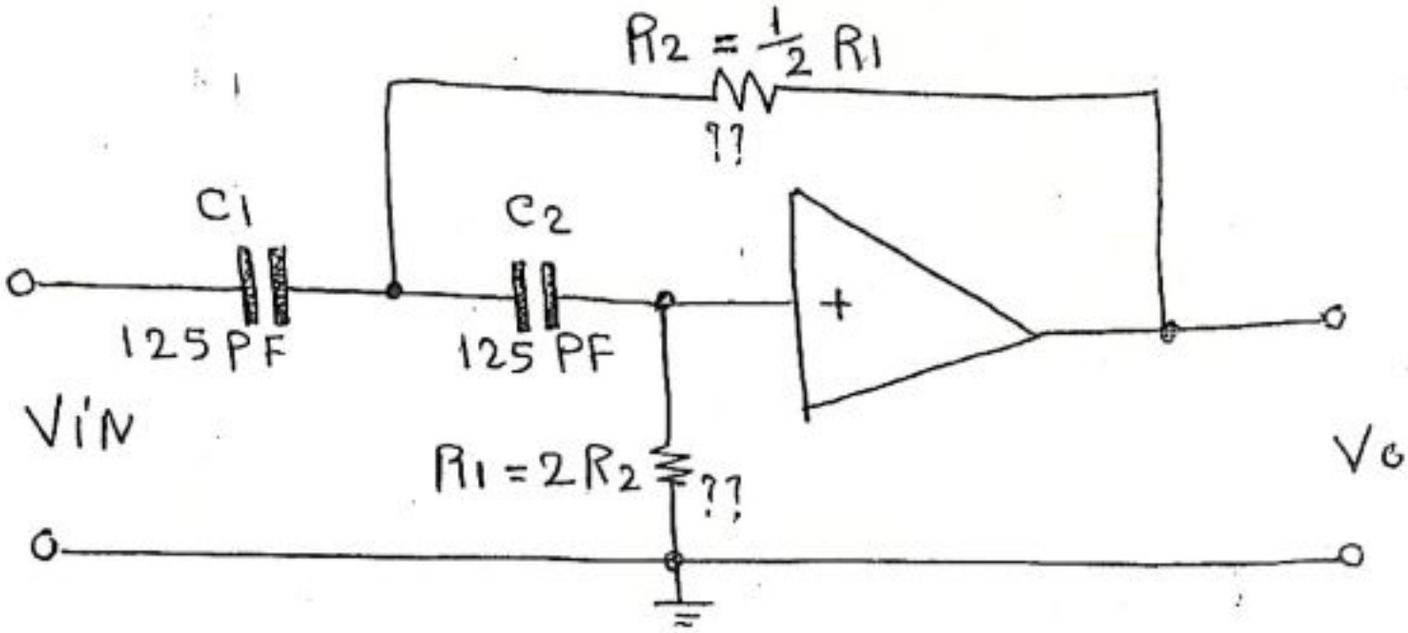
خلي بالك الـ R اللي في القانون هي R_2

$\because R_1 = 2R_2$

$R_1 = 2 * 11.25 = 22.5\,K\Omega$

(Ex4) احسب قيمة كل من R_1 ، R_2 للدائرة الموضحة بالشكل

إذا علمت أن $\omega_c = 8 \times 10^4$ rad/sec $\quad C_1 = C_2 = 125\ PF$



$$\because \omega_c = \frac{1}{\sqrt{2}\ R \cdot C}$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{2}\ \omega_c \cdot C} = \frac{1}{\sqrt{2} * 8 \times 10^4 * 125 \times 10^{-12}}$$

$$= 70.7\ K\Omega$$

$$\because R = R_2 = 70.7\ K\Omega$$

$$\because R_1 = 2R_2 = 2 * 70.7 = 141.4\ K\Omega$$

المادة

دوائر الكترونية متقدمة

تابع الباب : الثانى

المرشحات الفعالة

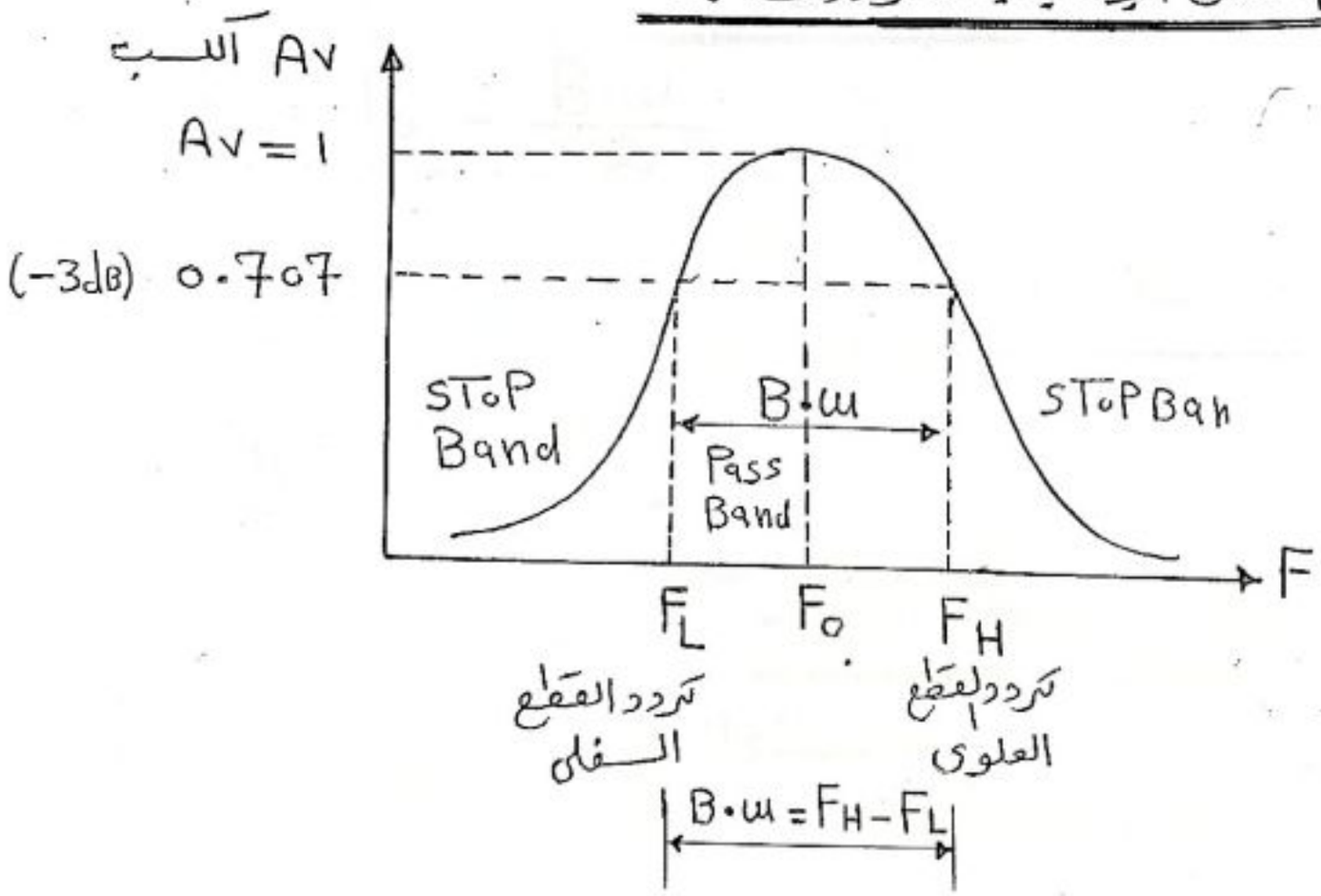
(Active filiter)

ثالثاً :- مرشح إمرار نطاق فعال « B.P.F »

وظيفته :-

يقوم بإمرار نطاق محدد من الترددات ينحصر بين ترددى قطع ويمنع مرور باقى الترددات التى تقع خارج هذا النطاق

رسم منحنى الإستجابة الترددى :-



قوانين هامة :-

١- عرض النطاق الترددى B.W :-

هو الفرق بين تردد القطع العلوى « F_H » وتردد القطع السفلى « F_L »

$$B.W = F_H - F_L$$

٢- تردد منتصف النطاق " F_o "

$$F_o = \sqrt{F_H * F_L}$$

٣- تردد القطع السفلى F_L :-

$$F_L = F_o - \frac{B \cdot \omega}{2}$$

٤- تردد القطع العلوى F_H :-

$$F_H = F_o + \frac{B \cdot \omega}{2}$$

٥- معامل الجودة Q :-

هو النسبه بين تردد منتصف النطاق " F_o " وعرض النطاق الترددى " $B \cdot \omega$ "

معامل الجودة

$$Q = \frac{F_o}{B \cdot \omega}$$

ملحوظة هامة

معامل الجودة

$Q \leq 0.5$ مرشح إمرار نطاق عريض من الترددات

$Q > 0.5$ مرشح إمرار نطاق ضيق من الترددات

EX(1)

أحسب عرض النطاق الترددي والتردد المركزي لمرشح إشارة صوتية
تردد القطع العلوي والسفلي له هما 300HZ - 3000HZ

SoL

$B.W = ??$ $\quad F_L = 300\ HZ \quad F_H = 3000\ HZ$

$F_o = ??$

$$B.W = F_H - F_L = 3000 - 300 = 2700\ HZ$$

$$\because F_o = \sqrt{F_H * F_L} = \sqrt{3000 * 300} = 948.68\ H$$

EX(2)

احسب تردد القطع العلوي والسفلي لمرشح إمرار حزمة ترددية
إذا علمت أن $B.W = 500HZ$ ، $F_o = 1KHZ$

SoL

$F_H = ??$ $\quad F_L = ??$ $\quad B.W = 500HZ \quad F_o = 1KHZ$

$$\because F_H = F_o + \frac{B.W}{2} = 1000 + \frac{500}{2} = 1250\ HZ$$

$$F_L = F_o - \frac{B.W}{2} = 1000 - \frac{500}{2} = 750\ HZ$$

ويمكن حساب F_H بطريقة أخرى

$$\because B.W = F_H - F_L$$

$$\therefore F_H = B.W + F_L = 500 + 750 = 1250\ HZ$$

EX(3)

احسب معامل الجودة لمرشح إمرار إشارة صوتيه ذو عرض نطاق ترددى 2700 HZ وتردد مركز 950 HZ

SOL

$Q = ??$ $\quad B.W = 2700\,HZ$ $\quad F_o = 950\,HZ$

$$\because Q = \frac{F_o}{B.W} = \frac{950}{2700} = 0.35$$

$\therefore Q \ll 0.5$ وبذلك يكون مرشح إمرار نطاق عريض من الترددات

EX(5)

احسب $B.W$ ، F_o ، Q لمرشح إمرار حزمة ترددية اذا كان ترددى القطع 55 HZ ، 65 HZ

SOL

$B.W = ??$ $\quad F_o = ??$ $\quad Q = ??$ $\quad F_L = 55\,HZ$ $\quad F_H = 65\,H$

$$\because B.W = F_H - F_L = 65 - 55 = 10\,HZ$$

$$\because F_H = F_o + \frac{B.W}{2}$$

$$\therefore F_o = F_H - \frac{B.W}{2} = 65 - \frac{10}{2} = 60\,HZ$$

$$\because Q = \frac{F_o}{B.W} = \frac{60}{10} = 6$$

Ex (6)

احسب معامل الجودة لمرشح إمرار نطاق ترددي مابين 3 KHZ و 6 KHZ وضح نوع نطاق الامرار (عريض أم ضيق)

SOL

$Q = ??$ $\quad F_L = 3\,KHZ \quad F_H = 6\,KHZ$

$$Q = \frac{F_{o\,x}}{B.W_x}$$

$$\because B.W = F_H - F_L = 6 - 3 = 3\,KHZ$$

$$\because F_H = F_o + \frac{B.W}{2}$$

$$\therefore F_o = F_H - \frac{B.W}{2} = 6 - \frac{3}{2} = 4.5\,KHZ$$

$$\because Q = \frac{F_o}{B.W} = \frac{4.5}{3} = 1.5$$

معامل الجودة $Q > 0.5$ مرشح امرار نطاق ضيق من الترددات

وينقسم مرشح إمرار نطاق B.P.F إلى نوعين اساسيين

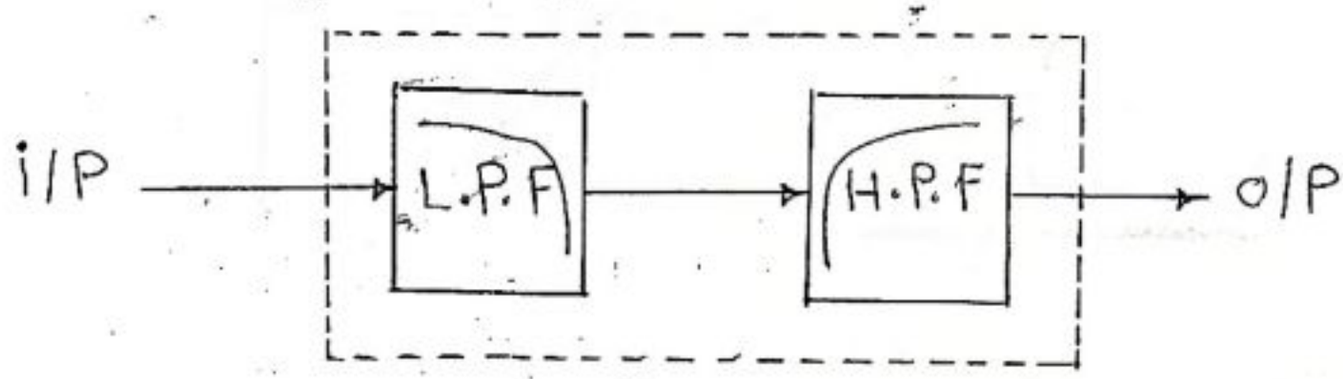
(أ) مرشح إمرار نطاق عريض من الترددات

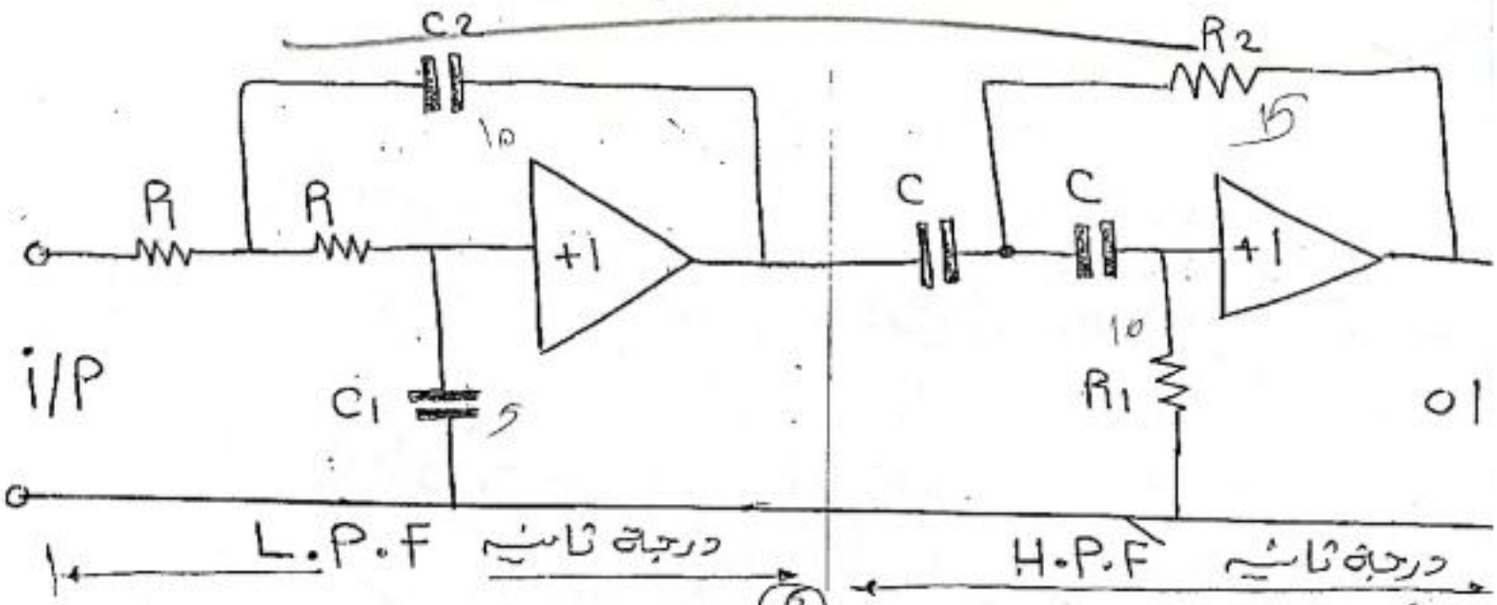
(ب) مرشح إمرار نطاق ضيق من الترددات

أ- مرشح إمرار نطاق عريض من الترددات

يمكن الحصول على مرشح إمرار نطاق عريض من الترددات عن طريق الربط المباشر بين مرشح إمرار منخفض "L.P.F" ومرشح إمرار عالي H.P.F ويكون معامل الجودة ($Q \leq 0.5$)

وفيما يلي مخطط صندوقي لمرشح إمرار نطاق عريض من الترددات





والربط المباشر له شرطان :-

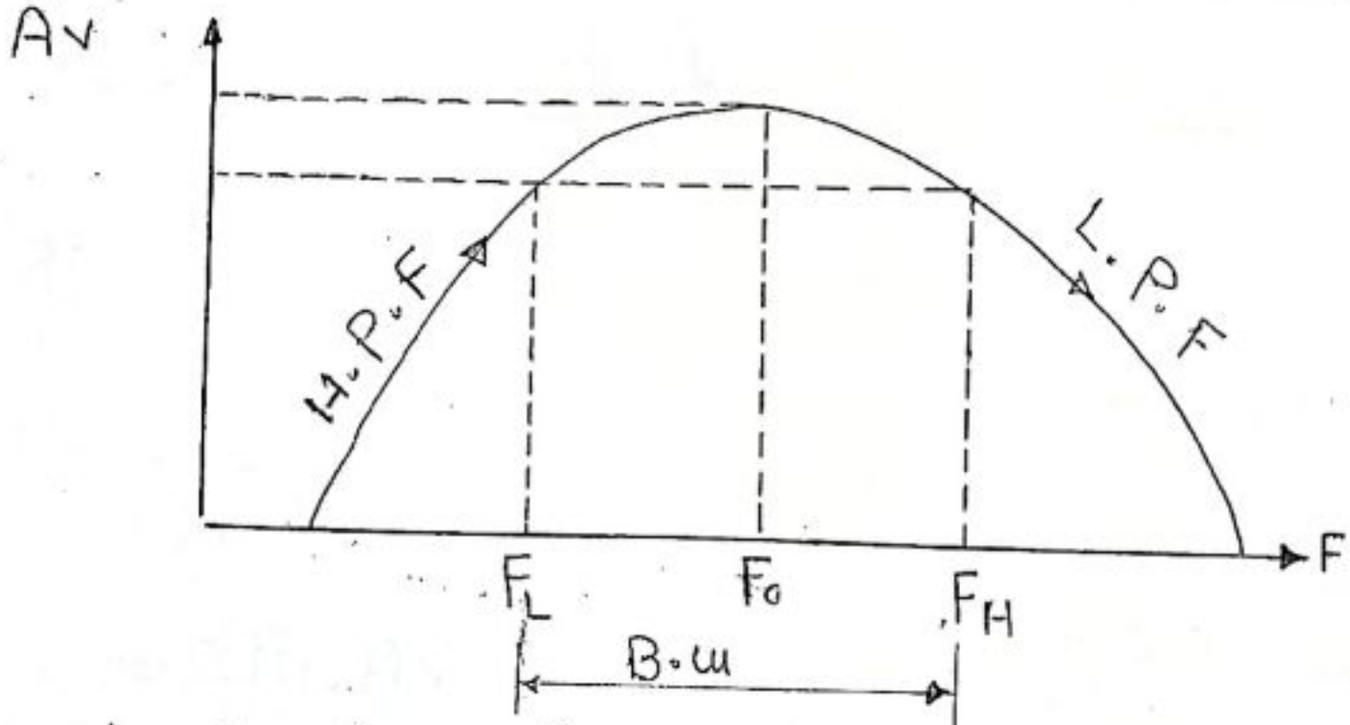
١- أن يكون كسب كل من المرشحين متساوى داخل نطاق الإمرار

٢- أن يكون تردد القطع لمرشح H.P.F (F_cH) أقل من تردد القطع لمرشح L.P.F (F_cL)

$$\frac{F_cL}{F_cH} \geq 2 \qquad \frac{f_{cl}}{f_{ch}} \geq 2$$

$$\therefore F_cL \geq 2F_cH$$

رسم منحنى الاستجابة الترددى لمرشح إمرار نطاق عريض من الترددات



مواصفات وخصائص مرشح إمرار نطاق عريض من الترددات

١- تردد القطع السفلى F_L يتعلق بمواصفات مرشح إمرار الترددات العاليه

$F_L = F_cH$ (H.P.F)

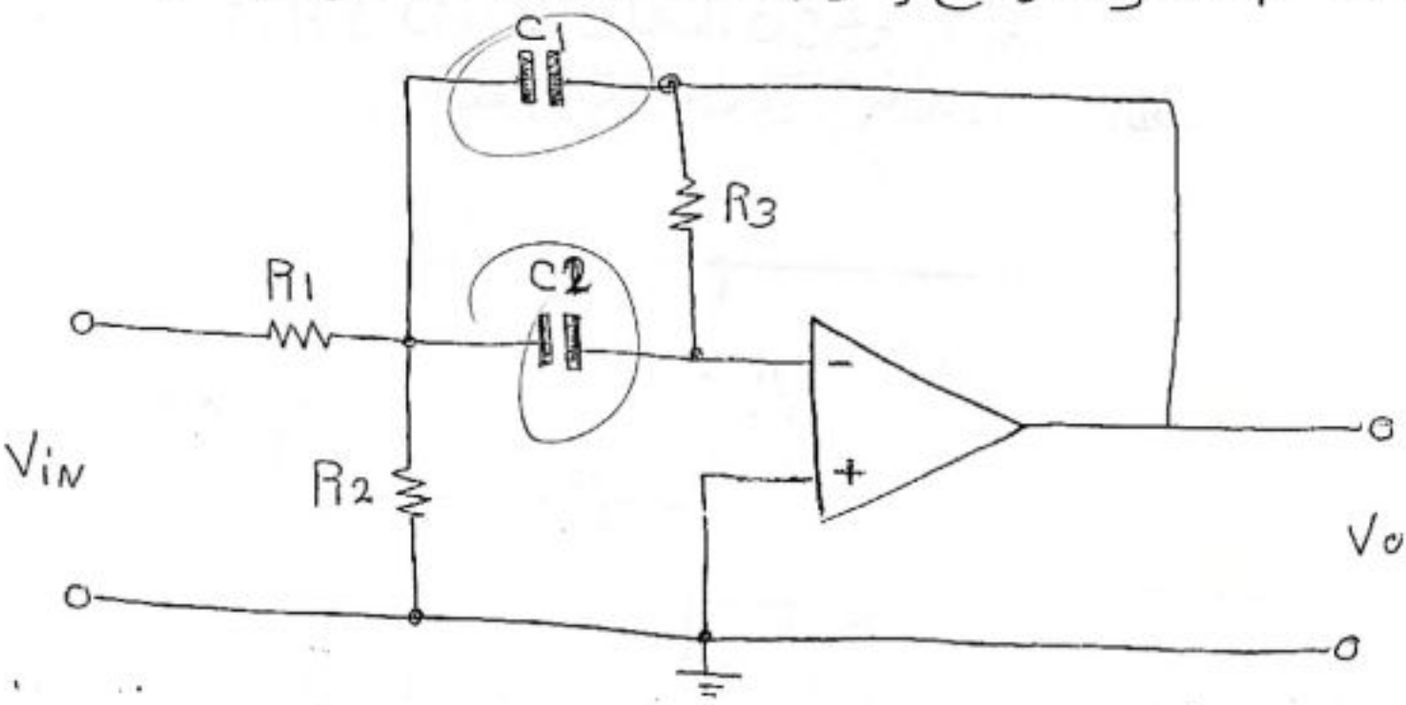
٢- تردد القطع العلوى F_H يتعلق بمواصفات مرشح إمرار الترددالمنخفضه

$F_H = F_cL$ (L.P.F)

٣- كسب المرشح الناتج له قيمه عظمى عند تردد المركز F_o

ب - مرشح إمرار نطاق ضيق من الترددات

رسم دائرة مرشح إمرار نطاق ضيق من الترددات



قوانين الدائرة عندما $AV = 1$

$$Q = \frac{F_0}{B \cdot \omega} \quad (1)$$

$$R_1 = \frac{Q}{2\pi F_0 \cdot C\, AV} = \frac{Q}{2\pi F_0 \cdot C} \quad (2)$$

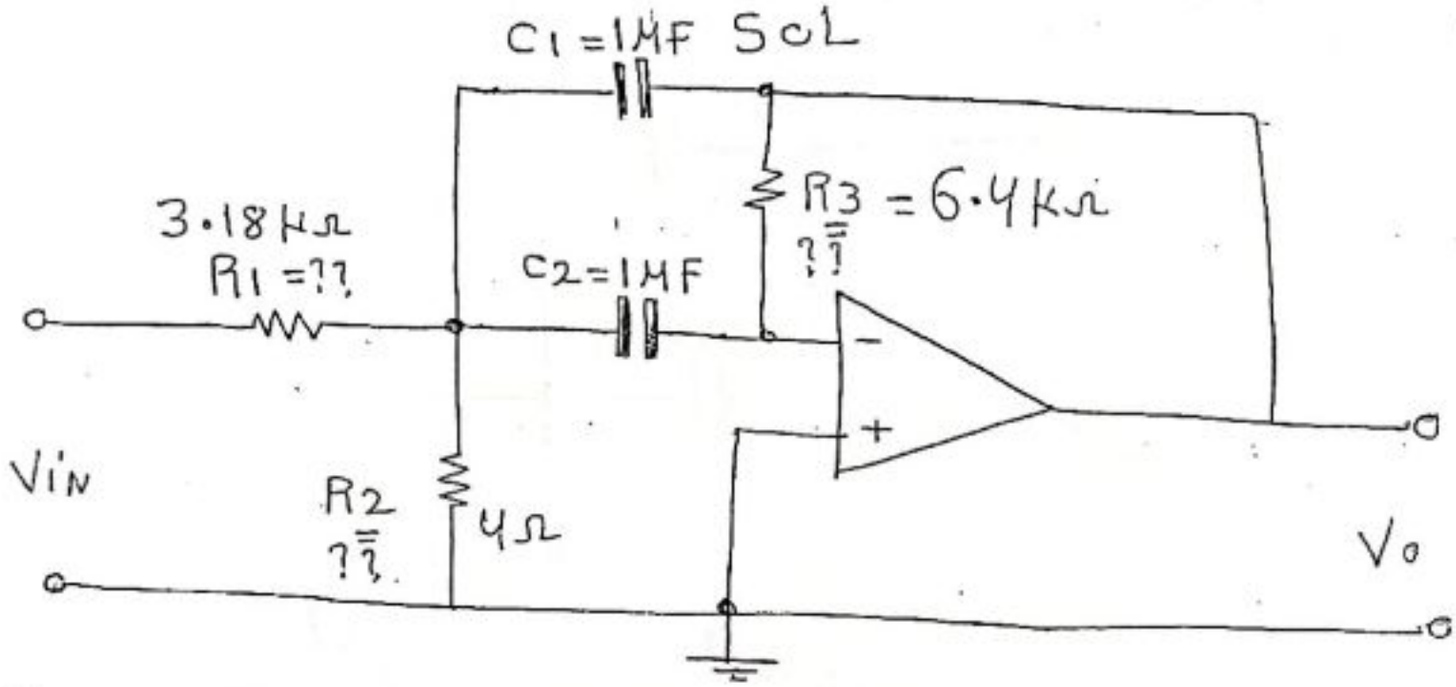
$$R_2 = \frac{Q}{2\pi F_0 \cdot C\,(2Q^2 - AV)} = \frac{Q}{2\pi F_0 \cdot C\,(2Q^2 - 1)} \quad (3)$$

$$R_3 = 2R_1 . AV = 2R_1 \quad (4)$$

$$C_1 = C_2 = C \quad (5)$$

EX(1)

صمم مرشح إمرار نطاق ضيق كسبه يساوى الوحده وتردد المركز له يساوى 1 kHz وعرض النطاق الترددى 50 Hz والسعه 1 MF مع رسم الدائرة وكتابة قيم العناصر عليها.



$A_V = 1 \qquad F_o = 1\,kHz \qquad B.w = 50\,Hz \qquad C = 1\,MF$

$$\because Q = \frac{F_o}{B.w} = \frac{1000}{50} = 20$$

$$\because R_1 = \frac{Q}{2\pi F_o \cdot C \cdot A_V} = \frac{20}{2\pi * 1000 * 1 \times 10^{-6} * 1} = \simeq 3.2\,k\Omega = 3.18\,k\Omega$$

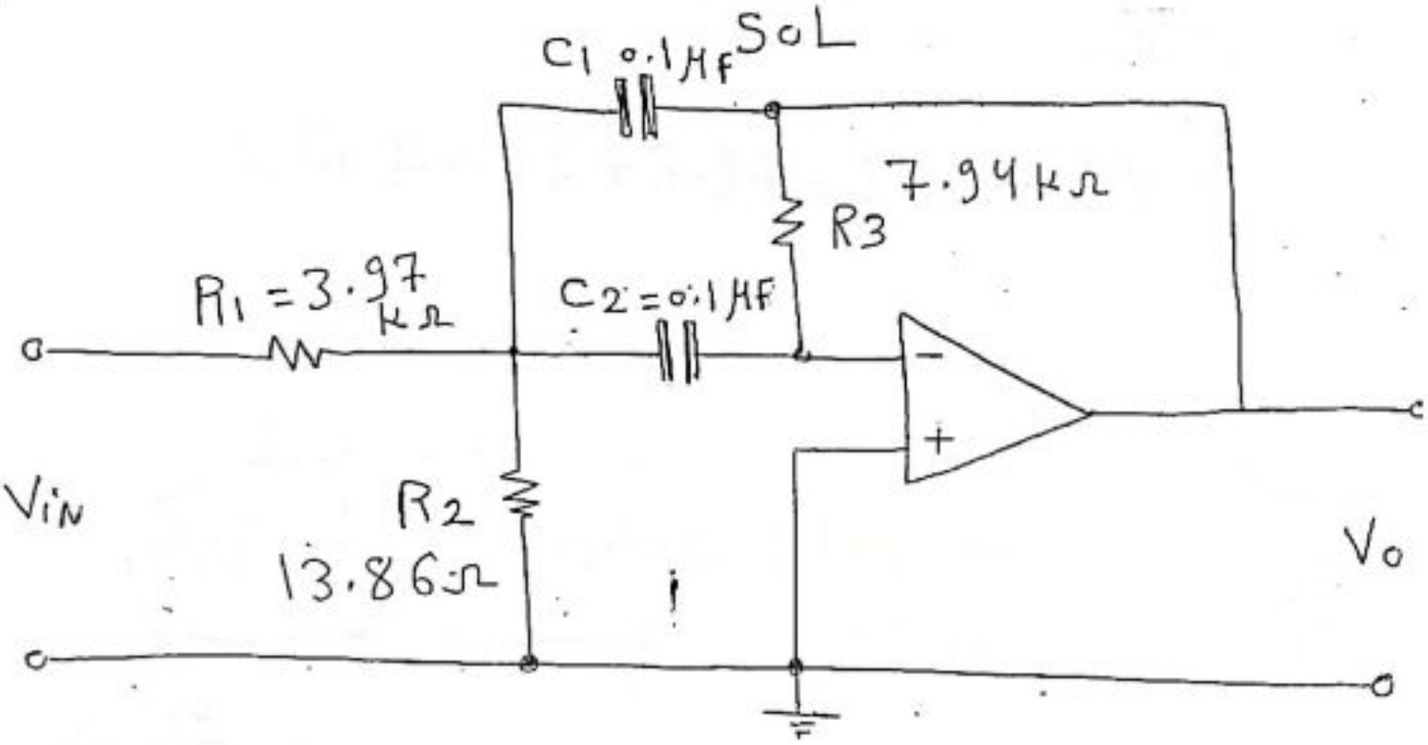
$$R_2 = \frac{Q}{2\pi F_o \cdot C\,(2Q^2 - A_V)} = \frac{20}{2\pi * 1000 * 1 \times 10^{-6}\,(2(20)^2 - 1)} = 3.98\,\Omega \simeq 4\,\Omega$$

$$\because R_3 = 2R_1 A_V = 2 * 3.2 \times 10^3 * 1 = 6.4\,k\Omega$$

$$C = C_1 = C_2 = 1\,MF$$

EX(2)

صمم مرشح إمرار نطاق محدد من الترددات كسب الجهد له يساوي الوحده وتردد القطع العلوي له يساوي: 5KHZ والتردد المركزي (4.8 KHZ) مع رسم الدائرة وكتابه قيم العناصر علماً بأن سعة المكثف المستخدم (0.1 μF)



$A_V = 1 \quad F_H = 5\,KHZ \quad F_o = 4.8\,KHZ \quad C = 0.1\,\mu F$

$\because Q = \frac{F_o}{B.W}$

$\because F_H = F_o + \frac{B.W}{2}$

$5000 = 4800 + \frac{B.W}{2}$

$5000 - 4800 = \frac{B.W}{2}$

$\frac{200}{1} = \frac{B.W}{2}$

$\therefore B.W = 2 * 200 = 400\ HZ$

$\therefore Q = \frac{F_o}{B.W} = \frac{4800}{400} = 12$

$$\because R_1 = \frac{Q}{2\pi F_0 \cdot C A_V} = \frac{12}{2\pi * 4800 * 0.1 \times 10^{-6} * 1} = 3.97\ k\Omega$$

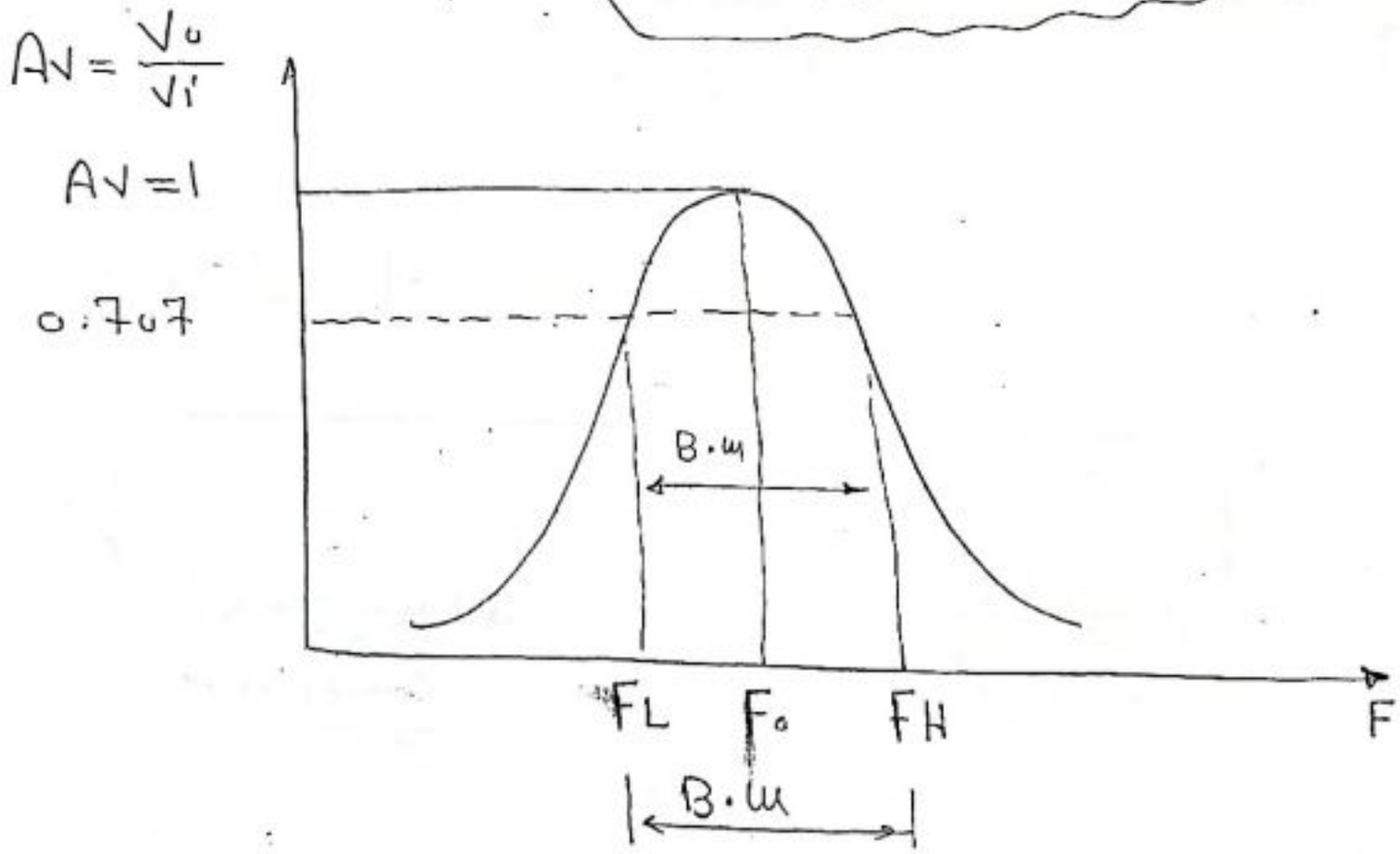
$$R_2 = \frac{Q}{2\pi F_0 * C (2Q^2 - A_V)} = \frac{12}{2\pi * 4800 * 0.1 \times 10^{-6} (2(12)^2 - 1)}$$

$$= 13.86\ \Omega$$

$$\because R_3 = 2 R_1 A_V = 2 * 3.97 * 1 = 7.94\ k\Omega$$

$$C = C_1 = C_2 = 0.1\ \mu F$$

رسم منحنى الاستجابه الترددى لمرشح إمرار نطاق ضيق من الترددات

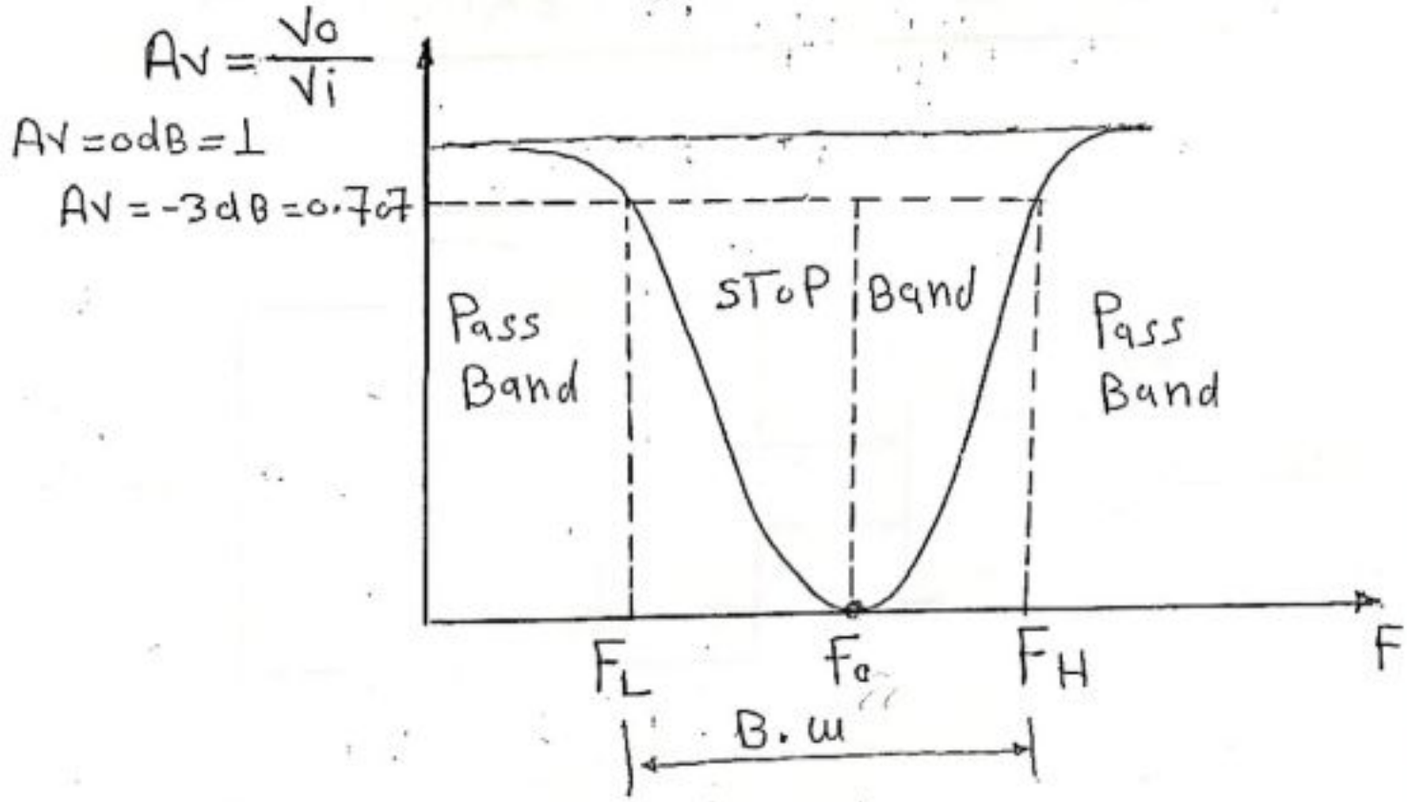


رابعاً :- مرشح منع نطاق فعال B.S.F

الوظيفة :-

يقوم بمنع مرور نطاق محدد من الترددات ينحصر بين ترددي قطع ويقوم بإمرار باقي الترددات الواقعة خارج هذا النطاق

رسم منحنى الاستجابة الترددي لمرشح منع نطاق فعال B.S.F



وينقسم مرشح منع نطاق فعال B.S.F إلى نوعين

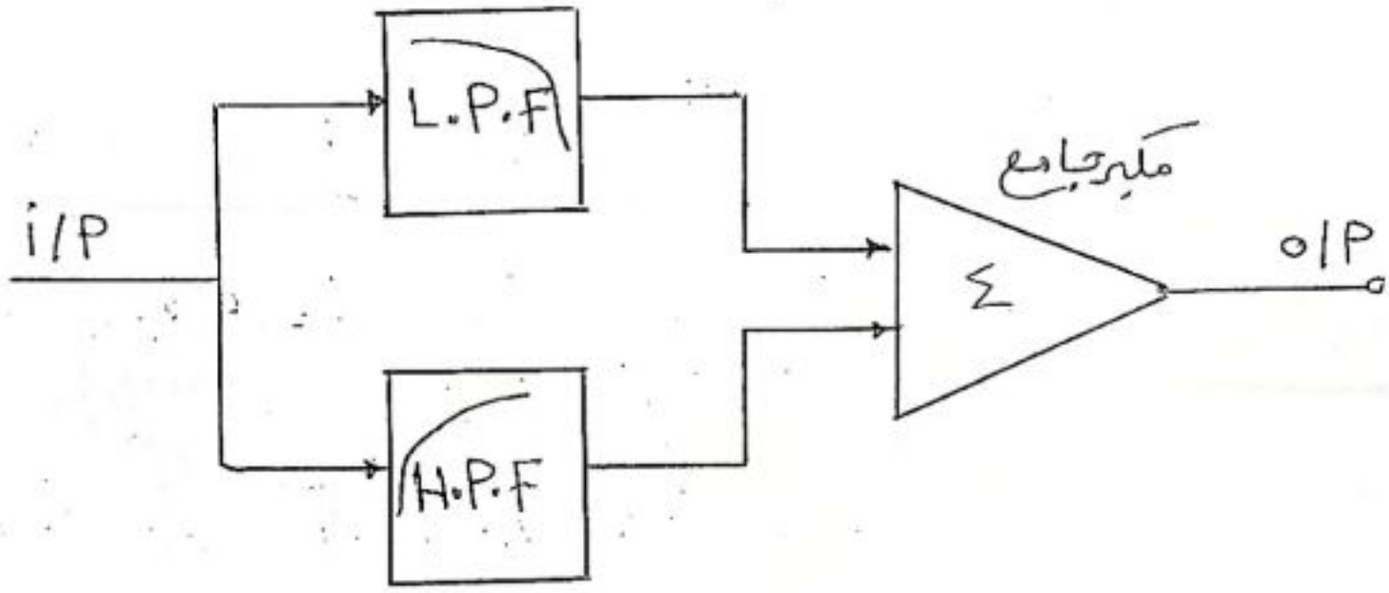
(أ) مرشح منع نطاق عريض من الترددات

(ب) مرشح منع نطاق ضيق من الترددات

(٢) مرشح منع نطاق عريض من الترددات

يمكن الحصول على مرشح منع نطاق عريض من الترددات عن طريق توصيل مرشح إمرار منخفض « L.P.F » على التوازي مع مرشح إمرار عالي « H.P.F » ويوصل خرج المرشحين بمكبر جامع

رسم مخطط صندوقي لمرشح ~~إمرار~~ منع حزمة عريضة من الترددات



* ويجب ان يكون تردد القطع السفلي للمرشح الناتج هو نفسه تردد القطع لمرشح إمرار منخفض « $F_L = F_{cL}$

* ويكون تردد القطع العلوي للمرشح الناتج هو نفسه تردد القطع لمرشح امرار عالي « H.P.F » $F_H = F_{cH}$

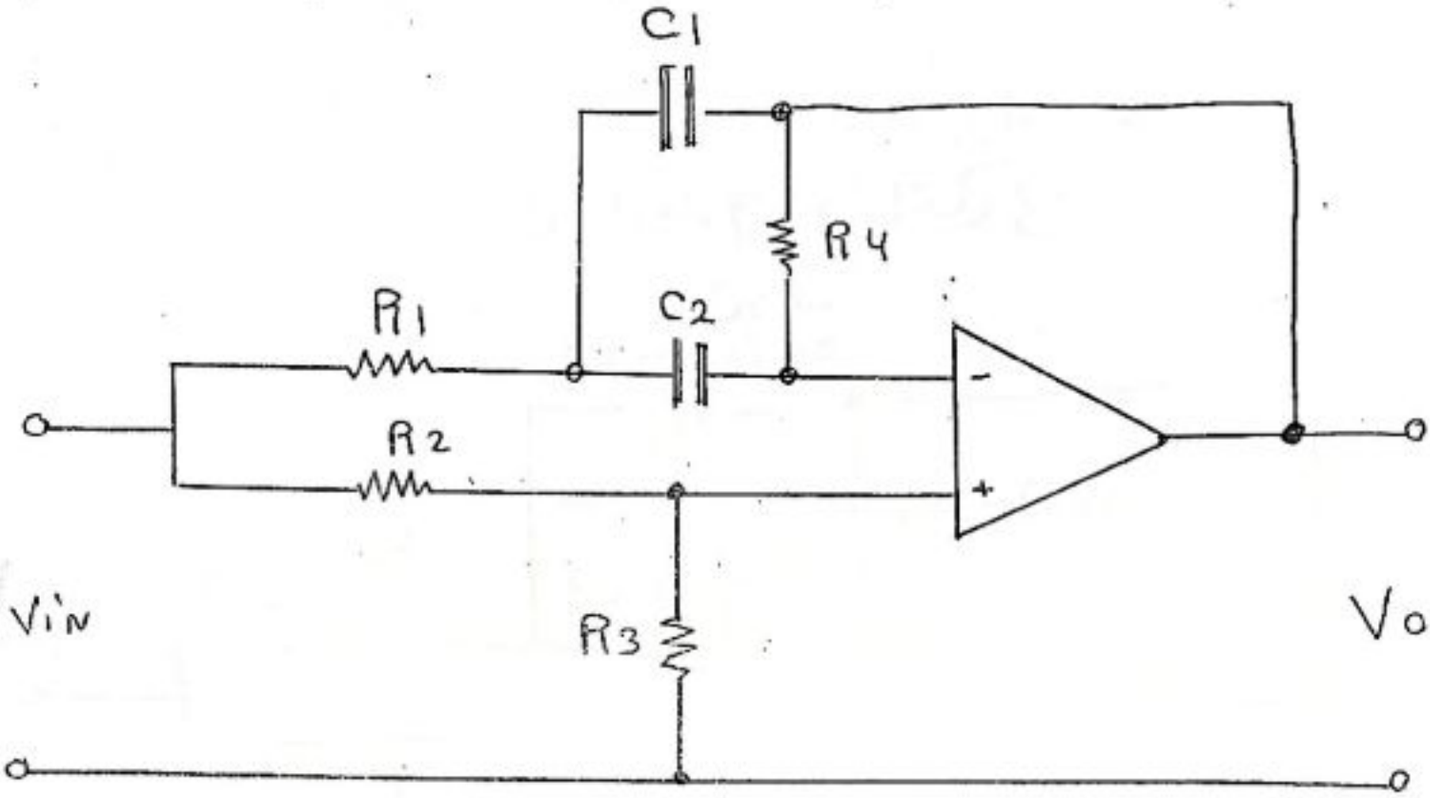
ولتوصيل المرشحين على التوازي شرطان :-

١- أن يكون كسب كل من المرشحين متساوي في نطاق الامرار

٢- ان يكون تردد القطع العلوي F_{cH} اكبر من تردد القطع السفلي F_{cL}

$$\frac{F_{cH}}{F_{cL}} \geq 2$$

(ب) مرشح منع نطاق ضيق من الترددات



قوانين الدائرة :-

معامل الجودة

تردد منتصف النطاق

$$Q = \frac{F_o}{B \cdot \omega} \quad (1)$$

عرض النطاق الترددي

$$R_4 = \frac{Q}{\pi \cdot F_o \cdot C} \quad (2)$$

$$R_1 = \frac{R_4}{4Q^2} \quad (3)$$

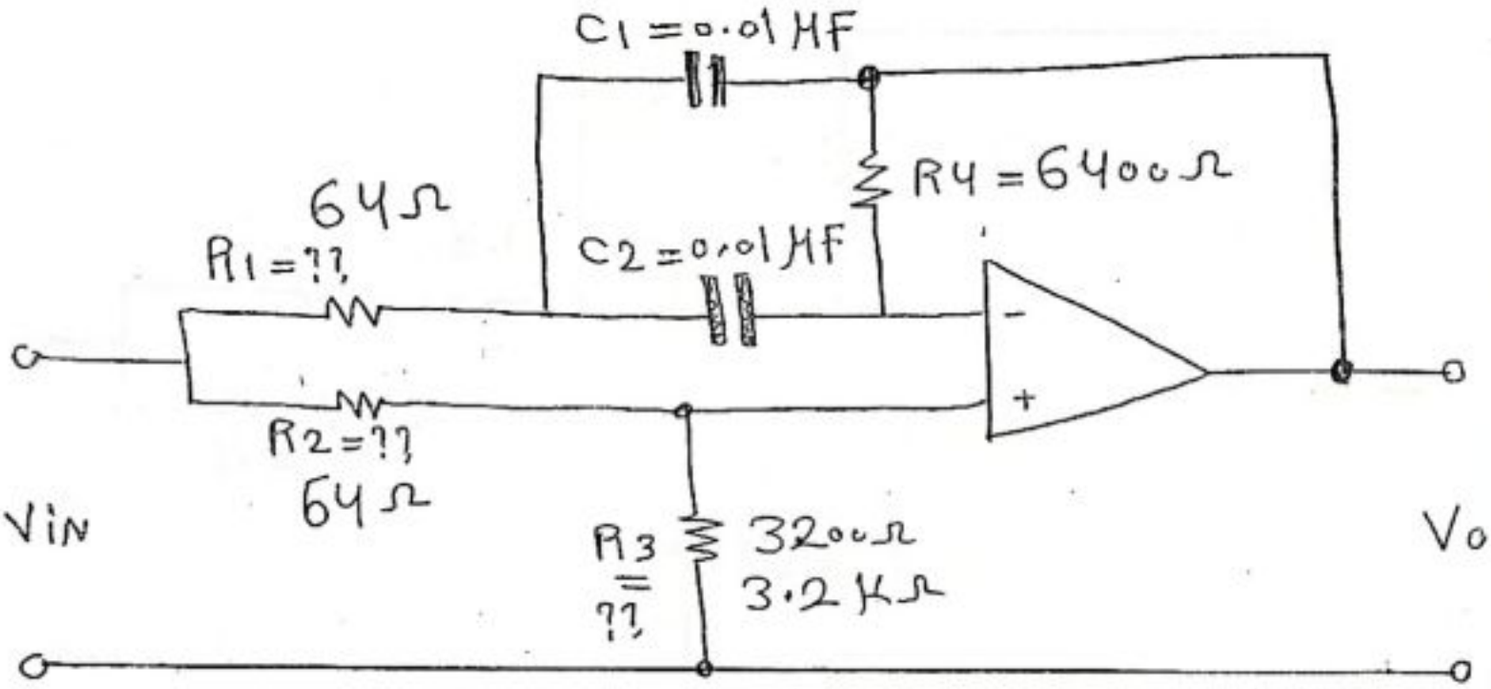
$$R_3 = 2Q^2 \cdot R_1 \qquad R_3 = \frac{1}{2} R_4 \quad (4)$$

$$R_1 = R_2 \quad (5)$$

$$C = C_1 = C_2 \quad (6)$$

Ex① : صمم مرشح منع نطاق ضيق من الترددات اذا علمت ان تردد المركز له (25 KHZ) وعرض النطاق الترددي له (5 KHZ) والسعة المستخدمة (0.01 μF) ثم ارسم المرشح وكتابة قيم العناصر عليه

Sol



$F_o = 25\,KHZ \quad B.w = 5\,KHZ \quad C = 0.01\,\mu F$

$$Q = \frac{F_o}{B.w} = \frac{25\times10^3}{5\times10^3} = 5$$

$$R_4 = \frac{Q}{\pi \cdot F_o \cdot C} = \frac{5}{\pi * 25\times10^3 * 0.01\times10^{-6}} = 6.36\ K\Omega$$

6.4 KΩ

6400 Ω

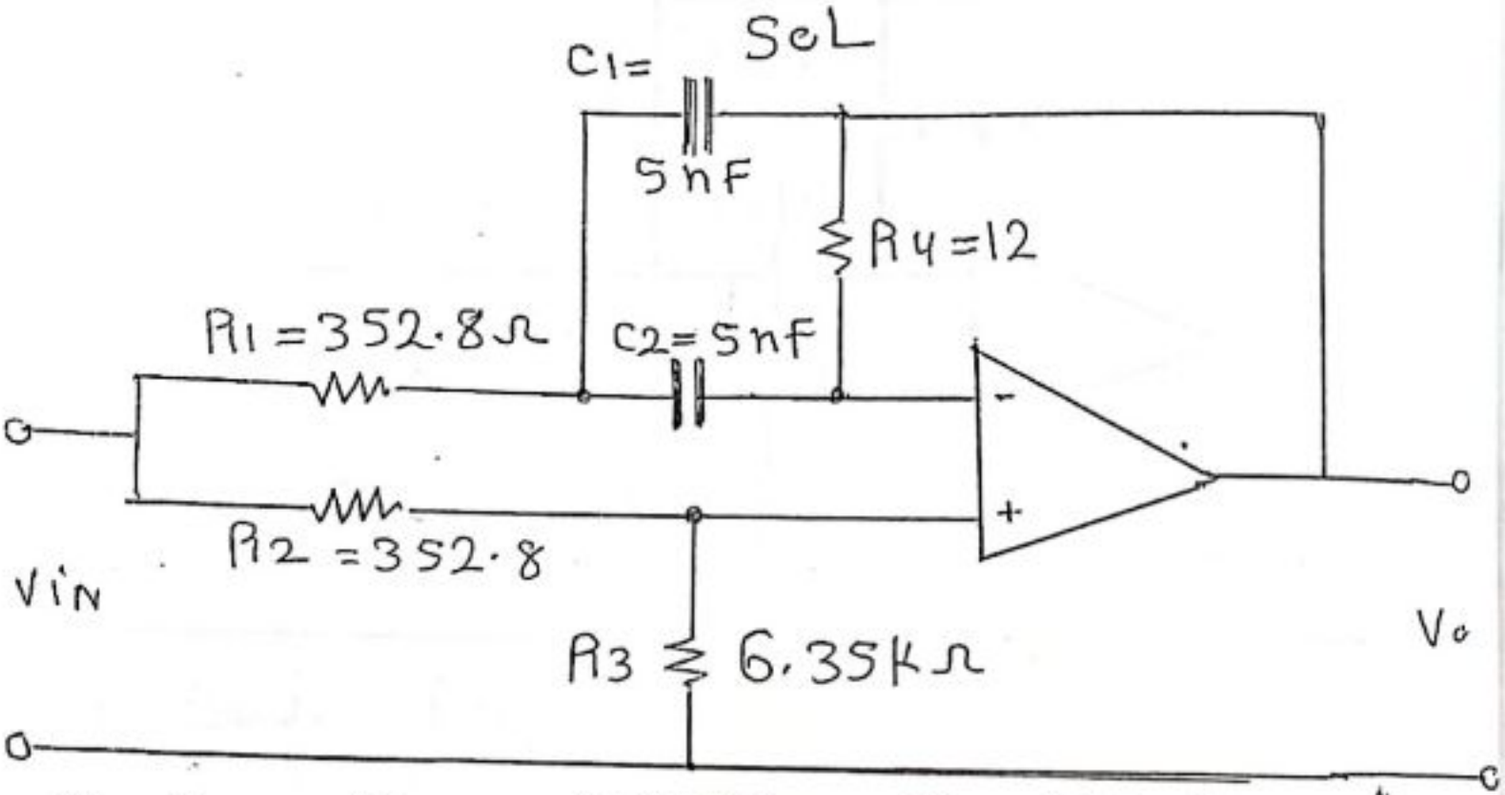
$$R_1 = \frac{R_4}{4Q^2} = \frac{6400}{4(5)^2} = 64\,\Omega$$

$$\because R_3 = 2Q^2 * R_1 = 2(5)^2 * 64 = 3200\,\Omega = 3.2K$$

$$\because R_1 = R_2 = 64\,\Omega$$

$$C = C_1 = C_2 = 0.01\,\mu F$$

Ex(2) صمم مرشح منع نطاق ضيق من الترددات إذا كان معامل الجودة يساوي (3) وعرض النطاق الترددي له يساوي (5 KHZ) وسعة المكثف المستخدم (5 nF) مع رسم الدائرة وكتابة قيم العناصر على الرسم



$Q = 3 \qquad B.w = 5\,KHZ \qquad C = 5\,nF$

$\because Q = \dfrac{F_o}{B.w}$

$\therefore F_o = Q * B.w = 3 * 5 \times 10^3 = 15000\,HZ = 15\,KH$

$\because R_4 = \dfrac{Q}{\pi \cdot F_o \cdot C} = \dfrac{3}{\pi * 15 \times 10^3 * 5 \times 10^{-9}} = 12.7\,K\Omega$

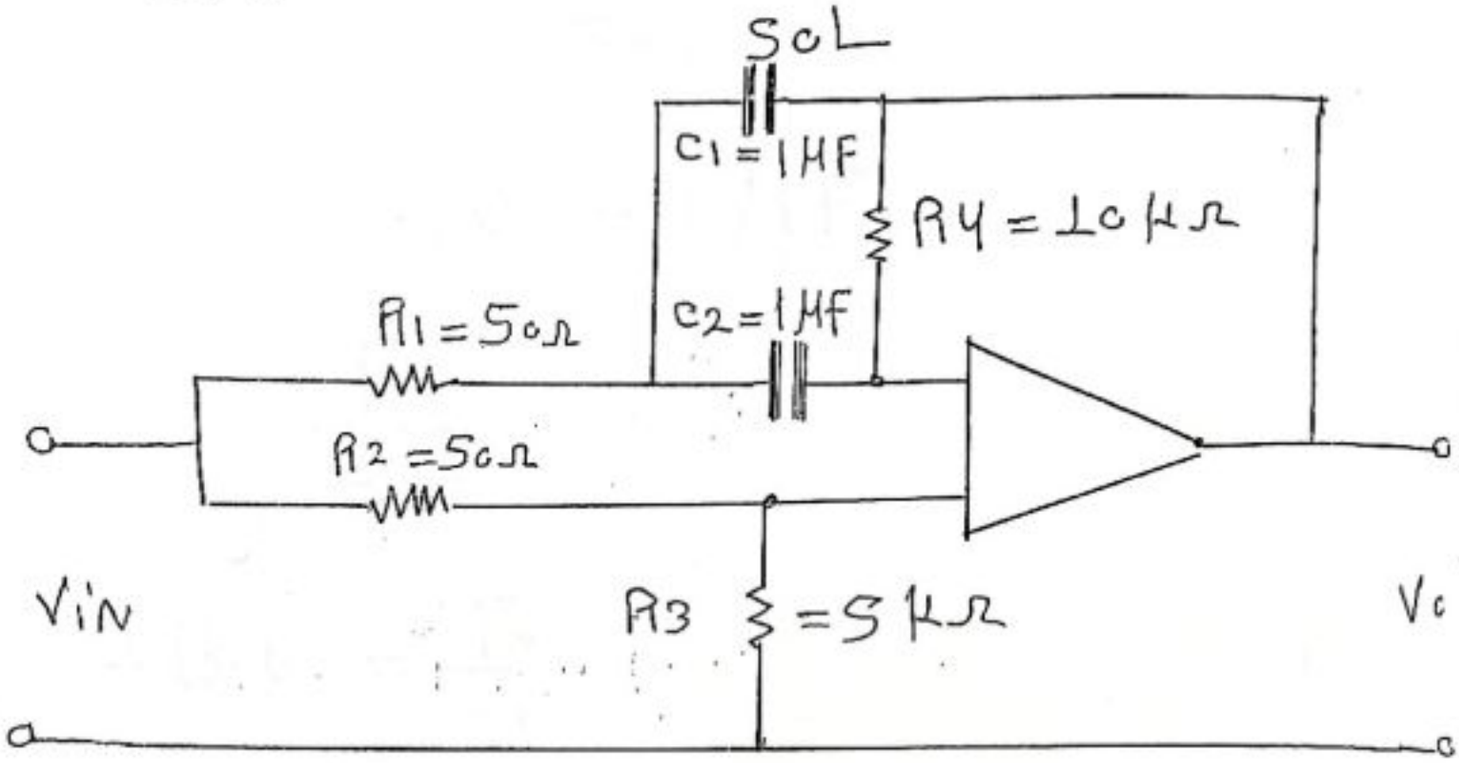
$R_1 = \dfrac{R_4}{4Q^2} = \dfrac{12.7 \times 10^3}{4 * (3)^2} = 352.8\,\Omega$

$R_3 = 2Q^2 \cdot R_1 = 2 * (3)^2 * 352.8 = 6.35\,K\Omega$

$\because R_1 = R_2 = 352.8\,\Omega$

$C = C_1 = C_2 = 5\,nF$

صمم مرشح منع نطاق ضيق من الترددات اذا علمت ان $R_1 = 50\Omega$
$R_4 = 10k\Omega$ أحسب قيمة كل من R_2 ، R_3 ، $B.W$ ، Q
مع رسم الدائرة وكتابة قيم العناصر عليها ، $C = 1\mu F$



$R_1 = 50\Omega \quad R_4 = 10k\Omega$

$R_2 = ?? \quad R_3 = ?? \quad B.W = ?? \quad Q = ??$

$$\because R_4 = \frac{Q}{\pi \cdot F_0 \cdot C}$$

$$\because R_1 = \frac{R_4}{4Q^2}$$

$$Q^2 = \frac{R_4}{4R_1}$$

$$\therefore Q = \sqrt{\frac{R_4}{4R_1}} = \sqrt{\frac{10 \times 10^3}{4 * 50}} = 7.07 \quad \#$$

$$\because R_4 = \frac{Q}{\pi \cdot F_0 \cdot C}$$

$$F_0 = \frac{Q}{\pi * R_4 * C} = \frac{7.07}{\pi * 10 \times 10^3 * 1 \times 10^{-6}} = 225 \text{ HZ}$$

$$\because R_3 = 2Q^2 * R_1 = 2(7.07)^2 * 50 = 5\,k\Omega$$

$4.99\,k\Omega$

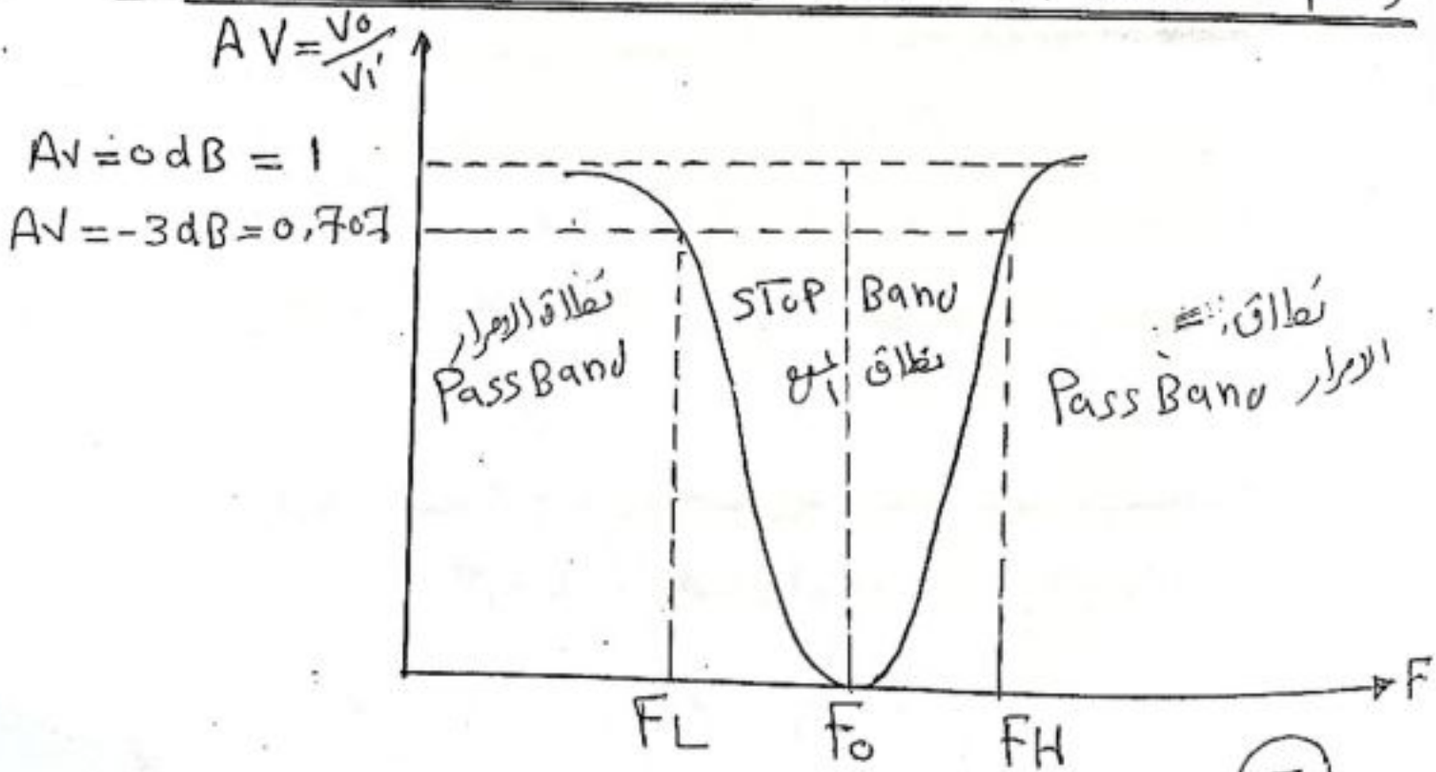
$$\because R_1 = R_2 = 50\,\Omega$$

$$C = C_1 = C_2 = 1\,\mu F$$

$$\because Q = \frac{F_o}{B.W}$$

$$\therefore B.W = \frac{F_o}{Q} = \frac{225}{7.07} = 31.82\ Hz$$

رسم منحنى الاستجابه الترددى لمرشح منع نطاق ضيق من الترددات :-



أسئله وتمارين على الباب الثانى

١ – عرف تردد القطع للمرشح ثم وضح كيف يمكن تعينه من منحنى الخواص للمرشح .

٢ – عرف المرشح مع ذكر وظيفة

٣- اذكر أنواع المرشحات على حسب نطاق التردد ثم ارسم الخواص العمليه والمثاليه لكل مرشح .

٤- اذكر نوع المرشح الذى يكون له نسبه التكبير 1 فى النطاق الترددى مابين 0HZ ، F_C .

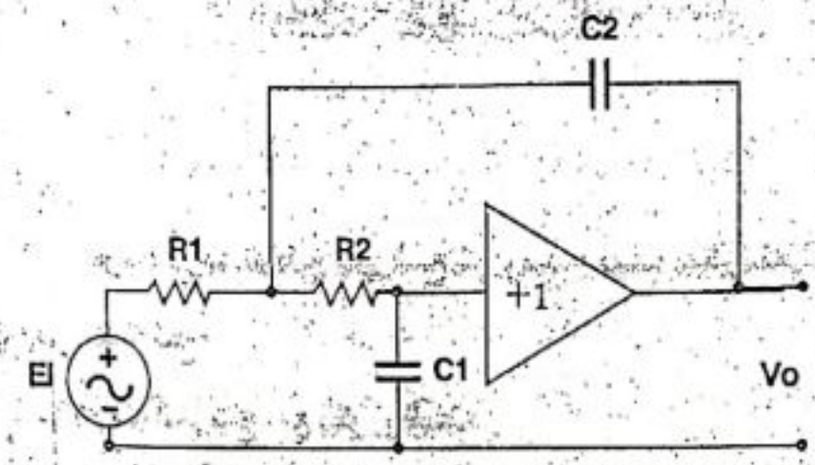
٥- عرف درجه المرشح ثم اذكر كيف يمكن تحسين خواص المرشح .

٦- ارسم دائرة مرشح أمرار منخفض فعال من الدرجه الأولى مع استنتاج كسب الدائرة .

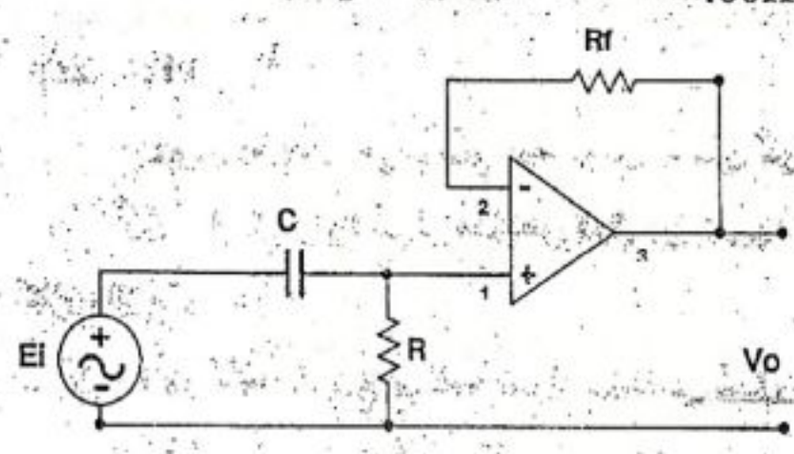
٧ – أوجد جهد الخرج لمرشح امرار منخفض فعال من الدرجه الأولى عند تردد القطع إذا كان $V_{in} = 5V$ ، $R = 100\Omega$ ، $C = 3\ F\ \mu$.

٨- ارسم دائرة مرشح امرار منخفض فعال من الدرجه الثانيه . ثم احسب تردد القطع له والسعه C_2 إذا كان $R_1 = R_2 = R = 10K\Omega$ ، $C_1 = C = 8nF$.

٩ – احسب تردد القطع للمرشح الموضح بالرسم إذا كان $C_2 = 0.002\mu F$ ، $C_1 = 0.01\mu F$ ، $R_1 = R_2 = 10K\Omega$.

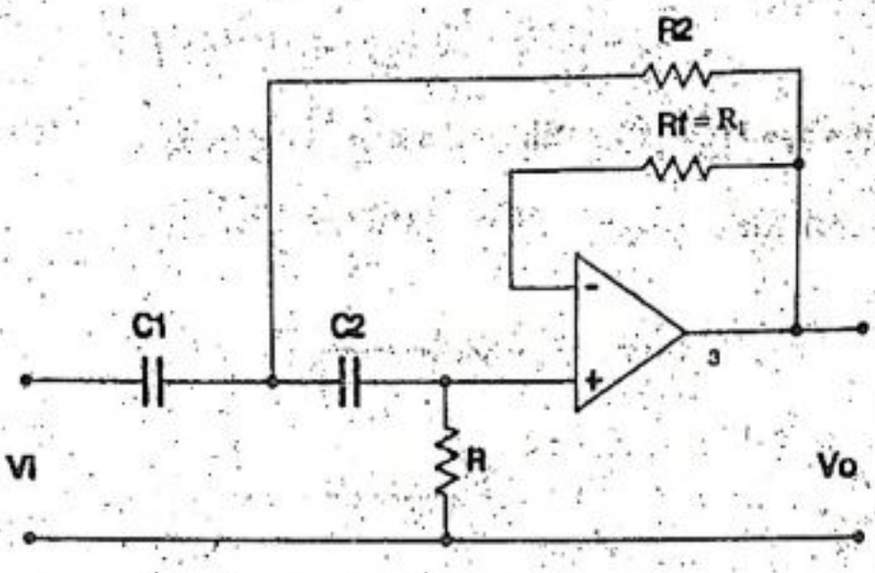


١٠ - أوجد قيمه المقاومه R فى الدائرة الموضحه بالشكل إذا كان تردد القطع = 400Hz ، $C = 0.04\mu F$



١١ - احسب ω_C للدائرة الموضحه بالمثال السابق إذا كان R = 10 K Ω ، $C = 0.01\mu F$ ،

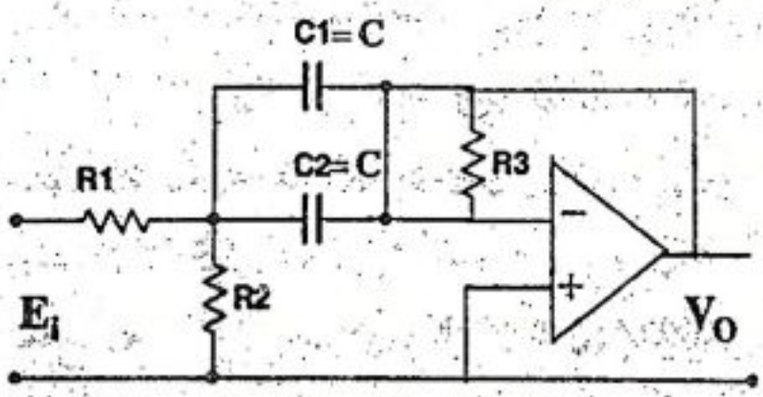
١٢ - احسب قيمه المقاومتين R_1, R_2 فى الدائرة الموضحه بالشكل إذا كان تردد القطع 4×10^3 rad/sec ، $C_1 = C_2 = 250PF$.



١٣ – احسب B.W ، F_O ، Q لمرشح امرار حزمه ترددية إذا كان تردد القطع 65Hz ، 55Hz .

١٤ - احسب ترددي القطع لمرشح امرار نطاق حزمه من الترددات إذا كان تردد الرنين 1000Hz وعرض النطاق 2500Hz .

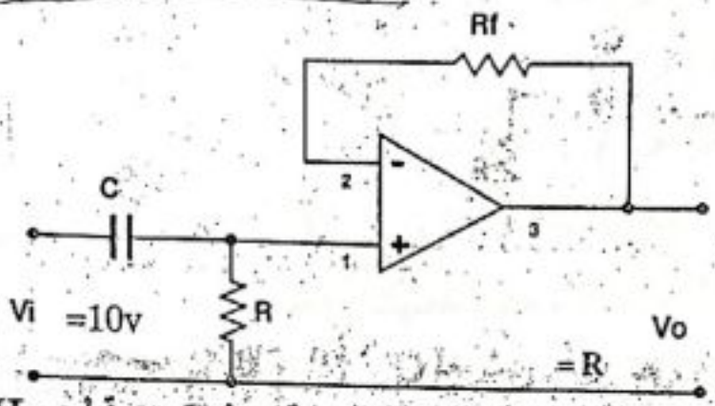
١٥ – صمم دائرة المرشح الموضح بالرسم إذا كان $F_O = 130Hz$ ، Q = 2 ، $C = 0.1\mu F$.



١٦. ارسم مخطط صندوقى لمرشح منع حزمه عريضه من الترددات مع رسم منحنى الاستجابة له .

١٧. صمم مرشح امرار منخفض من الدرجه الثانيه بتردد قطع $10^4 rad/sec$ إذا كانت $C = 0.002\mu F$.

١٨. أوجد جهد الخرج عند تردد القطع للمرشح الموضح بالرسم إذا كان $R = 8\ K\Omega$ ، $C = 0.002\mu F$. ثم احسب كسب الدائرة بالديسبل .



١٩. احسب قيمه المقاومه R للدائرة السابقه عند تردد قطع 10KHz ، $C = 0.001\mu F$.

٢٠. احسب معامل الجوده لمرشح امرار نطاق ترددى مابين 3KHz ، 6KHz ثم وضح نوع نطاق الامر (عريض أم ضيق) .

٢١. اذكر وظيفه كل من محول الممانعه (NIC) والدوار (اللفاف) .

٢٢- مرشح إمرار منخفض فعال من الدرجة الأولى . إذا كان جهد الدخل له (12V) وقيمة المقاومة المستخدمة (8KΩ) وتردد القطع (6KHZ). صمم المرشح موضحا قيم العناصر على الرسم .ثم إوجد قيمة جهد الخرج عند تردد (15KHZ) .

٢٣- صمم مرشح إمرار منخفض فعال من الدرجة الثانية إذا كان تردد القطع له (1KHZ) و $R1 = R2 = 10K\Omega$ مع رسم الدائرة وكتابة قيم العناصر على الرسم

$C = C_1$

(٢٢)

٢٤- مرشح إمرار منخفض فعال من الدرجة الأولى .إذا كانت قيمة المقاومة المستخدمة (10kΩ)وسعة المكثف (50nf) . إحسب نطاق الإمرار للمرشح .

٢٥- صمم مرشح إمرار عالى فعال من الدرجة الثانية إذا كان تردد القطع له (10KHZ) و C1 =C2 =0.01µf مع رسم الدائرة وكتابة قيم العناصر على الرسم .

٢٦- عرّف درجة المرشح . ثم ارسم دائرة مرشح إمرار منخفض فعال من الدرجة الثالثة بإستخدام مكبر عمليات واحد .

٢٧- مرشح إمرار عالى فعال من الدرجة الأولى . إذا كانت قيمة المقاومة المستخدمة (50Ω) وسعة المكثف (0.1µf) . إحسب نطاق الإمرار للمرشح .

٢٨- صمم مرشح إمرار نطاق (ضيق) فعال من الترددات تكبير الجهد له الوحدة وتردد القطع العلوى له (5KHZ) والتردد المركزى (4.8KHZ) وسعة المكثف المستخدم (0.1µf) .مع رسم الدائرة وكتابة قيم العناصر على الرسم .

٢٩- صمم مرشح منع نطاق (ضيق) فعال من الترددات . إذا كان معامل الجودة (3) وعرض النطاق الترددى (5KHZ) وسعة المكثف المستخدم (50nf).مع رسم الدائرة وكتابة قيم العناصر على الرسم .

٣٠- إرسم المخطط الصندوقى لمرشح إمرار نطاق عريض من الترددات مع ذكر شرطى عمله .

(٦٤٦)

وزارة التعليم العالى

امتحان الدبلوم

المعاهد الفنية الصناعية وترميم الأثار

الفصل الدراسى : الثانى للعام الدراسى ٢٠٠٨/٢٠٠٩

دور :	مايو ٢٠٠٩	المادة :	دوائر الكترونية (٢)
التخصص :	اجهزة الكترونية	الزمن :	ثلاث ساعات
نظام :	مطور	الدرجة :	٦٠ درجة

اجب عن خمسة أسئلة فقط

اجب عن خمسة أسئلة فقط

السؤال الاول : (١٢ درجة)

أ ـ اذكر خصائص مكبر العمليات المثالى .

ب ـ محول اولى (رقمى / تماثلى)كان جهد الدخل له يساوى (9 volt) وقيمة مقاومة التغذية العكسية (10 KΩ) وقيمة اكبر مقاومة فى شبكة المقاومات قيمتها (150KΩ)فاذا كان المحول له أربعة مداخل ثنائية فاوجد الجهد التماثلى المقابل لكل قيمة من قيم الدخل باستخدام جدول الحقيقة مع رسم المحول .

السؤال الثانى : (١٢ درجة)

أ ـ ارسم فقط تركيب دائرة المؤقت(555) موضحا علية اطراف التوصيل .

ب ـ مرشح امرار تردد منخفض فعال من الدرجة الاولى اذا كان جهد الدخل (9 volt) وقيمة المقاومة المستخدمة (8 kΩ) وكان تردد القطع (4 K HZ) أحسب قيمة جهد الخرج عند تردد (35 K HZ) مع رسم المرشح موضحا قيم العناصر على الرسم .

السؤال الثالث : (١٢ درجة)

أ ـ استنتج قيمة كسب الجهد لمكبر العمليات الغير عاكس .

ب ـ حساس ومبدل مقياس الاجهاد اذا كان ثابت مقياس الاجهاد (K = 5) وكان طول القطيب (100 cm) وعند تعرض القطيب للاجهاد اصبح طولة (105 cm) وكانت قيمة المقاومة الكهربائية الابتدائية (80 Ω) فاحسب مقياس الاجهاد وكذلك قيمة المقاومة بعد الاجهاد .

السؤال الرابع : (١٢ درجة)

أ ـ ارسم دائرة مذبذب احادى الاستقرار باستخدام الترانزستور واشرح نظرية عملة .

ب ـ صمم مرشح منع نطاق فعال اذا كان معامل الجودة لة (3) وكان عرض النطاق الترددى للمرشح (5 KHZ) وسعة المكثف المستخدم (50 nf) مع رسم المرشح موضحا قيم العناصر على الرسم .

السؤال الخامس : (١٢ درجة)

أ ـ اشرح مع الرسم محول لمحى يعطى خرج رقمى (3 – bits) .

ب ـ مذبذب عديم الاستقرار باستخدام دائرة المؤقت (555) فاذا كانت سعة المكثف (C=0.02μf) وقيم المقاومات كالاتى (R_A=16KΩ) و (R_B=14KΩ) فاحسب تردد الاهتزاز ودورة التشغيل للمذبذب .

السؤال السادس : (١٢ درجة)

أ ـ استنتج معادلة جهد الخرج لمرشح امرار تردد عالى فعال من الدرجة الاولى .

ب ـ مكبر عمليات كانت مقاومة دخلة (600 K Ω) وجهد الخرج عند التشبع (7.5 volt) وكان كسب التوافق المشترك (Acm = - 0.03) فاحسب نسبة رفض التوافق المشترك بالديسبل واحسب قيمة تيار الدخل عند بداية التشبع اذا كان جهد الدخل على طرفى المكبر (25 mv) .

مع التمنيات بالنجاح والتوفيق

(٢٤)

دواد
الكترو

الباب الثالث « مولدات النبضات »

* مولدات النبضات هى عبارة عن مذبذبات متعددة الإهتزازات (مذبذبات التراخى) تتكون من مرحلتى تكبير بواسطة ترانزستورين أحدهما فى حالة « ON » والأخر فى حالة « OFF »
* ولاتمام عملية التذبذب تستخدم تغذية خلفية موجبة بين مرحلتى التكبير للتحكم فى فترة فصل وتوصيل الترانزستور
* وبذلك يكون خرج هذه المذبذبات عبارة عن نبضات مربعة أو نبضات مستطيلة .

ماهى أنواع مولدات النبضات

١- المذبذب الغير مستقر (حر الدوران) (عديم الإستقرار)

فى هذا النوع يحدث التذبذب تلقائياً عند توصيل المصدر ولاتحتاج إلى إشارة إشعال

٢- المذبذب أحادى الأستقرار ذو حالة الثبات الواحدة

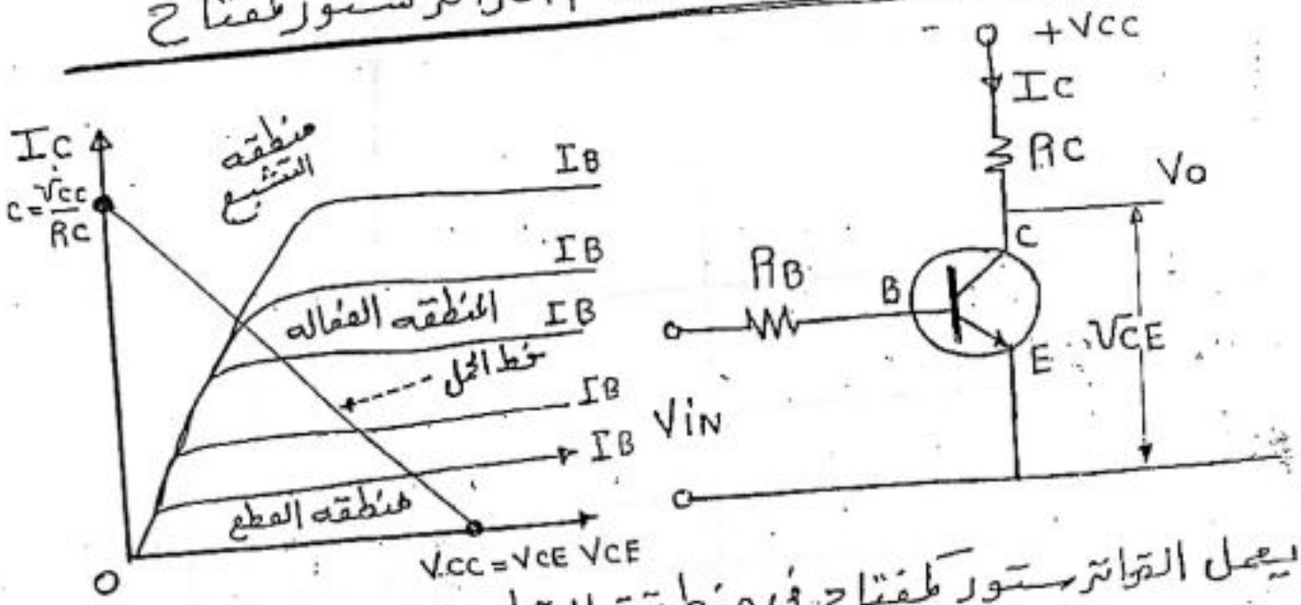
هذا المذبذب يحتاج إلى نبضة لكى يتحول من الوضع المستقر إلى الوضع الغير مستقر

٣- المذبذب ثنائى الاستقرار ذو حالتى الثبات

هذا المذبذب له حالتى ثبات حيث تقوم نبضة الاشعال بتحويل الدائرة من وضع مستقر إلى وضع آخر

ولكى يتم فهم هذه المذبذبات يجب أن نتذكر كيفية إستخدام الترانزستور كمفتاح

إشرح مع الرسم كيفية إستخدام الترانزستور كمفتاح



يعمل الترانزستور كمفتاح في منطقتي القطع (Cut off) والتشبع

أ- في منطقة القطع " Cut off "

$I_B = 0 \quad \therefore I_C = 0$

$\because V_{CC} = \underbrace{I_C \cdot R_C}_{0} + V_{CE}$ ---------- معادلة خط الحمل

$\therefore V_{CC} = V_{CE} \qquad \therefore V_o = V_{CC}$

ب- في منطقة التشبع Saturation :

$V_{CE} = 0$

$\because V_{CC} = I_C \cdot R_C + \underbrace{V_{CE}}_{0}$

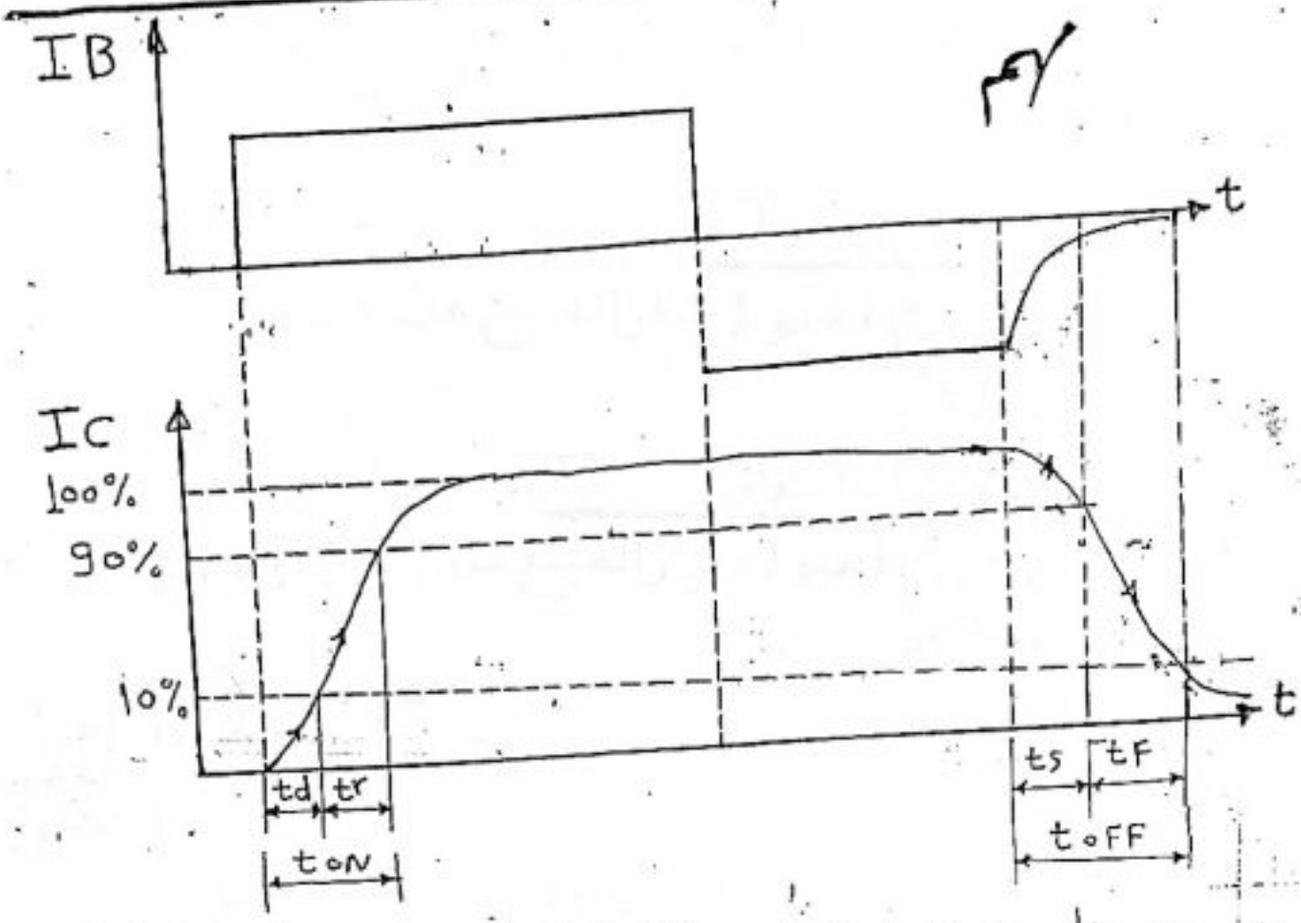
$\therefore V_{CC} = I_C \cdot R_C$

$\therefore I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$

$\therefore V_o = V_{CE\,sat}$

وميزة إستخدام الترانزستور كمفتاح سرعة إستجابته للقطع والتوصيل

إرسم شكل كل من تيار القاعدة IB وتيار المجمع Ic



أ- عند تطبيق تيار قيمته IB على قاعدة الترانزستور فإن الترانزستور لا يتحول في حاله "ON" في نفس اللحظة ولكن يستغرق زمنين هما زمن التأخير "Td" وزمن الصعود "Tr" كما يلي

١- زمن التأخير Td :- هو الزمن اللازم لزيادة تيار المجمع من (0 : 10%) من قيمته العظمى

٢- زمن الارتقاء (الصعود) Tr :-

هو الزمن اللازم لزيادة تيار المجمع من 10% إلى 90% من قيمته العظمى

حيث أن

زمن التوصيل $T_{ON} = T_d + T_r$

٢- فى حالة القطع فإن الترانزستور لا يتحول إلى حالة « OFF »
فى نفس اللحظة ولكنه يستغرق زمنين هما زمن التخزين T_S
وزمن الهبوط « T_F » كما يلى

٣- زمن التخزين T_S :-

هو الزمن اللازم لهبوط تيار المجمع من من قيمته العظمى
100% إلى 90%

٤- زمن الهبوط (الانحدار) T_F :-

هو الزمن اللازم لهبوط تيار المجمع من 90% إلى 10% من
قيمته العظمى

حيث أن

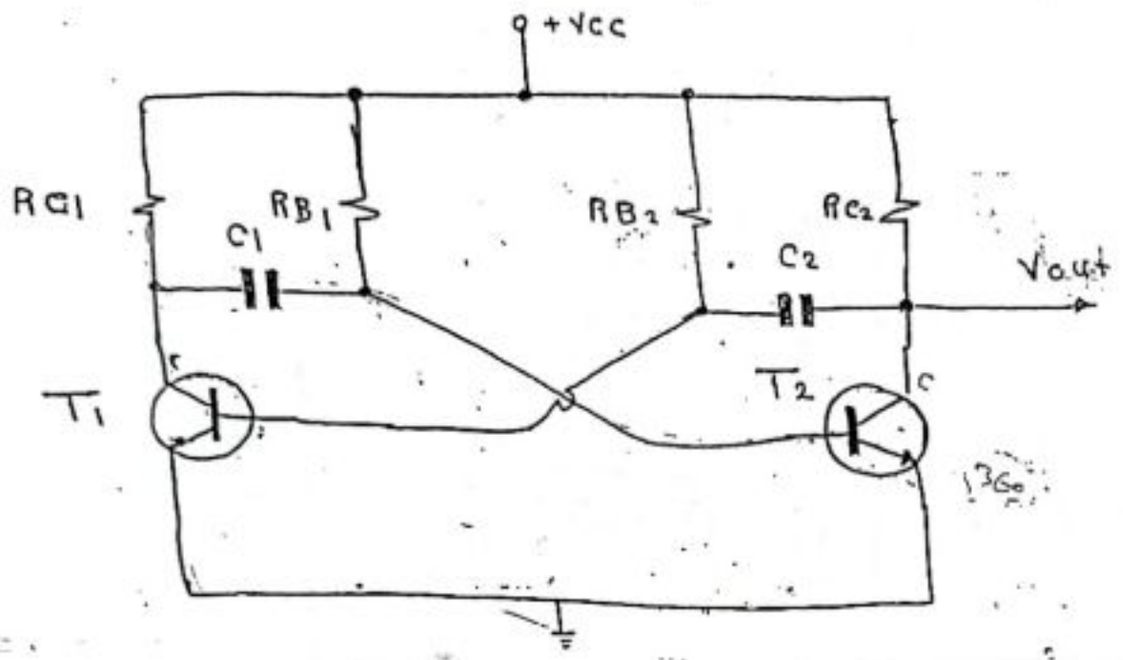
$$T_{OFF} = T_S + T_F$$

زمن الفصل (القطع)

زمن التخزين

زمن الهبوط

١- دائرة مذبذب الغير مستقر (حر الدوران) (عديم الاستقرار)



طريقة العمل :-

١- تتكون الدائرة ترانزستورين من نوع N-P-N موصلين بطريقة المشع المشترك حيث يرتبط خرج الترانزستور T1 بدخل T2 ويرتبط خرج الترانزستور T2 بدخل T1

٢- كل ترانزستور يحقق إختلافاً في زاوية الوجه بمقدار 180° وبالتالي يكون الاختلاف الكلي في زاوية الوجه 360° وهذا هو الشرط الاساسي لعملية التذبذب

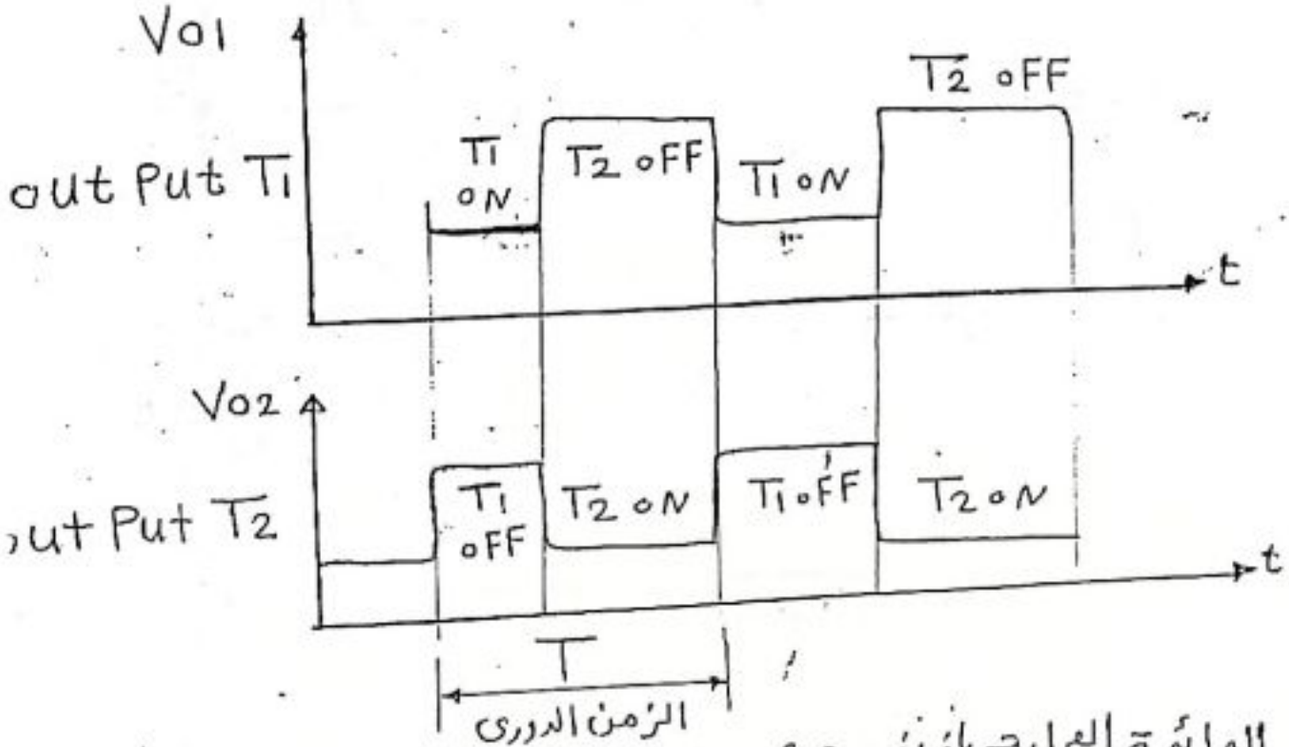
٣- عند توصيل الجهد المستمر (+Vcc) بالدائرة يحاول كل من الترانزستورين التوصيل قبل الآخر بسبب عدم تماثل الخواص الفنية لكل من الترانزستورين

٤- نفرض أن [T1 = ON , T2 = OFF] فيشحن المكثف C1 عن طريق RB1 حتى يصل الجهد الموجب على C1 إلى قيمة كافية تجعل الترانزستور T2 في حالة ON.

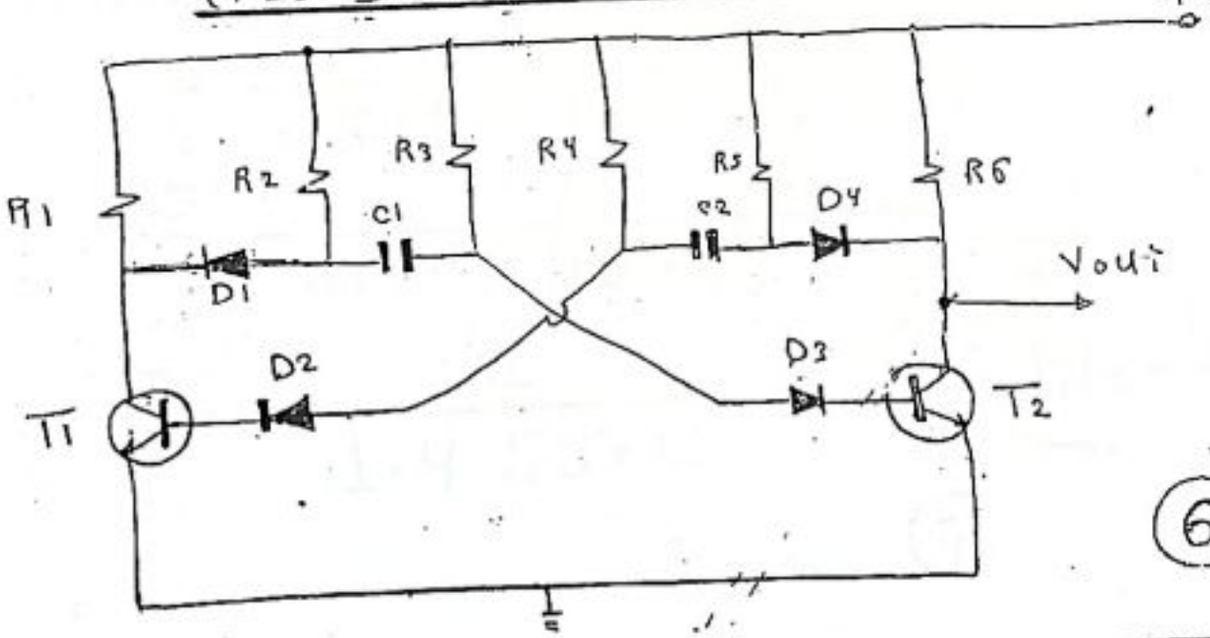
بعد فترة زمنية t1

٥- فيشحن المكثف C2 عن طريق RB2 حتى يصل الجهد بطرفيه على C2 إلى قيمة كافية تجعل T1 في حالة ON ويكون في حالة "OFF" وتستمر عملية التذبذب طالما الدائرة متصلة بالمصدر (+VCC)

٦- فيكون خرج كل ترانزستور عبارة عن نبضة مربعة والاشكال الموجية توضح ذلك.



الدائرة العملية للذبذب عديم الاستقرار (حر الدوران)



قوانين مذبذب عديم الاستقرار

الزمن الدوري $\therefore T = T_1 + T_2$

الزمن اللازم لكي يصل T_1 إلى حالة انحياز أو $\therefore T_1 = 0.7\, RB_1 \cdot C_1$

الزمن اللازم لكي يصل T_2 حالة انحيازا $\therefore T_2 = 0.7\, RB_2 \cdot C_2$

الزمن الدوري $\therefore T = 0.7\, RB_1 \cdot C_1 + 0.7\, RB_2 \cdot C_2$

$$T = 0.7(RB_1 \cdot C_1 + RB_2 \cdot C_2)$$

التردد $\therefore F = \dfrac{1}{T}$

$$\therefore F = \frac{1}{T_1 + T_2} = \frac{1}{0.7(RB_1 \cdot C + RB_2 \cdot C_2)}$$

في حالة تساوي المقاومات والسعات $B_1 = RB_2$ ، $C_1 = C_2$

$$\therefore F = \frac{1}{0.7(RB_1 \cdot C_1 + RB_2 \cdot C_2)}$$

$$F = \frac{1}{0.7(2\, RB \cdot C)}$$

$$F = \frac{1}{1.4\, RB \cdot C}$$

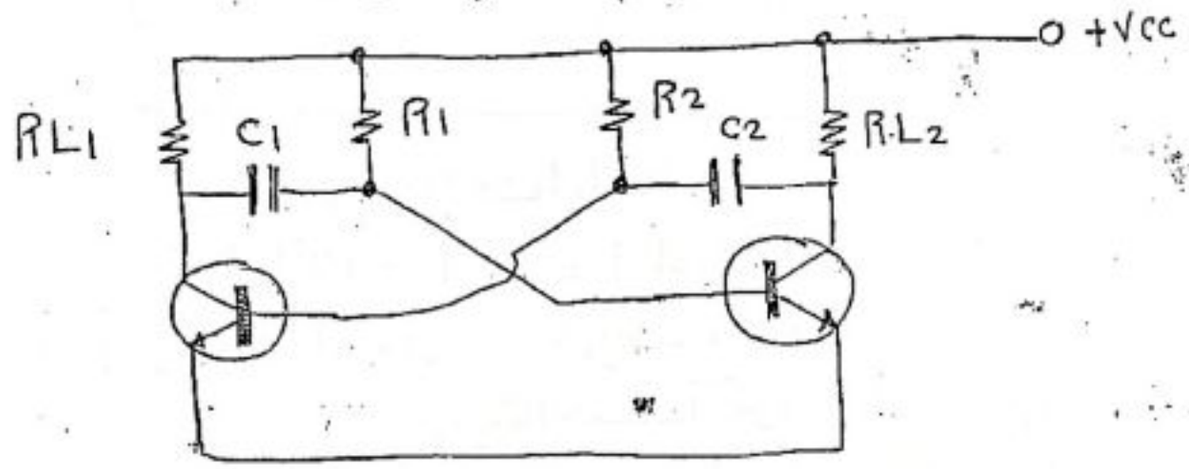
أقل كسب $h_{Fe} = \dfrac{R_b}{R_c} = \dfrac{R}{R_L}$

EX(1)

في الشكل الآتي اذا علمت أن $R_1 = R_2 = R = 10k\Omega$

$C_1 = C_2 = C = 0.01\,\mu F$ و $R_{L1} = R_{L2} = 1k\Omega$

احسب تردد المذبذب والكسب h_{Fe}



$$\because F = \frac{1}{T}$$

$$\because T = T_1 + T_2$$

$$\because T_1 = 0.7\,R_B \cdot C = 0.7 * 10\times10^{3} * 0.01\times10^{-6} = 70\,\mu sec$$

$$T_2 = 0.7\,R_B \cdot C = 0.7 * 10\times10^{3} * 0.01\times10^{-6} = 70\,\mu sec$$

$$\therefore T = T_1 + T_2 = 70\,\mu sec + 70\,\mu sec = 140\,\mu sec$$

$$\therefore F = \frac{1}{T} = \frac{1}{140\times10^{-6}} = 7142.85\ HZ$$

أو

$$OR \because F = \frac{1}{1.4\,R_B \cdot C} = \frac{1}{1.4 * 10\times10^{3} * 0.01\times10^{-6}} = 7142.85\ HZ$$

أقل كسب

$$h_{Fe} = \frac{R_B}{R_C} = \frac{R}{R_L} = \frac{10\times10^{3}}{1\times10^{3}} = 10$$

في دائرة مذبذب عديم الاستقرار اذا علمت أن (2)

$RB_1 = RB_2 = 20k\Omega$ $C_1 = C_2 = 0.01\ \mu F$

$RC_1 = RC_2 = 2k\Omega$

احسب تردد المذبذب وأقل كسب h_{Fe}

---

(3) مذبذب متعدد الاهتزازات عديم الاستقرار باستخدام الترانزستور

اذا علمت أن $RB_1 = RB_2 = 8k\Omega$ ، $RC_1 = RC_2 = 1k\Omega$

وكانت السعة متغيرة مابين $[1nF : 10nF]$

١- أوجد أقل قيمة لكسب التيار

٢- أوجد القيمة العظمى والصغرى لتردد الخرج

SOL

$$\because h_{Fe} = \frac{RB}{RC} = \frac{8\times10^3}{1\times10^3} = 8 \ \#$$

أكبر قيمة $\because F = \frac{1}{1.4\ RB \cdot C} = \frac{1}{1.4 * 8\times10^3 * 1\times10^{-9}} = 8928.7\ HZ$

$89.28\ kHZ$

أقل قيمة $\because F = \frac{1}{1.4 * RB \cdot C} = \frac{1}{1.4 * 8\times10^3 * 10\times10^{-9}} = 8928.57\ HZ$

$8.92\ kHZ$

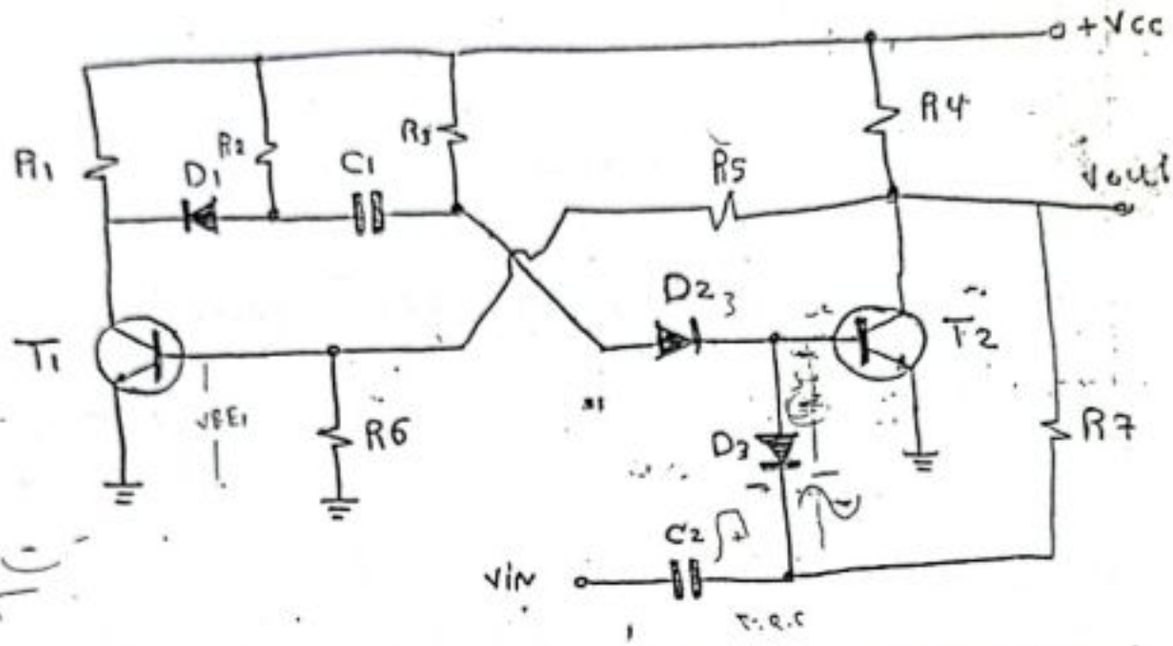
في دائرة مذبذب عديم الاستقرار اذا كان $RB_1 = RB_2 = 20k\Omega$ (4)

$RC_1 = RC_2 = 2k\Omega$ ، $C_1 = C_2 = 0.01\ \mu F$

احسب تردد المذبذب وأقل قيمة للكسب

الاجابة (10 ، 10)

٢- المذبذب احادي الاستقرار أو المهتز ذو حالة الثبات الواحدة



طريقة العمل :-

١- هذا المذبذب يحتاج إلى نبضة اشعال لكي يتحول من الحالة المستقرة إلى الحالة الوضع غير مستقرة ورجوعه مرة أخرى إلى الوضع المستقر يتوقف على ثوابت الدائرة حيث يظل المذبذب في الوضع الغير مستقر لفترة زمنية تعتمد على قيمة الثابت الزمني $T = R \cdot C$

٢- عند توصيل الجهد المستمر Vcc + بالدائرة نفرض حالة الوضع المستقر يكون T_2 في حالة ON بسبب مرور تيار قيمته I_{B2} في قاعدته من المصدر ويكون T_1 في حالة OFF لان جهد V_{BE1} تقترب من جهد الارض

٣- يتغير هذا الوضع بعد اشعاله بنبضة خارجية فتقوم بأجبار T_2 على التحول من حالة ON إلى حالة OFF.

٤- وبذلك تستخدم المقاومات R6 ، R4 ، R5 لتوفير جهد الانحياز الامامي اللازم لتشغيل الترانزستور T_1 فيتحول من حالة OFF إلى حالة ON

٥- يستمر الترانزستور T_1 في حالة ON بسبب شحنة المكثف C_1 عن طريق المقاومة R_3. ويكون الجهد المطبق على C_1 هو الجهد المطبق مباشراً على T_2.

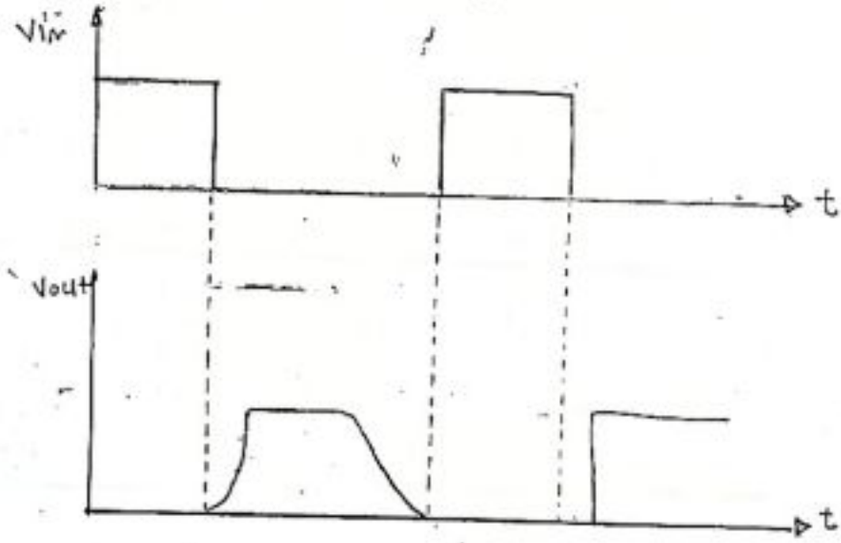
٦- نتيجة لذلك يتحول T_2 إلى حالة ON عندما يصل جهد المكثف C_1 إلى قيمة معينة فيجر الترانزستور T_1 إلى حالة OFF فتعود الدائرة إلى الوضع المستقر.

٧- وعودة T_2 من حالة ON إلى حالة OFF تتوقف على الثابت الزمني

$$T = 0.7\, R_3 C_1$$

$T = 0.7 R_3 C$

٨- وعند دخول نبضة الشحنة السالبة تجعل الموحد D_3 في حالة ON مما يسبب قطع التيار المار في قاعدة T_2 فيتحول إلى OFF نحصل في الخرج على شكل موجة مربعة



زمن دورة الهتز

$$T = 0.7\, R_3 C_1 \qquad V_{B1} = -V_{CC} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{C2} = \frac{V_{CC} R_1}{R_1 + R_4}$$

(14)

Ex (12)

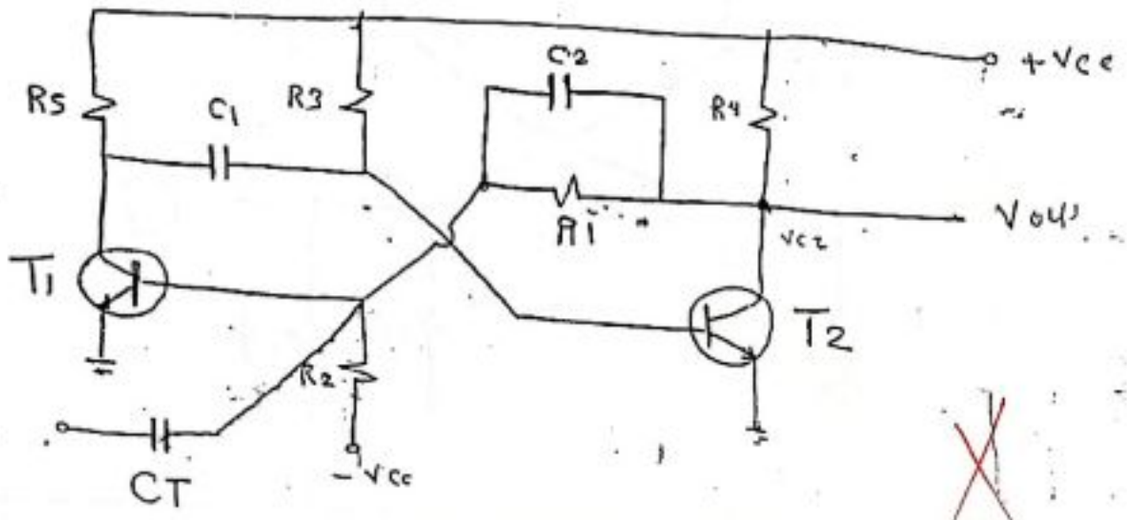
في الشكل الآتي يوضح دائرة مهتز احادي الاستقرار

$V_{CC} = 12$ Volt $R_4 = R_5 = 1.5 K\Omega$ $R_1 = R_3 = 15 K\Omega$

$R_2 = 30 K\Omega$ $C_{1_B} = 0.1 \mu F$ $C_{2_A} = 0.1 \mu F$

احسب ١- زمن دورة المهتز ٢- قيمة V_{C2} خلال دورة كاملة للمهتز

٣- V_{B1} خلال حالة الاستعداد stand by



$T = ??$ $V_{C2} = ??$ $V_{B1} = ??$

$T = 0.7\, R_3 * C_1 = 0.7 * 15000 * 0.1 * 10^{-6} = 1 \times 10^{-3}$ sec

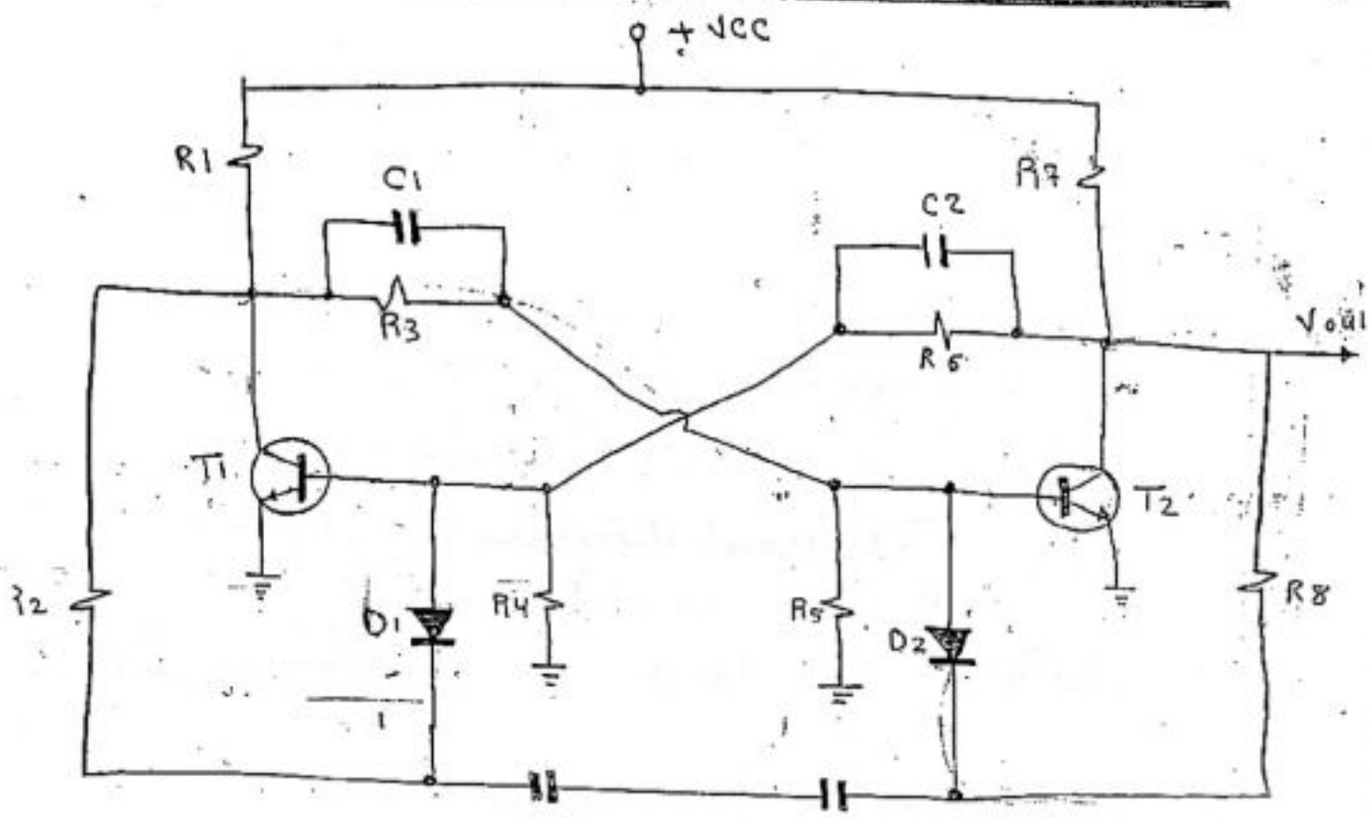
حساب جهد V_{C2} خلال دورة كاملة يساوي 1.05×10^{-3} sec

$$V_{C2} = \frac{V_{CC} R_1}{R_1 + R_4} = \frac{12 * 15000}{15000 + 1500} = 10.9 \text{ Volt}$$

حساب V_{B1} خلال الاستعداد stand by TOFF

$$V_{B1} = -V_{CC} * \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -12 * \frac{15000}{1500 + 30000} = -4 \text{ Volt}$$

٣- المذبذب ثنائي الاستقرار ذو حالتي الثبات
"المتزنثنائي الاستقرار"



طريقة العمل:-

١- تتكون الدائرة من ترانزستورين يرتبط خرج كل من منهما بدخل الآخر وهذا المذبذب له حالتي استقرار (ثبات)

أ- الوضع الأول $T_1 = ON$ ، $T_2 = OFF$

ب- الوضع الثاني $T_1 = OFF$ ، $T_2 = ON$

٢- عند وضع الاستقرار الأول يكون T_1 في حالة ON و T_2 في حالة OFF فعند تطبيق نبضة سالبة الناتجة من تفاضل المنحنى المربعة فإن الموجة D_1 يوصل الجهد السالب مع قاعدة T_1 فيتحول من حالة ON إلى حالة OFF فيزيد جهد المجمع إلى القيمة VCC [$V_{C1} = V_{CC}$] فيطبق هذا الجهد مع قاعدة T_2 فيتحول إلى حالة ON [$V_{C2} = V_{CE\,sat}$]

٣- في وضع الاستقرار الأول تقوم المقاومة R_2 بتوصيل مهبط D_1 إلى الأرض من خلال مجمع T_1 وبذلك يكون D_1 مهيأ للتوصيل

فتقوم المقاومة R6 بتوصيل مهبط D2 الى نقطة تجمع T2 (T2 = OFF)
فيكون الموحد D2 في حالة انحياز عكسي

٤- وعند وضع الاستقرار الثاني يكون T1 في حالة OFF و T2 في حالة ON
فيتم عكس حالة الثنائيين D1 و D2 فيكون
الموحد D1 في حالة انحياز عكسي ، والموحد D2 مهيأ للتوصيل

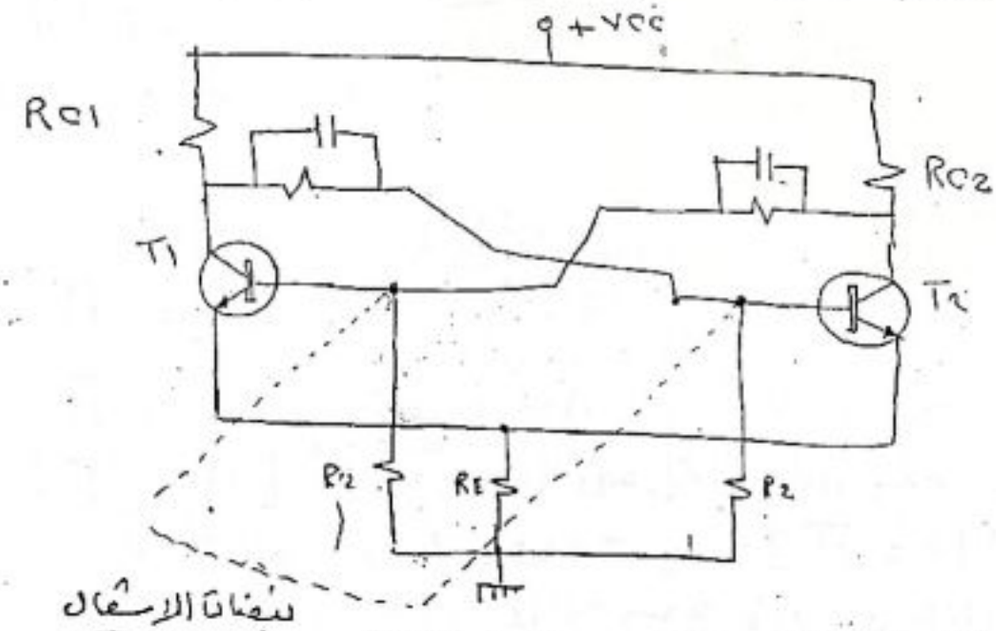
٥- المكثفات C1 و C2 مكثفات اسراع تعمل على اسراع عمليتي التحويل
لكل من الترانزستور من حالة ON الى OFF والعكس

٦- زمن التحويل :- هو الزمن اللازم لتحويل الترانزستور من وضع الى آخر
واكبر تردد يمكن الحصول عليه من خلال هذا المذبذب

$$F_{max} = \frac{R + \bar{R}}{2C\, R \cdot \bar{R}} \qquad R = R_4 = R_5 \qquad \bar{R} = R_3 = R_6$$

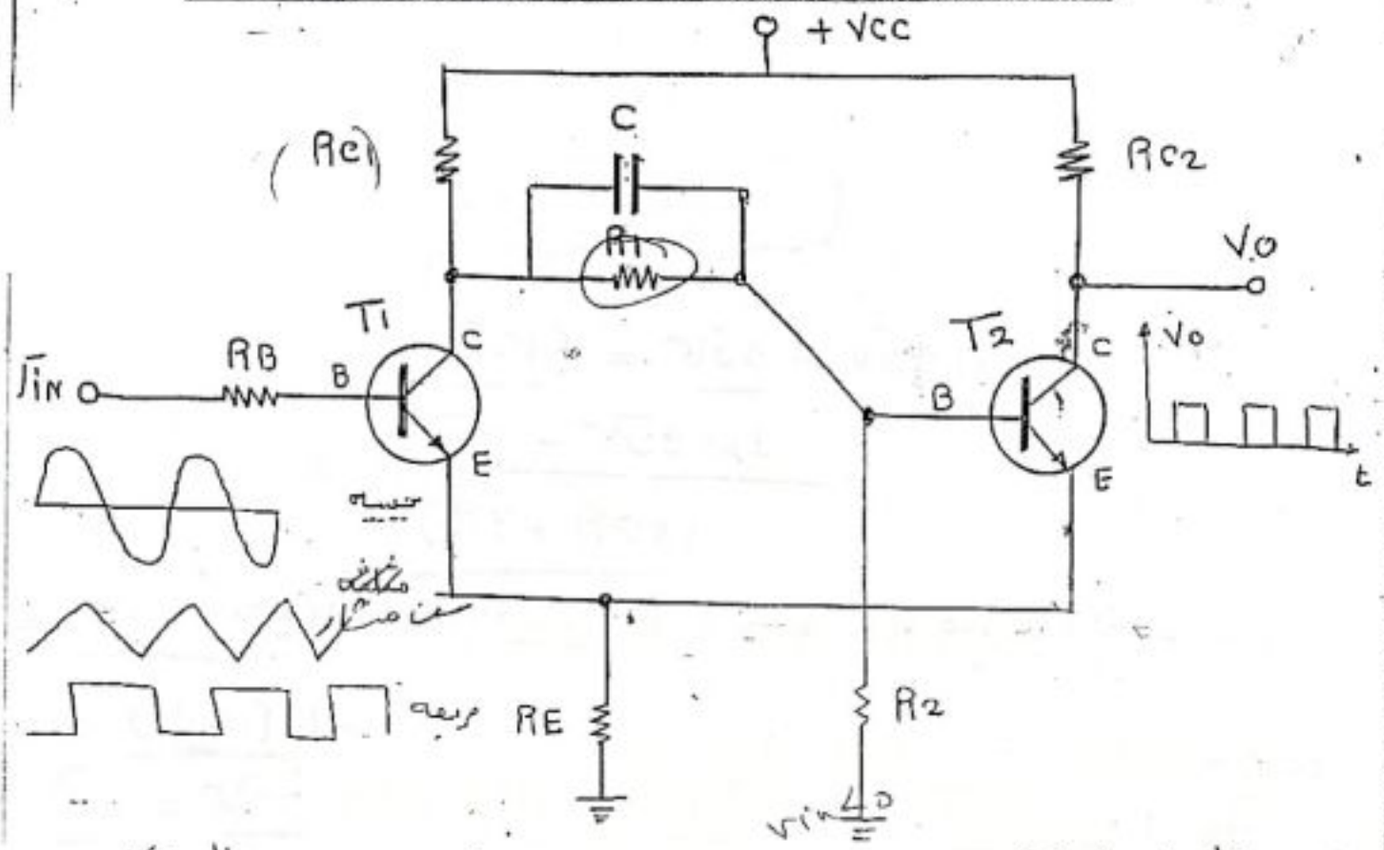
ويستخدم هذا المذبذب كعداد أو مقطع للجهد

وهناك توصيلة أخرى للمذبذب ثنائي الاستقرار



ويستخدم المقاومتان R2 و RE لتعمل على توفير جهد الانحياز العكسي
لقاعدة ترانزستور الفاصل OFF وتحافظ على استقرار الدائرة

٤- دائرة إشعال شميت (قدح)



وظيفة الدائرة

تعمل على تحويل مستوى جهد الخرج عندما يصل جهد الدخل إلى أعلى قيمة أو أقل قيمة لجهد الإشعال

فنحصل في الخرج على نبضات ذات سعة ثابتة إذا كان الدخل (موجة مربعة - موجة جيبية - موجة مثلثة) سن منشار

طريقة العمل :-

١- هذه الدائرة لها وضعين إستقرار (

أ- وضع الاستقرار الأول [$T_1 = ON$ $T_2 = OFF$]

ب- وضع الاستقرار الثاني [$T_1 = OFF$ $T_2 = ON$]

٢- عندما يكون دخل الدائرة أقل من الصفر فيكون $V_{in} < 0$ [$T_1 = OFF$]

ويكون [$T_2 = ON$] بسبب مرور تيار في قاعدة الترانزستور T_2 من خلال المصدر V_{cc} ثم من خلال R_1 ، R_{c1}

وهذا هو وضع الاستقرار الثاني

$$V_{o1} = V_{CEsat} + I_{E2} \cdot R_E = V_{CC} - I_{C2} \cdot R_{C2}$$

$$\therefore \quad I_{E2} \cdot R_E + I_{C2} \cdot R_{C2} = V_{CC} - V_{CEsat}$$

$$I_{E2} \simeq I_{C2}$$

$$I_{E2}(R_E + R_{C2}) = V_{CC} - V_{CEsat}$$

$$\therefore \quad I_{E2} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{(R_E + R_{C2})}$$

ويستمر هذا الوضع إلى أن يصل جهد اشعال الدخل للقيمه (V_{IN1})

٣- وعندما يزيد جهد الدخل بقيمه أكبر من جهد الاشعال (V_{IN1})
يكون ($T_1 = ON$) ، ($T_2 = OFF$) ويكون $V_{o2} = V_{CC}$
وهذا هو وضع الاستقرار الأول

٤- وعندما ينخفض جهد اشعال الدخل بقيمه أقل من (V_{IN2})
نجد أن [$T_1 = OFF$] ، [$T_2 = ON$]
وهذا هو وضع الاستقرار الثاني

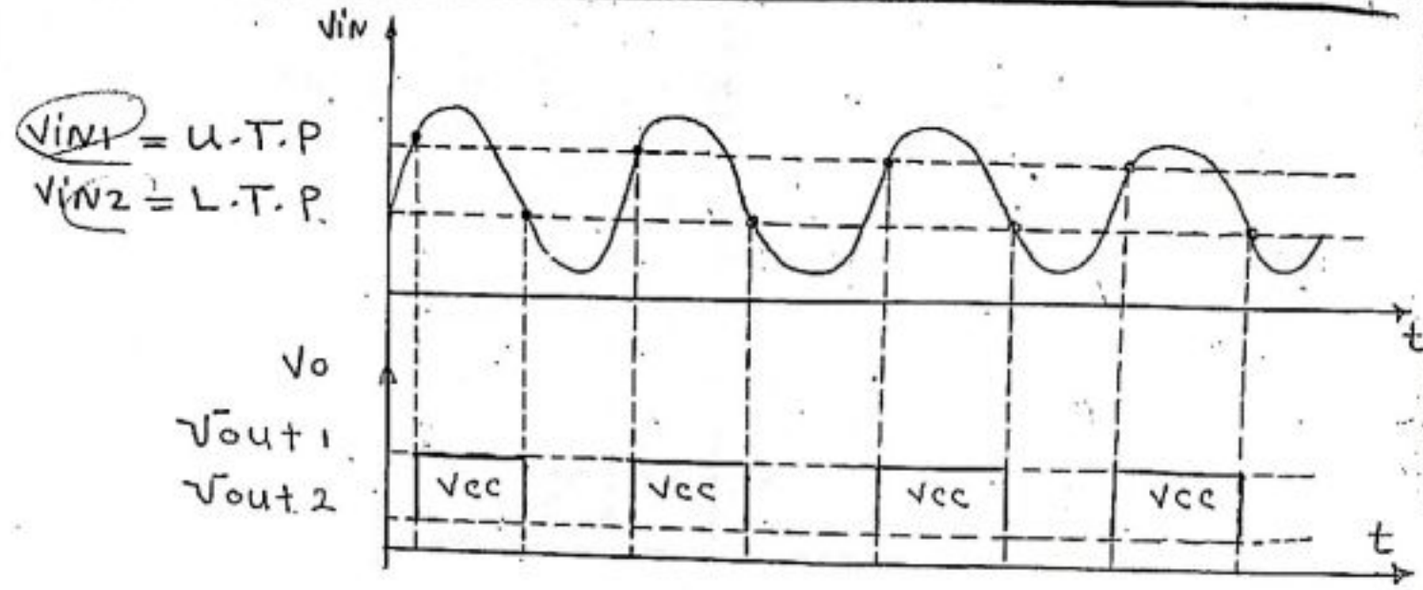
٥- المكثف (C) المستخدم في إشعال شميت يقوم بزيادة سرعة التحويل من وضع إلى آخر

تعريفات:

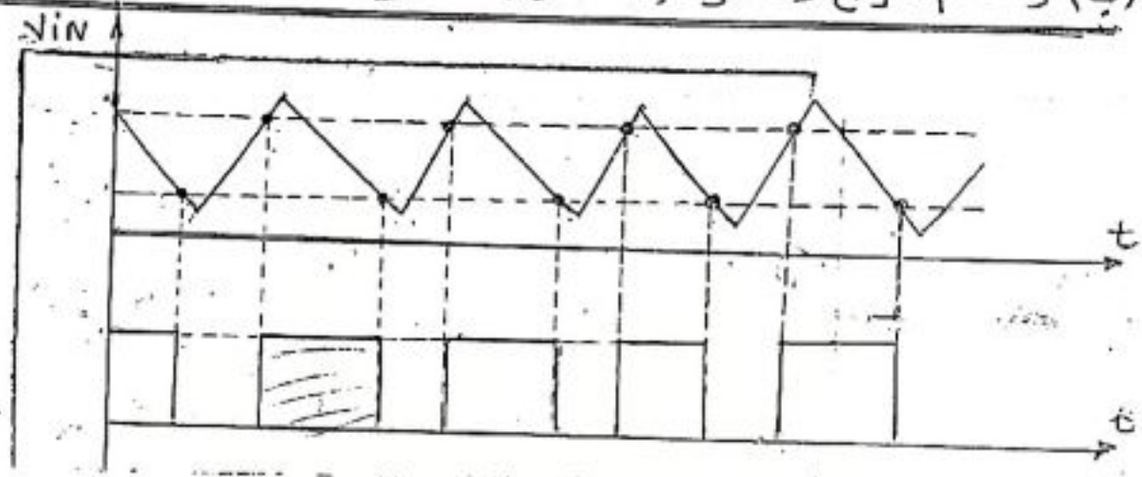
١- (V_{IN1}) يسمى جهد الاشعال العلوى (U.T.P) وهو أكبر قيمة لجهد إشعال الدخل التى يكون عندها [$T_1 = ON$] ، [$T_2 = OFF$]

٢- (V_{IN2}) يسمى جهد الاشعال السفلى (L.T.P) وهو أقل قيمة لجهد إشعال الدخل التى يكون عندها [$T_1 = OFF$] ، [$T_2 = ON$]

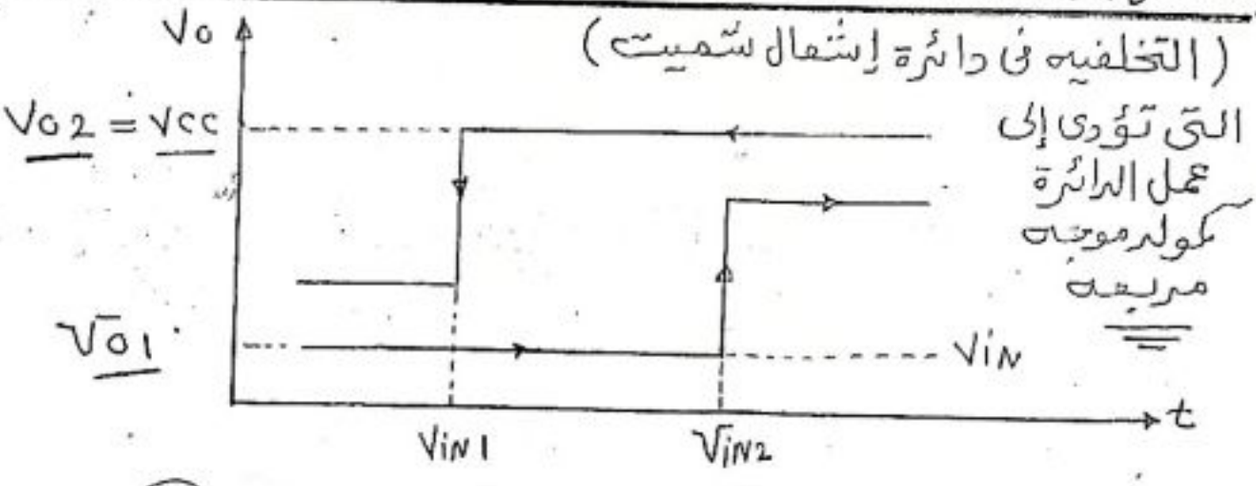
(أ) رسم خرج دائرة إشعال شميت إذا كان الدخل موجه جيبيه



(ب) رسم خرج دائرة إشعال شميت اذا كان الدخل موجه مثلثه

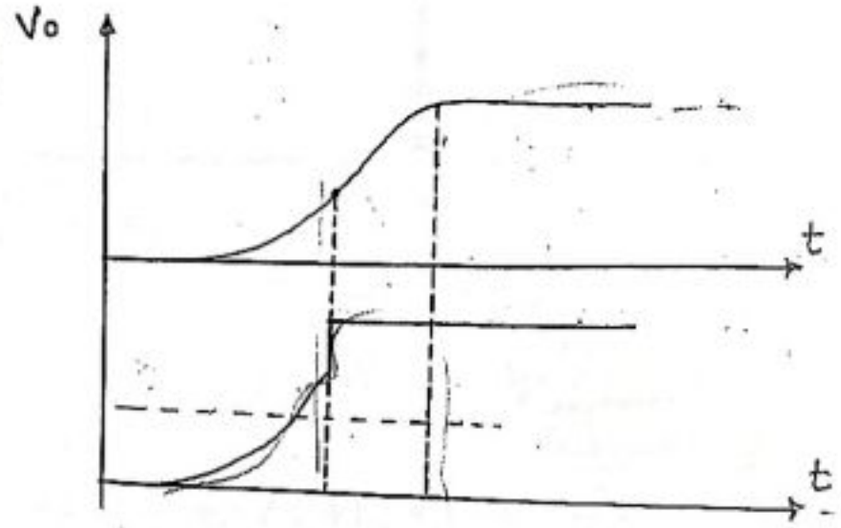


الشكل الاتى الخواص بين الدخل (خواص التحويل) (العلاقه بين الدخل والخرج (التخلفيه فى دائرة إشعال شميت)



التى تؤدى إلى عمل الدائرة كمولد موجه مربعه

الشكل الآتي يوضح تأثير السعة (C) على عملية التحويل من وضع إلى آخر



والسعه المستخدمة C في دائرة إشعال شميت تؤدي إلى زيادة سرعة التحويل من وضع إلى آخر

(IC 555)

٥- دائرة المؤقت (555) "Timer 555"

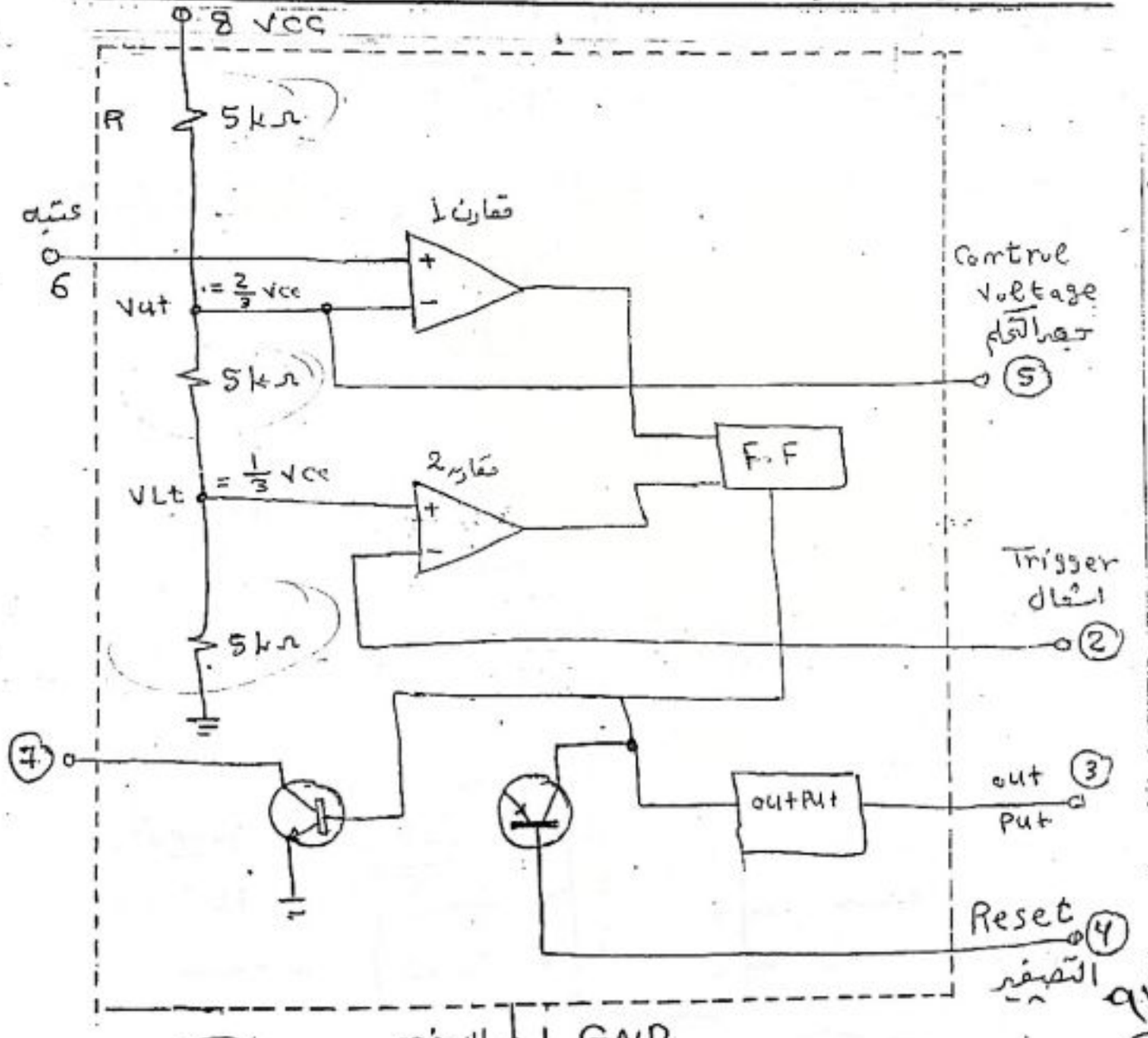
تعتبر دائرة المؤقت 555 (Timer 555) من أكثر الدوائر المتكامله شيوعاً ولها المميزات الآتيه

١- سهولة إستخدامها ٢- الوثوقية العاليه

٣- تكلفتها البسيطة

٤- تغذى بجهد تغذيه [+5V : +18V] مما يجعلها متوافقة مع دوائر T.T.L ومكبر العمليات

رسم يوضح تركيب دائرة المؤقت 555 "Timer 555"



١- تتكون دائرة التوقيت 555 (Timer 555) من عدد 2 مقارنة من نوع مكبر العمليات وترانزستور ثلاث مقاومات ذات قيم متساوية قيمة كل منهم 5kΩ وقلاب F.F بالاضافة الى مرحلة خرج (out Put)

٢- تقوم المقارنة (مكبر العمليات) بمقارنة جهد الدخل مع الطرف 5 مع جهد الاسناد الداخلي.

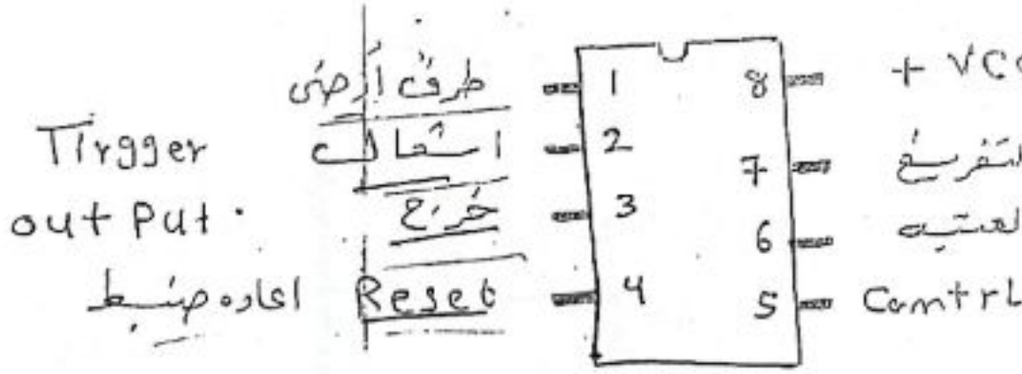
* جهد الاسناد الداخلي Vut هو الجهد المطبق عند النقطة المشتركة بين المقاومة الاولى والمقاومة الثانية

حيث $V_{ut} = \frac{2}{3} V_{cc}$

* جهد الاسناد الداخلي VLt هو الجهد المطبق عند النقطة المشتركة بين المقاومة الثانية والثالثة

حيث $V_{Lt} = \frac{1}{3} V_{cc}$

٣- عندما يكون الجهد مع المقارنة متساوي أو أعلى من جهد الاسناد فإن مكبر العمليات يؤدي الى اشعال دائرة F.F فتتغير حالة المؤقت



٩٨

(b) أطراف دائرة Timer 555

* الطرف 1 :- يتصل بالأرضي

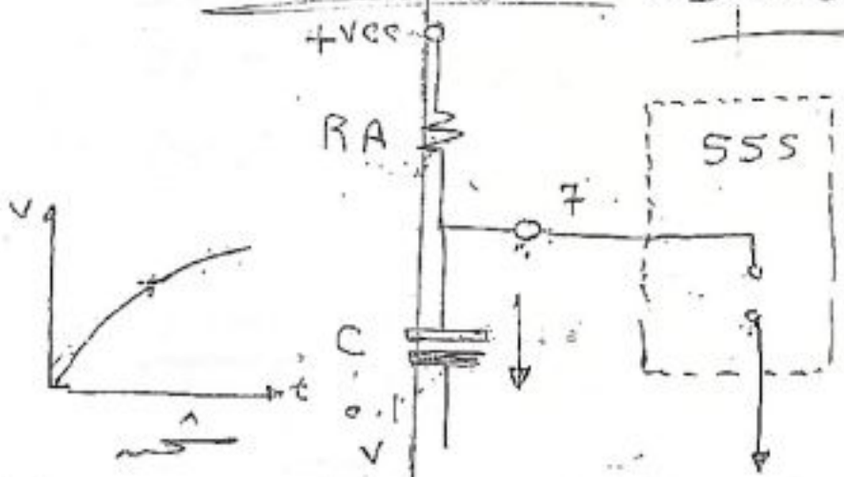
* الطرف 8 :- يوصل بجهد التغذية حيث يتراوح بين [4.5 , 18 V]

* الطرف 3 :- هو طرف OUTPUT فعند توصيل هذا الطرف بالحمل يوصل الطرف الآخر بالتغذية +Vcc

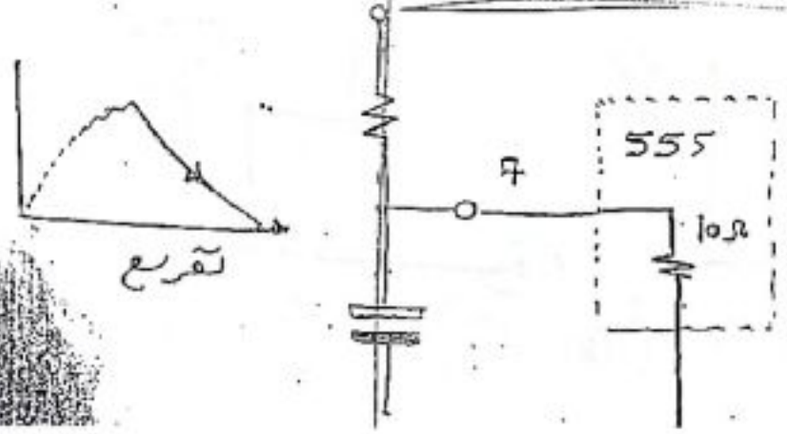
فعند توصيل الحمل بالتغذية يكون الخارج فعال

* الطرف "4" التصفير (Reset) :- هذا الطرف حينما يتم توصيله بالأرض فإن المؤقت Timer 555 لا يستجيب لأي نبضات وفي حالة استخدامه يتم توصيله +Vcc .

* " الطرف 7 " يتصل بكاشف خارجي في حالة شحن المكثف تكون دائرة الطرف 7 في حالة open



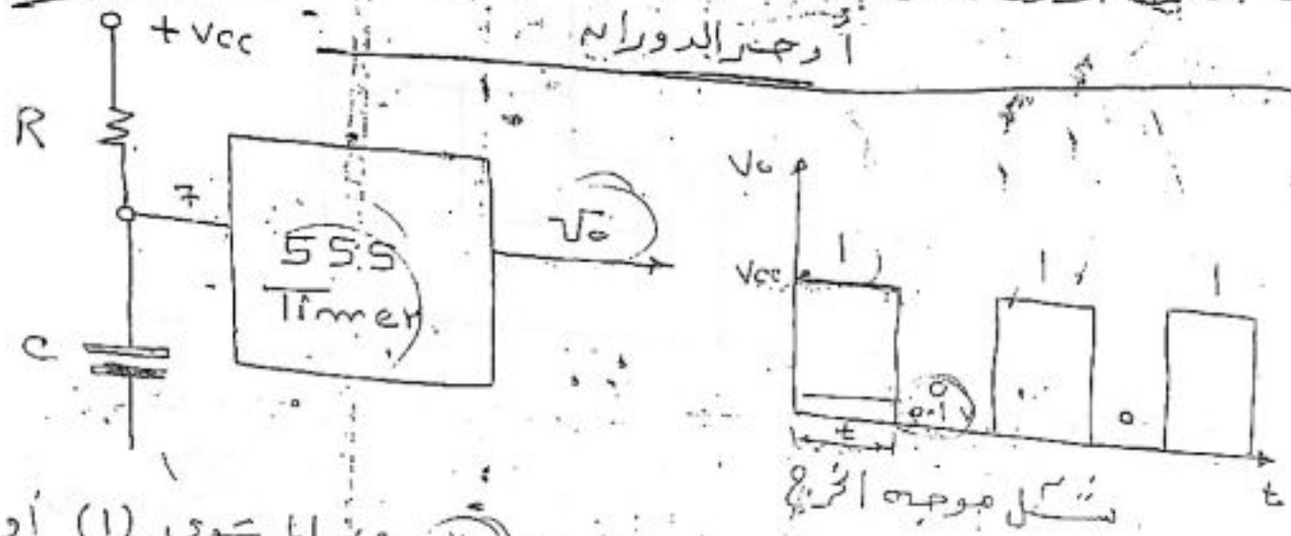
وفي حالة تفريغ المكثف تكون الدائرة مغلقة



استخدامات أنماط عمل دائرة المؤقت 555

هناك نمطان لدائرة المؤقت 555

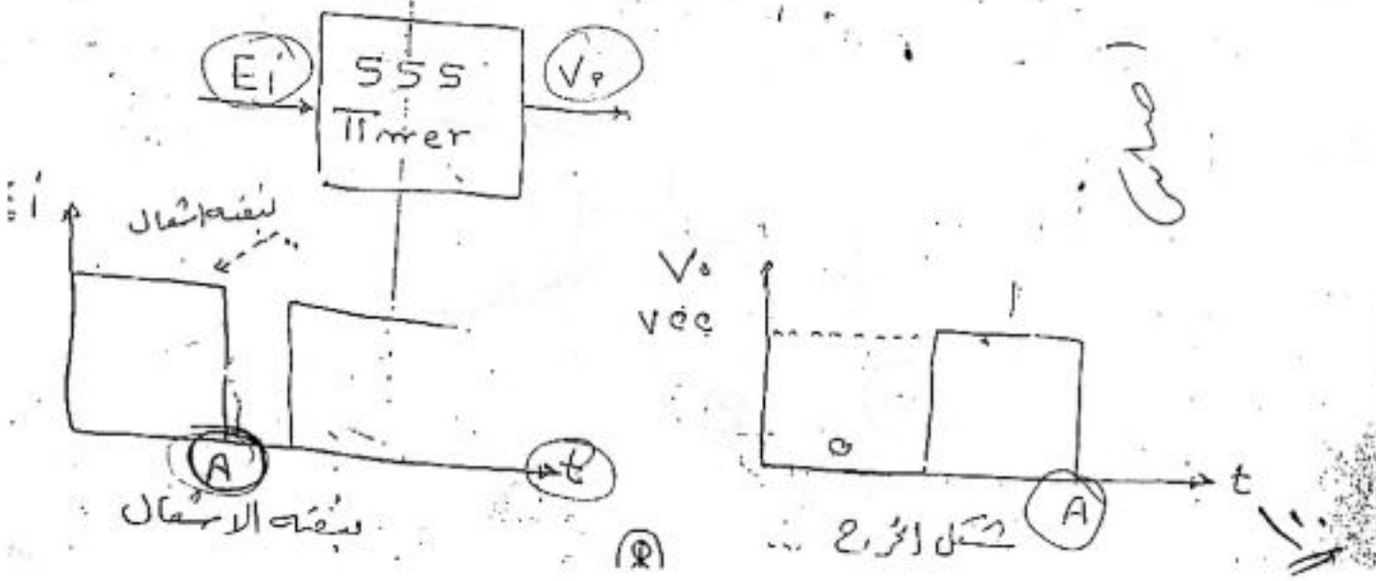
١- النمط الأول :- يعمل فيه المؤقت 555 كمذبذب عديم الاستقرار أو حر الدوران



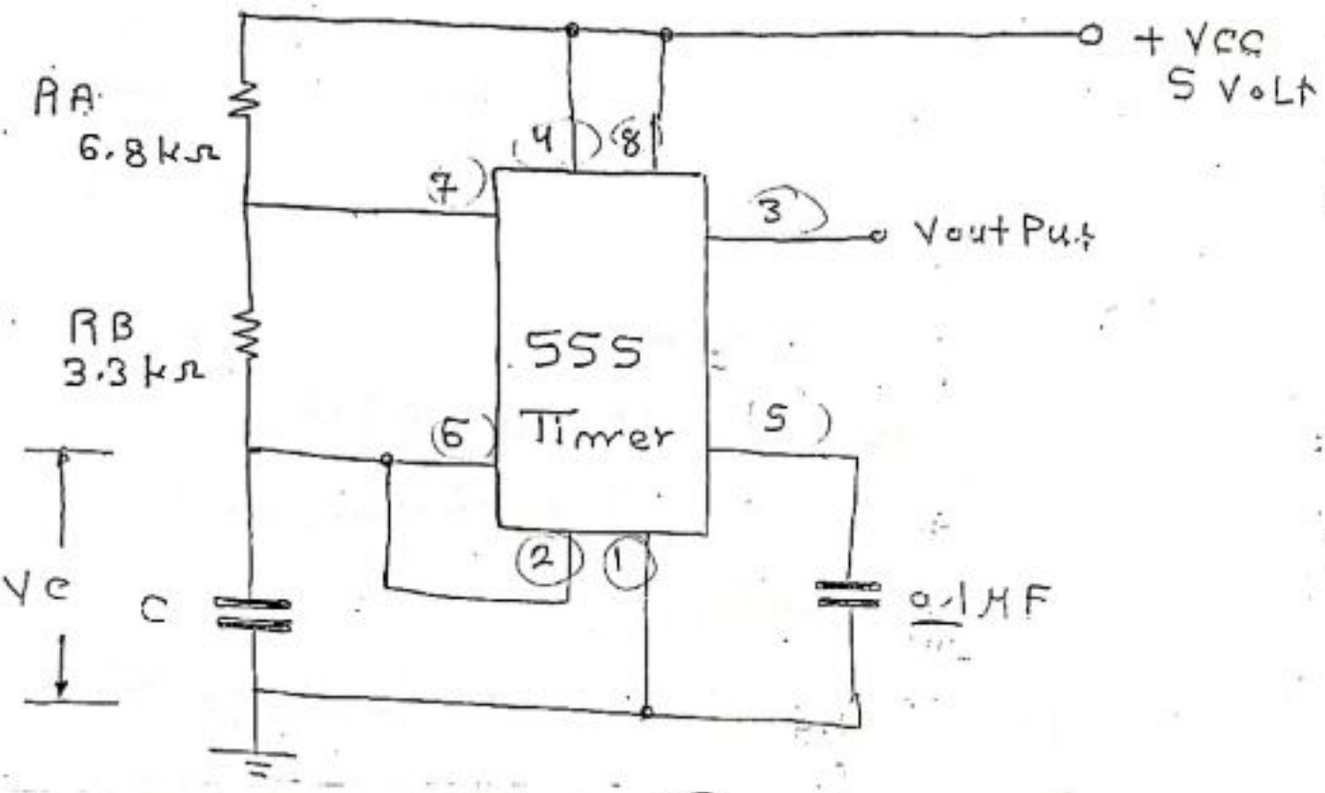
١- حيث يتحدد زمن بقاء جهد الخرج (Vo) عند المستوى (١) أو (٠) حسب قيمة المقاومة R والمكثف C الموصلين خارجياً

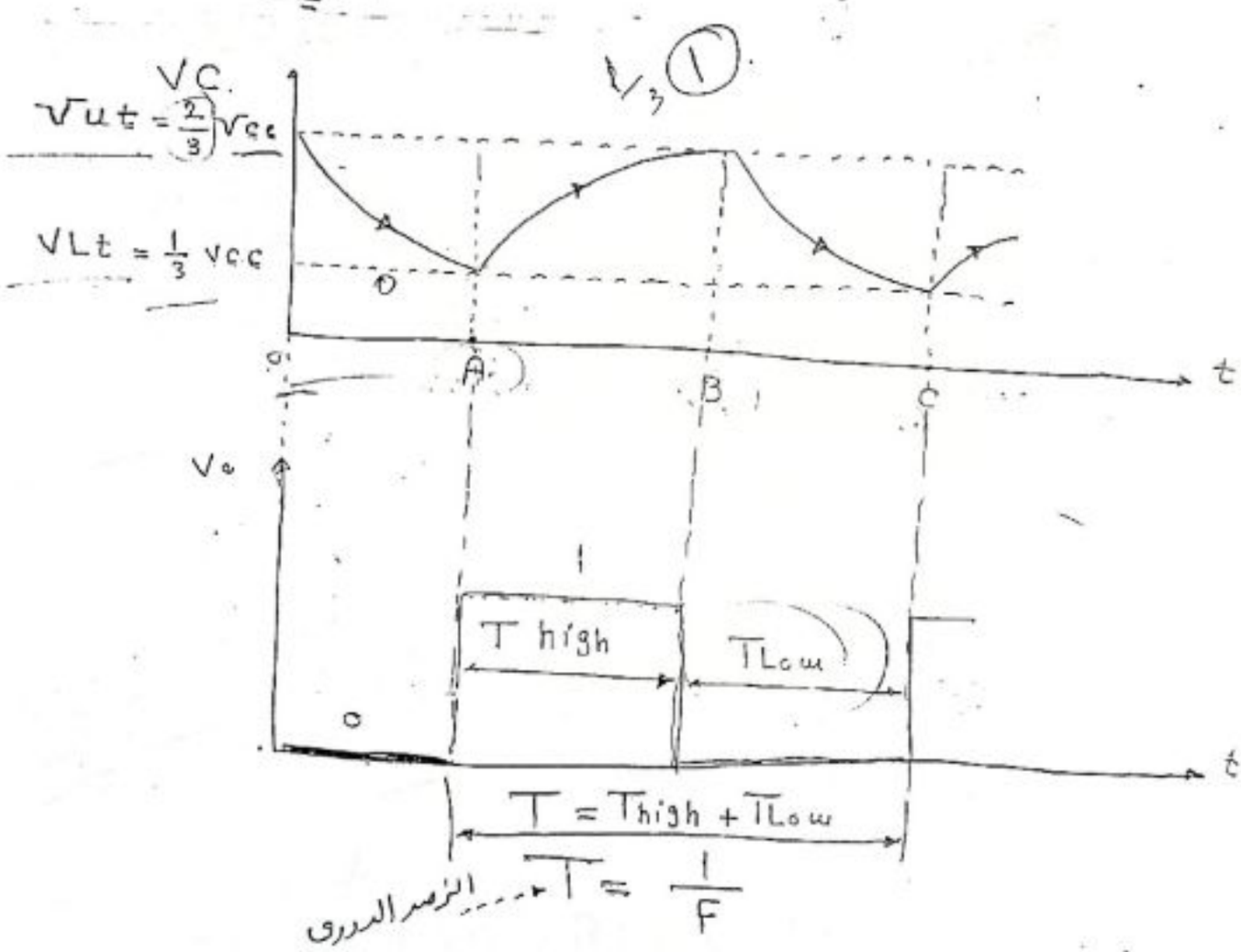
٢- ويكون جهد المستوى المنطقي (١) أقل بقليل من قيمة Vcc ويكون جهد المستوى المنطقي (٠) قريب من الصفر 0.1 Volt تقريباً

٢- النمط الثاني :- يعمل فيه المؤقت 555 كمذبذب أحادي الاستقرار



١٠٠ شرح مع الرسم استخدام المؤقت 555 كمهتز (مذبذب) عديم الاستقرار





١- في الفترة الزمنية من (٠) إلى A ينخفض جهد المكثف من $\frac{2}{3}VCC$ إلى $\frac{1}{3}VCC$ (حالة تفريغ) ويكون الخرج يساوي المستوى المنطقي (٠)

٢- في الفترة الزمنية من (A) إلى (B) يزداد جهد المكثف من $\frac{1}{3}VCC$ إلى $\frac{2}{3}VCC$ (حالة شحن) ويكون الخرج يساوي المستوى (المنطقي) (١)

٣- في الفترة الزمنية من (B) إلى (C) ينخفض جهد المكثف من $\frac{2}{3}VCC$ إلى $\frac{1}{3}VCC$ ويكون (حالة تفريغ) ويكون الخرج يساوي المستوى المنطقي (٠)

حيث يمكن حساب تردد الاهتزازه من خلال الآتي :-

$\because T = \frac{1}{F}$ $\quad\quad$ $\because F = \frac{1}{T}$

الزمن الدوري $\quad$ تردد الاهتزازه $\quad$ معدل الاستمرار من الدورات

$\because T = T_{high} + T_{Low}$

زمن شحن المكثف $\quad$ زمن تفريغ المكثف

$\because T_{high} = 0.695 (R_A + R_B) \cdot C$ $\quad$ (0.7)

$\because T_{Low} = 0.695 (R_B) \cdot C$ $\quad$ (0.7)

١٠٢

$$\therefore T = \overset{0.7}{0.695}(R_A + R_B)\cdot C + \overset{0.7}{0.695}\, R_B \cdot C$$

$$T = (\overset{0.7}{0.695}\cdot R_A + \overset{0.7}{0.695} R_B)\cdot C + 0.695\, R_B \cdot C$$

$$T = 0.695\, R_A \cdot C + 0.695\, R_B \cdot C + \underline{0.695\, R_B \cdot C}$$

$$T = 0.695\, R_A \cdot C + 2(0.695 R_B \cdot C)$$

$$T = \overset{0.7C}{\underline{0.695C}}(R_A + 2R_B)$$

$$\therefore F = \frac{1}{T}$$

$0.695 \simeq 0.7$

$$\therefore F = \frac{1}{0.695\, C(R_A + 2R_B)}$$

$$\boxed{\therefore F = \frac{(1.44)}{(R_A + 2R_B)\cdot C}}$$

مثال رقم (1): احسب تردد الاهتزازه لدائره مؤقت 555 يعمل كمذبذب عديم الاستقرار اذا علمت ان

$R_A = 6.8\,k\Omega \quad R_B = 3.3\,k\Omega \quad C = 0.1\,\mu F$

$F = ??$

$$\because F = \frac{1}{T}$$

$$T = T_{high} + T_{Low}$$

$$\because T_{high} = 0.7(R_A + R_B)\cdot C$$

$$T_{high} = 0.7(6.8\times10^{3} + 3.3\times10^{3}) * 0.1\times10^{-6} = 0.7\ m\,sec$$

$$T_{Low} = 0.7\ R_B\cdot C$$

$$T_{Low} = 0.7 * 3.3\times10^{3} * 0.1\times10^{-6} = 0.23\ m\,sec$$

$$\therefore T = 0.7 + 0.23 = 0.93\ m\,sec$$

$$\therefore F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.93\times10^{-3}} = 1.07\ kHz$$

الحل بالتعويض المباشر

$$F = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)\cdot C} = \frac{1.44}{(6.8\times10^{3} + 2*3.3\times10^{3})*0.1\times10^{-6}}$$

$$= 1.07\ kHz$$

دورة التشغيل D :-

$$D = \frac{T_{Low}}{T}$$

زمن التفريغ

الزمن الدوري

هي النسبه بين زمن التفريغ T_{Low} الى الزمن الدوري T

$$D = \frac{0.695\, RB \cdot C}{(0.695\, C\,(RA + 2RB)}$$

$$D = \frac{RB}{(RA + 2RB)}$$

مثال Ex اذا كانت $RA = 6.8k$ $RB = 3.3\,k\Omega$ $C = 0.1\,\mu F$

احسب دورة التشغيل للذبذب SSS عديم الاستقرار

$$\therefore D = \frac{RB}{(RA + 2RB)} = \frac{3.3}{(6.8 + 2 * 3.3)} = 0.25$$

وهذا يعني ان اشارة الخرج تبقى عند المستوى (0) فترة تساوي $\frac{1}{4}$ الزمن الدوري ،

لزيادة دورة التشغيل D :- او للحصول على نبضات متماثلة

لزيادة دورة التشغيل إلى 50% أو أكثر يوصل ثنائي Diode على التوازي مع RB حيث يتم شحن المكثف عبر المقاومة RA ويفرغ المكثف شحنته عبر المقاومة RB

زمن الشحن

حيث

$$T_{high} = 0.695\, R_A \cdot C$$

$$T_{Low} = 0.695\, R_B \cdot C$$

$$T = T_{high} + T_{Low}$$

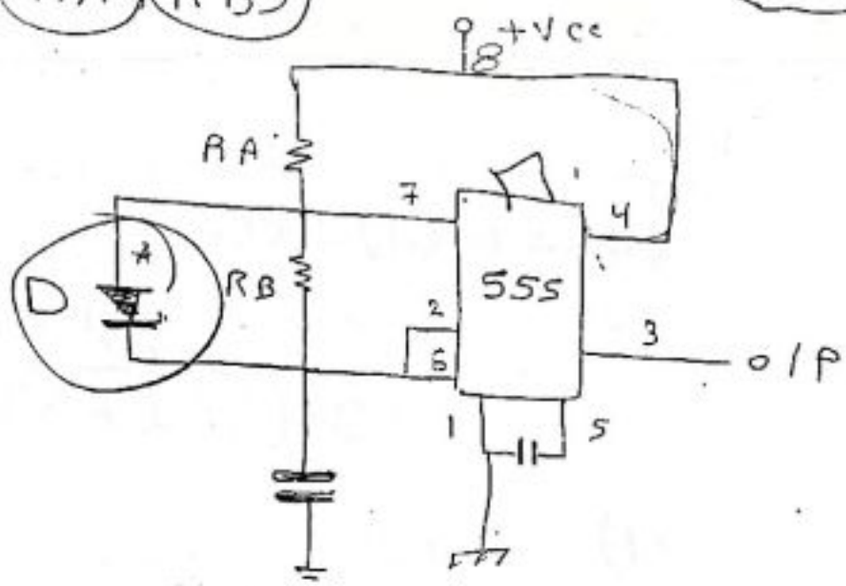
$$T = 0.695\, R_A \cdot C + 0.695\, R_B \cdot C$$

$$T = 0.695\,(R_A + R_B) \cdot C$$

$$D = \frac{T_{Low}}{T} = \frac{0.695\, R_B \cdot C}{0.695\,(R_A + R_B) \cdot C}$$

$$D = \frac{R_B}{(R_A + R_B)}$$

قانون دورة التشغيل عند 50%



(14)

١٠٦

* قوانين دائرة المؤقت 555 *
كلز بذبذب غير مستقر (حر الدوران)

١- يمكن حساب زمن الشحن T_{high} من العلاقة الآتية:

$$T_{high} = 0.695\,(R_A + R_B)\cdot C$$

٢- يمكن حساب زمن التفريغ T_{Low} من العلاقة الآتية:

$$T_{Low} = 0.695\,R_B\cdot C$$

٣- يمكن حساب الزمن الدوري T من العلاقة الآتية

$$T = T_{high} + T_{Low}$$

$$T = 0.695\,(R_A + R_B)\cdot C + 0.695\,R_B\cdot C$$

$$T = 0.695\,C\,(R_A + R_B + R_B)$$

$$T = 0.695\,C\,(R_A + 2R_B)$$

٤- يمكن حساب تردد الاهتزاز (تردد المذبذب) F من العلاقة الآتية

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.695\,C\,(R_A + 2R_B)}$$

$$\therefore F = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)\cdot C}$$

٥- يمكن حساب دورة التشغيل D من خلال العلاقة الآتية :-

$$D = \frac{T_{Low}}{T}$$

T_{Low} هي النسبة بين زمن التفريغ إلى الزمن الدوري T

$$D = \frac{\cancel{0.695}^{0.7}\, RB \cdot \cancel{C}}{\cancel{0.695}^{0.7}\, \cancel{C}\,(RA + 2RB)}$$

$$D = \boxed{\frac{RB}{RA + 2RB}}$$

٦- يمكن الحصول على موجة خرج متماثلة (مربعة) اذا كانت $RB = RA$ وبذلك تصبح دورة التشغيل 50% ويتم ذلك بتوصيل ثنائي مع التوازي مع المقاومة RB

RB

* فيشحن المكثف من خلال RA ويكون :-

$$T_{high} = 0.695\, RA \cdot C$$

* ويفرغ المكثف من خلال RB ويكون :-

$$T_{Low} = 0.695\, RB \cdot C$$

$$\therefore T = T_{high} + T_{Low}$$

$$T = 0.695\, RA \cdot C + 0.695\, RB \cdot C$$

$$T = 0.695\, C\,(RA + RB) \quad \boxed{2}$$

$$0.7\, C\,(RA + RB) \quad 16$$

$$\therefore D = \frac{T_{Low}}{T} = \frac{0.695\, R_B\, C}{0.695\, C\,(R_A + R_B)}$$

$$D = \frac{R_B}{(R_A + R_B)} = \boxed{\frac{R_B}{2R_B}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$R_A = R_B$

$= 50\%$

أمثله

EX(1) احسب تردد الاهتزاز لدائرة 555 كمذبذب عديم الاستقرار اذا كانت $R_A = 6.8\,k\Omega$ $R_B = 3.3\,k\Omega$ $C = 0.1\,\mu F$

ثم احسب دورة التشغيل SOL

تردد الاهتزاز $F = ??$ دورة التشغيل $D = ??$

$$\therefore T_{high} = 0.695\,(R_A + R_B)\cdot C =$$

$$T_{high} = 0.695\,(6.8\times10^{3} + 3.3\times10^{3}) * 0.1\times10^{-6} = 0.7\times10^{-3}\ sec$$

$0.7\ m\,sec$

$$T_{Low} = 0.695\ R_B \cdot C$$

$$T_{Low} = 0.695 * 3.3\times10^{3} * 0.1\times10^{-6} = 0.23\times10^{-3}\ sec$$

$0.23\ m\,sec$

$$\therefore T = T_{high} + T_{Low} = 0.7 + 0.23 = 0.93\ m\,sec$$

$$\therefore F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.93\times10^{-3}} = 1075.26\ HZ$$

$= 1.07\ KHZ$

وحلله

$$\therefore F = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)\cdot C} = \frac{1.44}{(6.8\times10^{3} + 2*3.3\times10^{3}) * 0.1 * 10^{-6}} = 1.07\,kHz$$

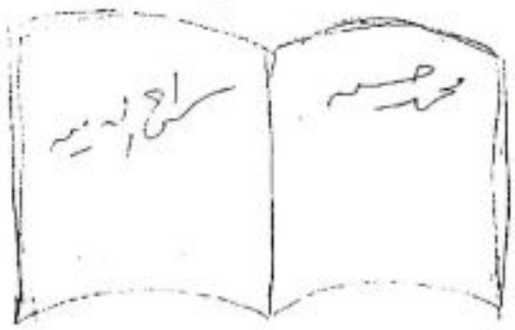
لحساب دورة التشغيل D :-

$$D = \frac{T_{Low}}{T} = \frac{0.23\ msec}{0.93\ msec} = \simeq 0.25$$

وهذا يعني أن اشارة الخرج تبقى عند المستوى (0) فترة تساوي $\frac{1}{4}$ الزمن الدوري .

وعليه

$$D = \frac{RB}{RA + 2RB} = \frac{3.3 \times 10^3}{(6.8 \times 10^3 + 2 * 3.3 \times 10^3)} = 0.25$$



Ex(2) في دائرة المؤقت 555 لمهتز عديم الاستقرار اذا كان

$C = 0.01\,\mu F$ $\quad RB = 4\,k\Omega$ $\quad RA = 10\,k\Omega$ احسب

١- تردد الاهتزازة ٢- دورة التشغيل

٣- وضح كيف يمكن تعديل دورة التشغيل بحيث تعطى موجة متماثلة في الخرج .

Sol

$$T_{high} = 0.695(RA + RB)\cdot C$$

$$T_{high} = 0.695\,(10\times10^{3} + 4\times10^{3}) * 0.01\times10^{-6} = 98\times10^{-6}\ sec$$

$$98\,\mu sec$$

$$T_{Low} = 0.695\ RB\cdot C$$

$$T_{Low} = 0.695 * 4\times10^{3} * 0.01\times10^{-6} = 28\times10^{-6}\ sec$$

$$28\,\mu sec$$

$$T = T_{high} + T_{Low} = 98 + 28 = 126\,\mu sec$$

تردد الاهتزاز

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{126\times10^{-6}} = 7.93\ K\cdot Hz$$

وممكن

$$F = \frac{1.44}{(RA + 2RB)\cdot C} = \frac{1.44}{(10\times10^{3} + 2*4\times10^{3}) * 0.01\times10^{-6}}$$

$$= 7.93\ KHz$$

لحساب دورة التشغيل D

$$\therefore D = \frac{T_{Low}}{T} = \frac{28\ \mu sec}{126\ \mu sec} = 0.22$$

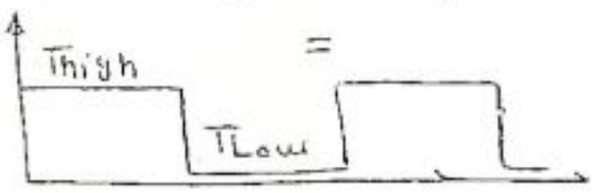
وكذلك

$$D = \frac{RB}{(RA + 2RB)} = \frac{4\times10^3}{(10\times10^3 + 2\times4\times10^3)} = 0.22$$

* ويمكن تعديل دورة التشغيل بحيث يعطى المذبذب موجه متماثله في الخرج عن طريق توصيل ثنائي مع التوازي مع المقاومه RA وتكون قيمه $RA = RB$ حيث تصبح دورة التشغيل 50%

$$T_{high} = 0.695\ RA \cdot C = 0.695 * 10\times10^3 * 0.01\times10^{-6} =$$

$$T_{Low} = 0.695\ RB \cdot C$$



$$T = 0.695\ RA \cdot C + 0.695\ RB\ C$$

دورة التشغيل

$$\therefore D = \frac{T_{Low}}{T}$$

6

$$D = \frac{0.695\ RB \cdot C}{0.695\ RA \cdot C + 0.695\ RB \cdot C}$$

$$D = \frac{\cancel{0.695}\ RB \cdot \cancel{C}}{\cancel{0.695}\ \cancel{C}\ (RA + RB)} = \frac{RB}{RA + RB} = \frac{\cancel{RB}}{2\cancel{RB}} = \frac{1}{2} = 50\%$$

6

في دائرة المؤقت 555 المهتز عديم الاستقرار إذا كانت
$T_{high} = 0.5\ msec$ و تردد الاهتزازات $1.5\ KHZ$
وسعة المكثف $0.15\ MF$ وقيمة $RB = 3\ K\Omega$
أحسب دورة التشغيل وقيمة المقاومة RA

SoL

$T_{high} = 0.5\ msec$ $\quad F = 1.5\ KHZ$

$C = 0.15\ MF$ $\quad RB = 3\ K\Omega$

$D = ??$ $\quad RA = ??$

$$\because F = \frac{1}{T}$$

$$\therefore T = \frac{1}{F} = \frac{1}{1.5 \times 10^3} = 0.67\ msec$$

$$\because T = T_{high} + T_{Low}$$

$$\therefore T_{Low} = T - T_{high} = 0.67 - 0.5 = 0.17\ msec$$

$$\because D = \frac{T_{Low}}{T} = \frac{0.17\ msec}{0.67\ msec} = \#\ 0.25$$

$\because$

حساب قيمة RA

7

حساب قيمة RA

$$T_{high} = 0.695\,(R_A + R_B)\cdot C$$

$$R_A + R_B = \frac{T_{high}}{0.695\ C}$$

$$R_A + R_B = \frac{0.5\times10^{-3}}{0.695\times0.15\times10^{-6}} = 4796.16\ \Omega$$

$$R_A + 3\times10^{3} = 4796.16$$

$$R_A = 4796.16 - 3000 = 1796.16\ \Omega$$

$$1.79\ k\Omega$$

$$\cancel{\frac{D}{T} = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}}$$

$$\cancel{0.25 = \frac{3000}{1796}}$$

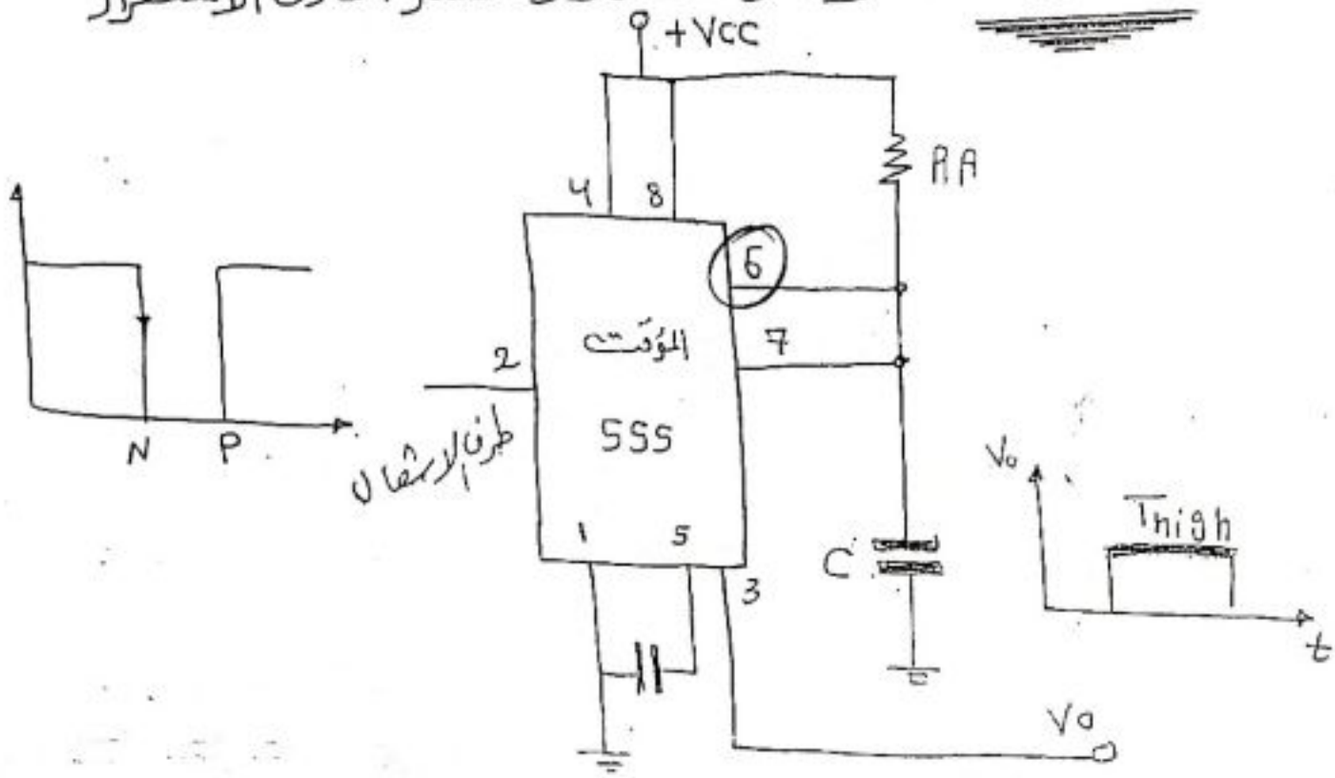
$$\cancel{\frac{0.25}{T} = \frac{3000}{R_A + 6000}}$$

$$3000 = 0.25 R_A + 1500$$

$$1500 = 0.25\ R_A$$

$$R_A = \frac{1500}{0.25} = 6\ k\Omega$$

ثانياً:- دائرة المؤقت 555 كمهتز احادي الاستقرار



١- عند تطبيق جهد سالب (عند الحافة الهابطة للنبضة الداخلة على الطرف 2 (طرف الاشعال) ينتقل جهد الخرج الى المستوى المنطقي (1) (High).

٢- يكون دخل التفريغ (الطرف 7) (open) (دائرة مفتوحة) فيبدأ المكثف عند هذه اللحظة بالشحن من 0V الى $\frac{2}{3}$Vcc عبر R A وسعة المكثف C

٣- ويكون زمن شحن المكثف في هذه الحالة هو

$$T_{High} = 1.1\, RA \cdot C$$

٤- وعندما يصل جهد المكثف الى $\frac{2}{3}$Vcc ينتقل جهد الخرج الى المستوى (0) وتنتهي نبضة الخرج

وبذلك يبقى الخرج عند المستوى (1) خلال زمن شحن المكثف Thigh

EX(1) في دائرة المذبذب SSS لهتز احادي الاستقرار

احسب قيمة RA إذا كان $C = 0.1\ \mu F$ ، $T_{high} = 1\ m sec$

Sol

$R_A = ??$ $\quad C = 0.1\ \mu F$ $\quad T_{high} = 1\ m sec$

$$\because T_{high} = 1.1\ R_A \cdot C$$

$$\therefore R_A = \frac{T_{high}}{1.1 * C} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1.1 * 0.1 \times 10^{-6}} = 9.1\ k$$

EX. في دائرة مذبذب SSS لهتز احادي الاستقرار احسب قيمة المكثف C إذا كانت $T_{high} = 1\ m sec$ ، $R_A = 9.1\ k\Omega$

Sol

$C = ??$ $\quad T_{high} = 1\ m sec$ $\quad R_A = 9.1\ k\Omega$

$$\because T_{high} = 1.1\ R_A \cdot C$$

$$\therefore C = \frac{T_{high}}{1.1\ R_A} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1.1 * 9.1 \times 10^{3}} = 0.1\ \mu$$

المادة :-

دوائر إلكترونية متقدمة

الباب الرابع

الحساسات والمبدلات

الباب الرابع : الحساسات والمبدلات

١- عرف الحساسات والمبدلات؟

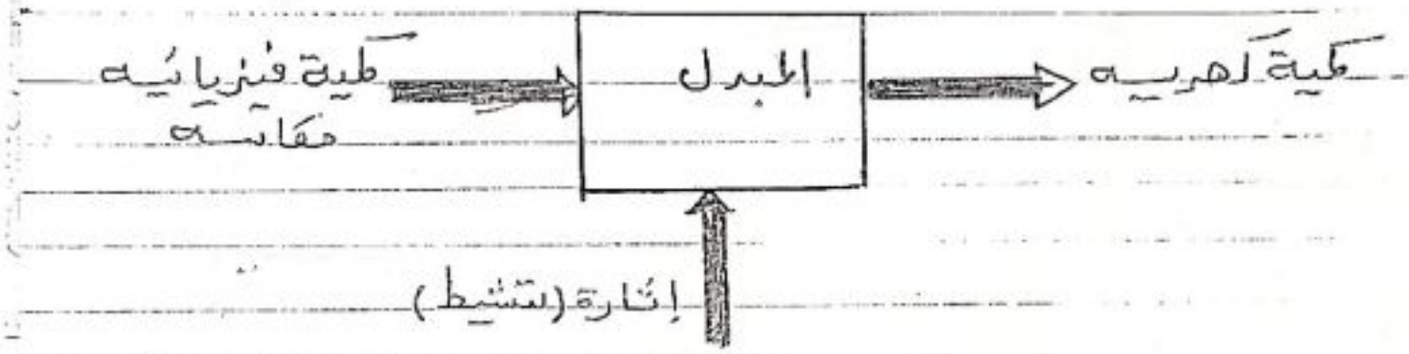
الحساس :- هو جهاز أو عنصر يمكنه تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى

المبدل :- هو الذي يترجم الكميات الفيزيائية وتحويلها إلى كميات كهربيه وله الوظائف الآتيه

١- الاحساس بالكمية المقاسة

٢- إخراج إشارة كهربية تتناسب مع الكمية المقاسه بواسطة جهاز قياس خارجي

وفيما يلي رسم تخطيطي يوضح وظيفة المبدل



ماهي وظائف الحساسات والمبدلات

١- تقوم بتحويل الكميات الفيزيائية إلى إشارات كهربية قابلة للقياس والتكبير والنقل

٢- يسهل تسجيل الكميات الكهربيه كقاعدة هامة للبيانات والمعلومات

٣- يسهل التعامل مع الكميات الكهربيه عن طريق أجهزة التحكم والكمبيوتر

ماهى الأنواع الأساسية للحساسات والمبدلات

أولاً:- حساس ومبدل الإزاحة الأومى

ثانياً:- حساس ومبدل مقياس الإجهاد

ثالثاً:- حساسات ومبدلات الحرارة

١- حساس حرارة المقاومة الكهربية

٢- المزدوج الحرارى

٣- المحس الحرارى

رابعاً:- حساسات ومبدلات كهروضوئية

١- الحساسات والمبدلات ذات الإنبعاث الضوئى

٢- الحساسات والمبدلات ذات الموصلية الضوئية

٣- الحساسات والمبدلات ذات الفولتية الضوئية

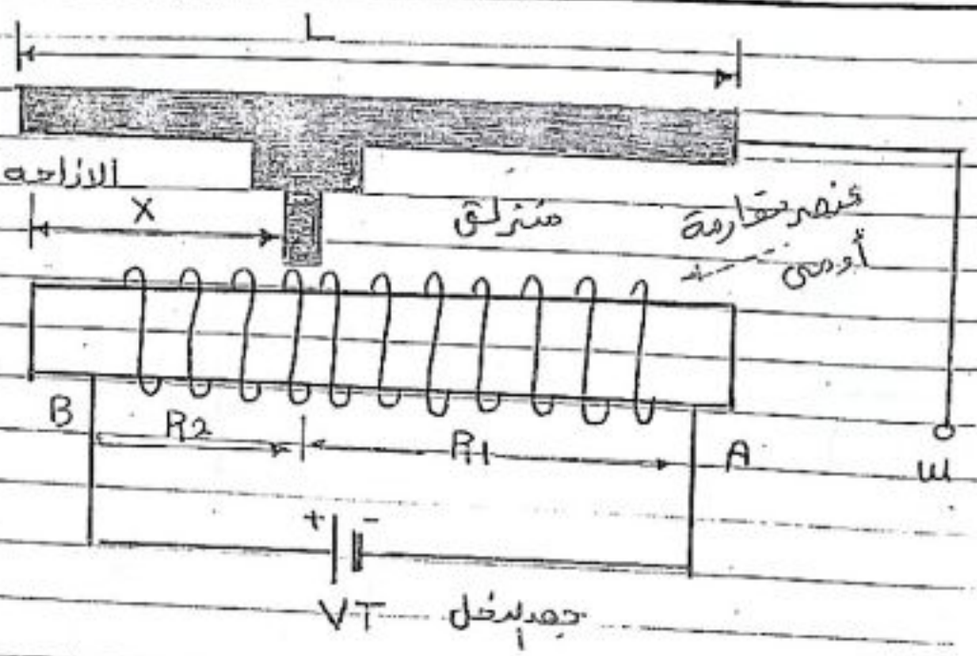
تابع أمثلة فى حلوله

٣- حساس ومبدل ازاحة أومى اذا كان الجهد المطبق (10 V) وكان طول القضيب (8 inch) وازاحة المنزلق (3.5 inch) أحسب جهد الخرج مع رسم المبدل

٤- مبدل ازاحه أومى بطول مسافة قضيبيه (10 cm) وكان المنزلق على بعد (2 cm) من النقطة B وكان الجهد الكلى المطبق على المبدل يساوى (10 Volt) أحسب جهد الخرج

أولاً :- حساس ومبدل الازاحة الأومي

إشرح مع الرسم حساس ومبدل الازاحة الأومي - مع ذكر معادلة الخرج ؟



فكرة العمل :-

١- يعتبر حساس ومبدل الازاحة الأومي أحد أنواع الحساسات الخاصة ببيان الازاحة

٢- ويتكون هذا الحساس من منزلق متصل بالكائن المراد بيان موضعه بهدف تحديد الازاحة أو المسافة التي يتحركها هذا الكائن

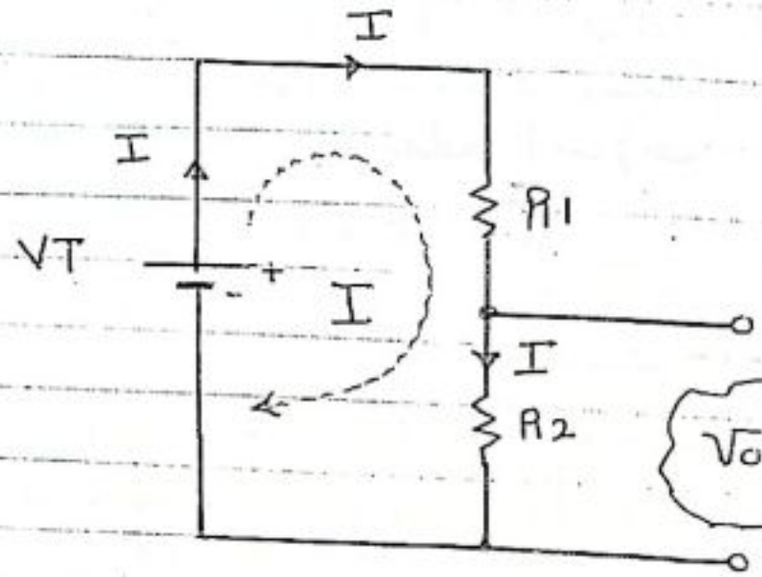
٣- ويتكون أيضاً من عنصر مقاومة أومية ملفوف بانتظام على قضيب عازل للكهرباء وملامساً لقضيب معدني ذو مقاومة صغيرة

٤- حيث يتم لهذا الحساس إستشعار موضع الكائن وتحديد ازاحته عن طريق تحديد مقدار التغير في عنصر المقاومة الأومي

وبذلك نجد أن الازاحة التي تحركها الكائن وإستشعرها الحساس تتناسب تناسباً طردياً مع جهد الخرج Vo

والدائرة المكافئة توضح ذلك

الدائرة المكافئة لحساس ومبدل الإزاحة الأومي



$$V_o = \frac{R_2 \cdot V_T}{(R_1 + R_2)}$$

$$\because \frac{I}{1} = \frac{V_T}{R_T} = \frac{V_T}{R_1 + R_2}$$

$$\therefore V_T = I(R_1 + R_2) \longrightarrow (1)$$

$$\because V_o = I \cdot R_2 \longrightarrow (2)$$

$$\therefore \frac{V_o}{V_T} = \frac{\cancel{I} \cdot R_2}{\cancel{I}(R_1 + R_2)} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

$$\because R_2 = \frac{X}{L}(R_1 + R_2)$$

$$\therefore \frac{X}{L} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

$$\therefore \boxed{\because \frac{V_o}{V_T} = \frac{X}{L} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}}$$

حيث أن

$X \longrightarrow$ الإزاحة

$L \longrightarrow$ طول القضيب

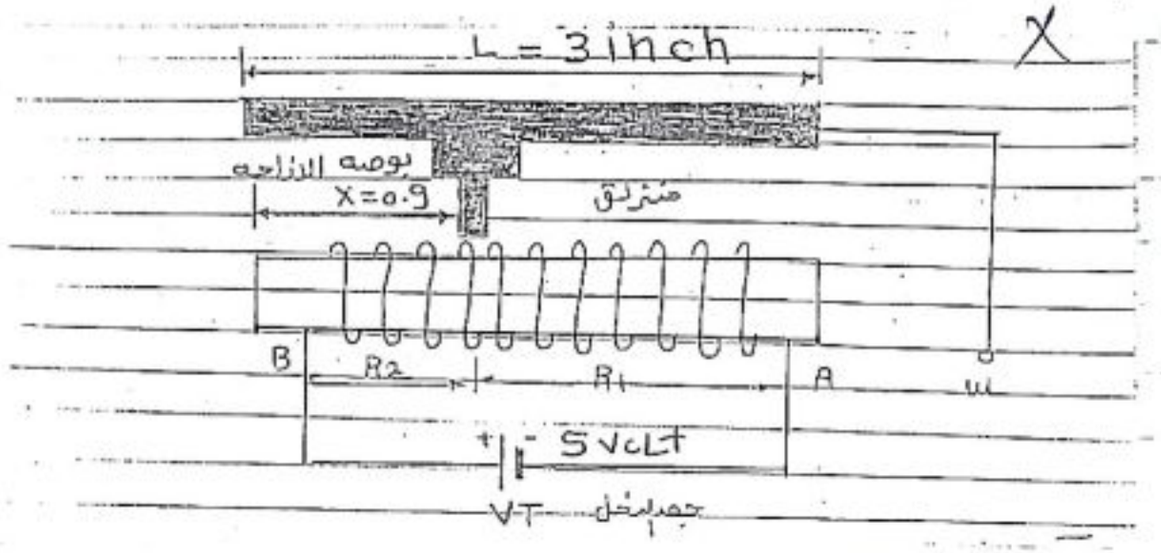
$V_o \longrightarrow$ جهد الخرج

$V_T \longrightarrow$ جهد المدخل

$$V_o = \frac{X \cdot V_T}{L}$$

أمثلة محلولة على حساس ومبدل الازاحة الأومي

EX(1) الشكل التالي يبين حساس ومبدل ازاحه أومي بطول مسافه قضيبيه (L = 3 inch) ومقاومة كليه لقسم الجهد (5kΩ) وكان الجهد المطبق $V_T = 5$ Volt وكان وضع المنزلق على بعد (0.9 بوصه) من النقطه B أحسب جهد الخرج

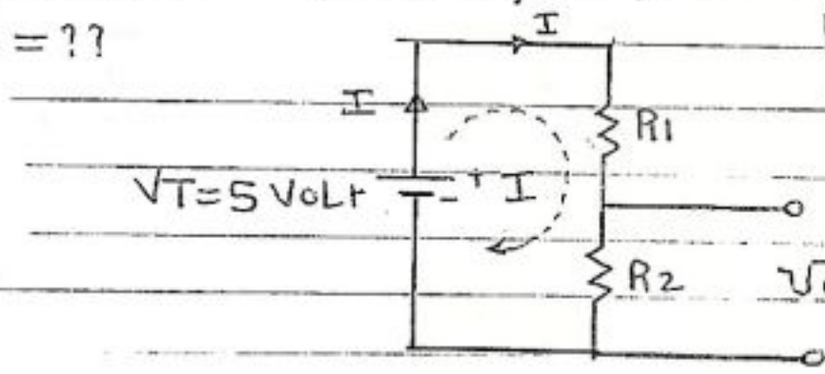


Solution

$L = 3$ inch $\quad (R_1 + R_2) = 5k\Omega \quad V_T = 5$ Volt

$V_o = ??$ $\quad L = 3$ inch

$X = 0.9$ inch



$$\boxed{\frac{V_o}{V_T} = \frac{X}{L} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}}$$

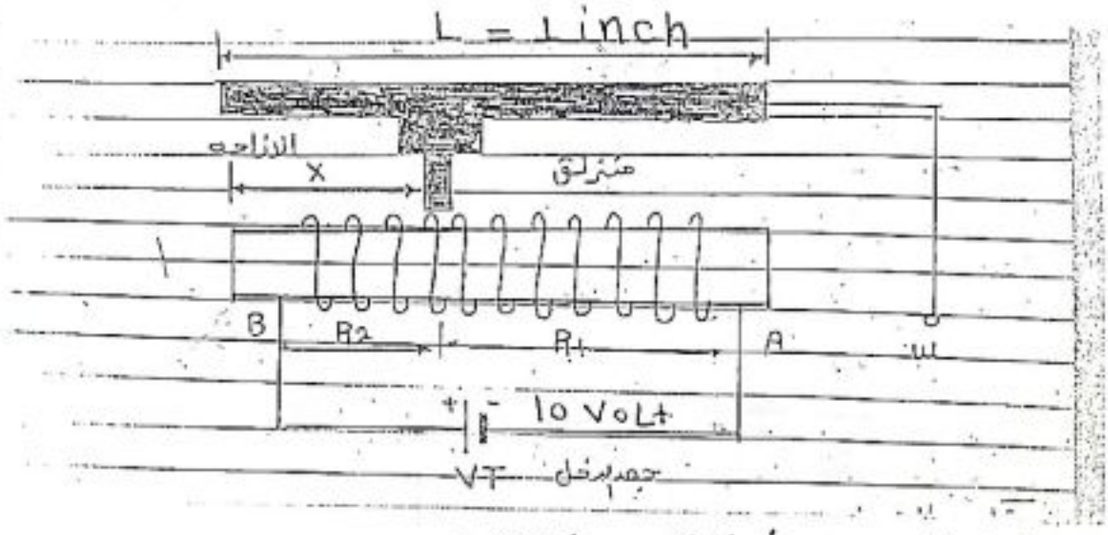
$$\therefore V_o = \frac{X * V_T}{L} = \frac{0.9 * 5}{3} = 1.5 \text{ Volt}$$

حل آخر

$$\therefore R_2 = \frac{X}{L}(R_1 + R_2) = \frac{0.9}{3} * 5 \times 10^3 = 1500\Omega$$

$$\therefore V_o = \frac{R_2 * V_T}{(R_1 + R_2)} = \frac{1500 * 5}{5 \times 10^3} = 1.5 \text{ Volt}$$

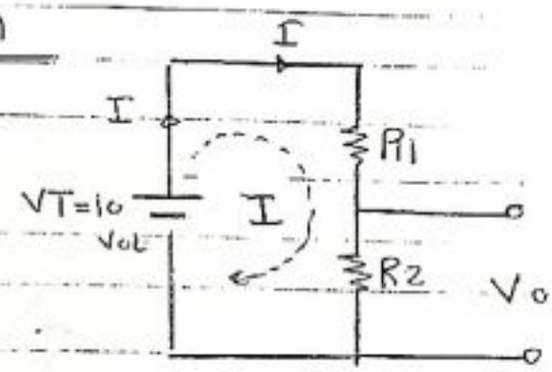
EX(2) حساس ومبدل إزاحة أومي عشوائي تفريغي يساري (1inch)
كما هو موضح بالشكل



احسب مقدار الإزاحة X في الحالات الآتية

$V_o = 3\ Volt$ $\quad V_o = 5\ Volt$ $\quad V_o = 8\ Volt$

Solution



$$\boxed{\frac{V_o}{V_T} = \frac{X}{L} = \frac{R_2}{(R_1+R_2)}}$$

1- $X = ??$ at $V_o = 3\ Volt$

$$\therefore X = \frac{V_o * L}{V_T} = \frac{3 * 1}{10} = 0.3\ inch$$

2- $X = ??$ at $V_o = 5\ Volt$

$$\therefore X = \frac{V_o * L}{V_T} = \frac{5 * 1}{10} = 0.5\ inch$$

3- $X = ??$ at $V_o = 8\ Volt$

$$\therefore X = \frac{V_o * L}{V_T} = \frac{8 * 1}{10} = 0.8\ inch$$

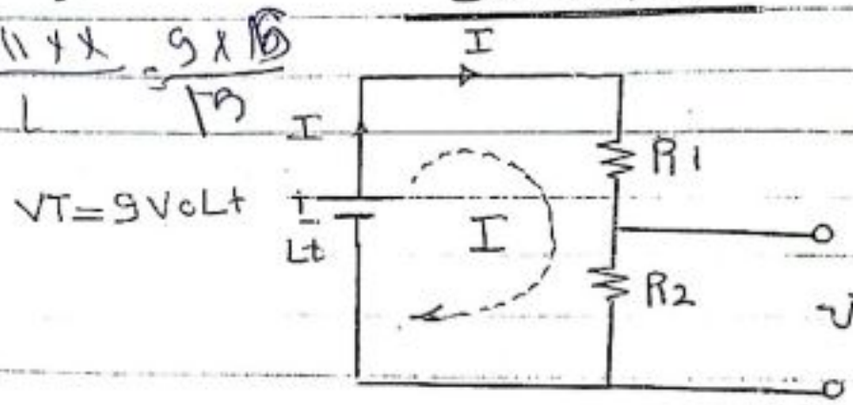
وهذا يعني أن قيمة الإزاحة X تتناسب تناسباً طردياً مع جهد الخرج Vo

Ex(3) مبدل ازاحه أومي اذا كان مشوار القضيب (15 cm)
وعند تطبيق جهد على دخل المبدل مقدارة (9 Volt)
أحسب قيمة جهد الخرج نتيجه لازاحة المنزلق بمقدار
(5 cm)

$V_o = \frac{X}{L}$

$V_o = \frac{V_{in} \times X}{L} = \frac{9 \times 5}{15}$

Solution



$L = 15\ cm \quad V_T = 9\ Volt \quad V_o = ?? \quad X = 5\ cm$

$$\boxed{\frac{V_o}{V_T} = \frac{X}{L} = \frac{R_2}{(R_1+R_2)}}$$

$$\therefore V_o = \frac{X * V_T}{L} = \frac{5 \times 10^{-2} * 9}{15 \times 10^{-2}} = \boxed{3\ Volt}$$

$\frac{V_o}{V_n} = \frac{X}{L} = \frac{V_o}{V_n} = \frac{6 \times 9}{10}$ اجب بنفسك

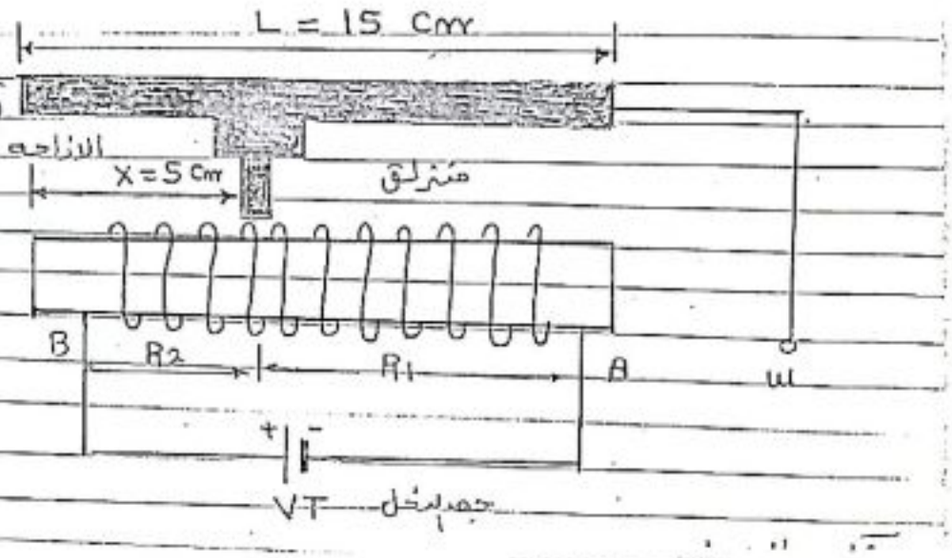
١- مبدل ازاحه أومي بمشوار قضيبي يساوي (5 inch) وكان مصدر جهد الدخل (10 V) أحسب مقدار الازاحة عندما يكون $V_o = 6\ Volt$
الاجابه (3 inch)

٢- مبدل ازاحه أومي بطول مسافة قضيبيه (30 cm) ومقاومه كليه لمقسم الجهد (5 KΩ) فاذا كان الجهد المطبق (VT=5 Volt) أحسب جهد الخرج Vo علماً بان المنزلق كان على بعد 10 cm

$\frac{V_o}{V_n} = \frac{X}{L} = \quad V_o = \frac{V_{in} \times X}{L} = \frac{5 \times 10^{-7}}{30}$

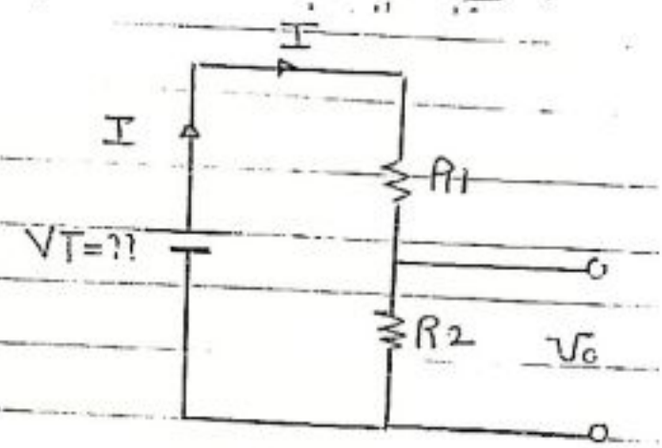
EX( ) مبدل ازاحه أومي بطول مسافة قضيبيه 15 Cm وكان المنزلق على بعد 5 Cm من النقطه B فاذا كان جهد الخرج $V_o = 10V$ أحسب الجهد الكلي المطبق على المبدل V_T مبيناً قيم المسافات على الرسم

Solution



$L = 15\ Cm \qquad X = 5\ Cm$

$V_o = 10\ Volt \qquad V_T = ??$



$$\boxed{\frac{V_o}{V_T} = \frac{X}{L} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}}$$

$$\because V_o * L = X * V_T$$

$$\therefore V_T = \frac{V_o * L}{X} = \frac{10 * 15 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}} = 30\ Volt.$$

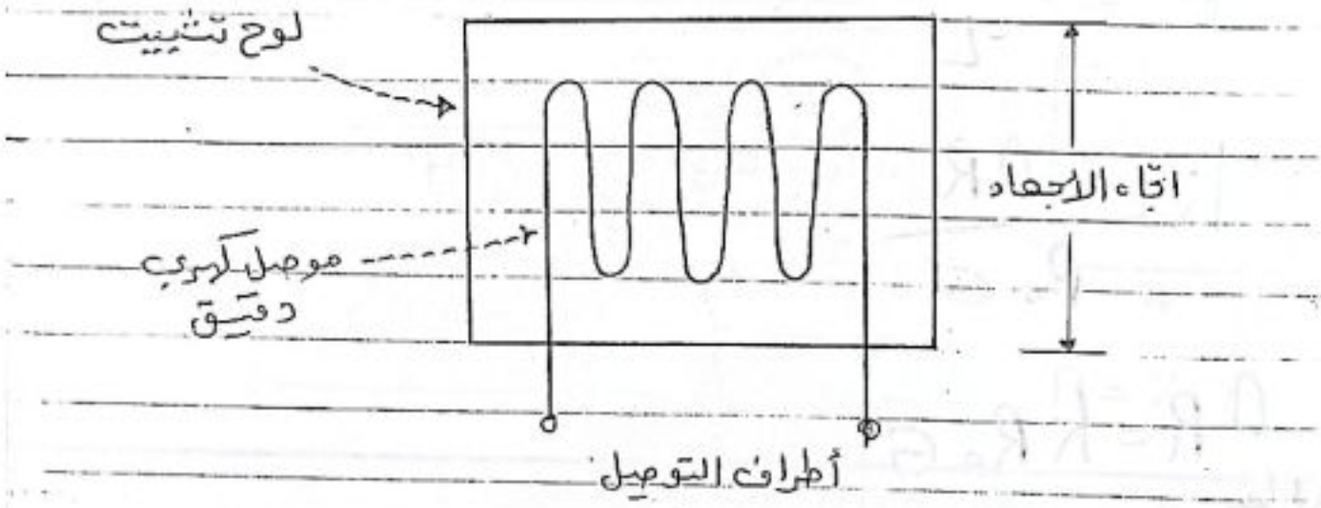
EX( ) مبدل اذاحة أومي يعطي خرجاً قيمته $V_o = 1.5\ V$ وكان المنزلق على بعد 0.9 cm وكان الجهد المطبق $V_T = 5\ Volt$ أحسب أحسب طول المحور القضيبي

الاجابه 3 Cm

$$\frac{V_o}{V_T} = \frac{X}{L} \qquad L = \frac{V_T X}{V_o} = \frac{5 \times 0.9}{1.5} =$$

ثانياً :- حساس ومبدل مقياس الإجهاد

إشرح مع الرسم حساس ومبدل مقياس الإجهاد ؟



التركيب وفكرة العمل :-

١ يتركب هذا النوع من الحساسات من موصل كهربي دقيق مثبت بطريقة توجيه إلى الأمام والخلف على لوح تثبيت محكم للصق على الجزء المراد قياس الإجهاد به

٢- وتعتمد فكرة عمل هذا الحساس على تغيير المقاومة الكهربية في الموصلات نتيجة الإجهاد الواقع عليها.

٣- حيث يؤدي إجهاد الشد إلى حدوث إستطالة في طول الموصل مع ثبات كتلته وحجمه وبالتالي حدوث نقص في مساحة مقطع الموصل وبالتالي تزيد مقاومة الموصل حيث أن

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

R ---> مقاومة الموصل Ω

ρ ---> المقاومة النوعية Ω.m

L ---> طول الموصل m

A ---> مساحة مقطع الموصل m^2

٤- يستخدم هذا النوع في قياس الوزن أو الضغط أو القوة الميكانيكية أو الإزاحة

قوانين حساب ومبدل مقياس الأجهاد

١- لحساب مقاومة الموصل R

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

d

مساحة المقطع الدائري

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

المقطع مربع

X X X X

$$A = X \cdot X$$

٢- لحساب مقياس الأجهاد G

مقياس الأجهاد $G = \frac{\Delta L}{L}$ $\Delta L = L_1 - L$

L_1: الطول بعد التعرض للأجهاد

L: الطول قبل التعرض للأجهاد (الطول الأصلي)

٣- لحساب ثابت المقياس K

$$K = \frac{\Delta R / R_0}{\Delta L / L} > 1$$

$$K = \frac{\Delta R / R_0}{G} \quad \therefore \frac{K}{1} = \frac{\Delta R}{R_0 G}$$

$$\therefore \Delta R = K \cdot R_0 \cdot G$$

٤ـ لحساب معامل اللدونه E

الضغط الداخلي

البسط × مقلوب المقام

معامل اللدونه $E = \frac{S}{G} = \frac{F/A}{\Delta L/L} = \frac{F * L}{A * \Delta L}$

الضغط الداخلي

$S = \frac{F \longrightarrow N}{A \longrightarrow m^2}$ N/m^2

٥ـ لحساب مقدار التغير في قيمة المقاومة ΔR

$$\Delta R = R_1 - R_0$$

$$\therefore R_1 = \Delta R + R_0$$

R_1: قيمة المقاومة بعد التعرض للإجهاد

ΔR: مقدار التغير في قيمة المقاومه

R_0: المقاومة الابتدائيه (المقاومة قبل التعرض للإجهاد)

٦ـ لحساب النسبه المئويه للتغير في قيمة المقاومة

$$\frac{\Delta R}{R_0} \times 100\%$$

٧ـ لحساب النسبه المئويه للتغير في طول الموصل

$$\frac{\Delta L}{L} \times 100\%$$

أمثلة محلولة على حساس ومبدل مقياس الإجهاد

EX(1) قضيب من الصلب ذو مقطع دائري قطره (0.02 m) وطوله (0.4 m) تعرض لقوة شد مقدارها 33000 Kg وكان معامل اللدونة ($E = 2\times10^{10}\ kg/m^2$) أحسب الاستطالة ΔL

Solution

$d = 0.02\,m \quad L = 0.4\,m \quad F = 33000\,kg$

$E = 2\times10^{10}\ kg/m^2 \quad \Delta L = ??$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi * (0.02)^2}{4} = 3.14\times10^{-4}\ m^2$$

$$\because E = \frac{S}{G} = \frac{F/A}{\Delta L/L} = \frac{F * L}{A * \Delta L}$$

$$\therefore E = \frac{F * L}{A * \Delta L}$$

$$\therefore \Delta L = \frac{F * L}{A * E} = \frac{33000 * 0.4}{3.14\times10^{-4} * 2\times10^{10}} = (2.1\times10^{-3})\ m$$

$2.1\ mm$

EX(2)

قضيب من الصلب ذو مقطع دائري نصف قطره (0.2 cm) وطوله (0.8 m) تعرض لقوة شد مقدارها 44000 kg/ وكان معامل اللدونة ($E = 4\times10^{11}\ kg/m^2$) أحسب الاستطالة ΔL

(12)

$$\Delta L = \frac{F.L}{A.E}$$

EX(3) مبدل مقياس الإجهاد ذو ثابت مقياس ($k = 4$) إستخدم لقياس الإجهاد الواقع على ماكينه فإذا كانت المقاومة الابتدائية ($R_o = 100\,\Omega$) وكان الإجهاد ($G = 2 \times 10^5$) إحسب مقدار التغير في قيمة المقاومة ΔR

Solution

$k = 4 \quad R_o = 100\,\Omega \quad G = 2 \times 10^5 \quad \Delta R = ??$

$$\because k = \frac{\Delta R / R_o}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{\Delta R / R_o}{G} = \frac{\Delta R}{G * R_o}$$

$$\therefore \frac{k}{1} = \frac{\Delta R}{G * R_o}$$

$$\therefore \Delta R = k * G * R_o = 4 * 2 \times 10^5 * 100 = (\quad)\,\Omega$$

EX(4) إذا كانت المقاومة الابتدائية لمبدل مقياس الإجهاد تساوي ($R_o = 250\,\Omega$) وتعرضت المقاومة لتغير قدره $\Delta R = 0.15$ أثناء الاختبار نتيجة لإجهاد قدره ($G = 1.5 \times 10^{-4}$) احسب ثابت المقياس k

Solution

$R_o = 250\,\Omega \quad \Delta R = 0.15\,\Omega \quad G = 1.5 \times 10^{-4} \quad k = ??$

$$\because k = \frac{\Delta R / R_o}{\Delta L / L} = \frac{\Delta R / R_o}{G} = \frac{\Delta R}{R_o G}$$

$$\therefore k = \frac{\Delta R}{R_o G} = \frac{0.15}{250 * 1.5 \times 10^{-4}} = 4 \quad \#$$

EX(5) اذا كانت المقاومة الكهربيه لمبدل مقياس الإجهاد ($R_o = 120\,\Omega$) وكان ثابت المقياس ($K = 12$) احسب قيمة المقاومة الكهربيه بعد تعرضه لإجهاد مقداره (1%)

Solution

$R_o = 120\,\Omega \quad K = 12 \quad R_1 = ?? \quad G = 1\% = 0.01$

$\because R_1 = \Delta R + R_o$

$\because K = \dfrac{\Delta R / R_o}{\Delta L / L} = \dfrac{\Delta R / R_o}{G} = \dfrac{\Delta R}{R_o G}$

$\therefore K = \dfrac{\Delta R}{R_o * G}$

$\therefore \Delta R = K * R_o * G = 12 * 120 * 0.01 = 14.4\,\Omega$

قيمة

$\therefore R_1 = \Delta R + R_o = 14.4 + 120 = 134.4\,\Omega$

المقاومه بعد التعرض للاجهاد

المقاومة الابتدائيه

EX(6) مبدل مقياس الأجهاد تعرض لاجهاد قدرة (2%) وكانت المقاومة الكهربيه الابتدائيه ($R_o = 240\,\Omega$) فإذا علمت أن ثابت المقياس ($K = 24$)

أحسب مايلي 1- مقدار التغير في قيمة المقاومه ΔR

2- قيمة المقاومة بعد التعرض للأجهاد

الاجابه ($\Delta R = 28.8\,\Omega$)

$R_1 = 168.8\,\Omega$

K

EX (8) حساس ومبدل مقياس الإجهاد ذو ثابت مقياس (5) وصل بقضيب معدني فإذا تعرض القضيب إلى إستطالة من (12 inch) إلى (12.4 inch)
احسب قيمة المقاومة بعد تعرض القضيب للإجهاد
ثم احسب النسبة المئوية للتغير في المقاومة الكهربية علماً بأن قيمة المقاومة قبل التعرض للإجهاد (150 Ω)

SOLUTION

$K = 5 \quad \Delta L = L_1 - L = 12.4 - 12 = 0.4 \text{ inch}$

$R_1 = ?? \quad \frac{\Delta R}{R_o}\% = ?? \quad R_o = 150\ \Omega$

$\because G = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.4}{12} = 0.033$

R_1
$\Delta R + R_o$

$\because K = \frac{\Delta R / R_o}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{\Delta R / R_o}{G}$

$\therefore K = \frac{\left(\frac{\Delta R}{R_o}\right)}{G}$

$\therefore \left(\frac{\Delta R}{R_o}\right) = K \cdot G = 5 * 0.033 = 0.165$

$\therefore \frac{\Delta R}{R_o}\% = 0.165 \times 100 = 16.5\%$

$\because \Delta R = K \cdot G * R_o = 5 * 0.033 * 150 = 24.75\ \Omega$

$\because R_1 = \Delta R + R_o = 24.75 + 150 = 174.75\ \Omega$

EX(7) مبدل مقياس الإجهاد ذو ثابت مقياس ($k = 4$)
وصل بقضيب معدني فإذا كان القضيب تعرض إلى
إستطالة من (10 inch) إلى (10.2 inch)
أوجد النسبة المئوية للتغير في المقاومة الكهربية
وإذا كانت المقاومة الكهربية الابتدائية ($R_o = 120\,\Omega$)
احسب قيمة المقاومة بعد التعرض للاجهاد R_1

Solution

$k = 4 \qquad \Delta L = 10.2 - 10 = 0.2$ inch

$\frac{\Delta R}{R_o}\% = ?? \qquad R_o = 120\,\Omega \qquad R_1 = ??$

$$\because G = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.2}{10} = 0.02 \ \#$$

$$\because k = \frac{\Delta R / R_o}{\Delta L / L} = \frac{\Delta R / R_o}{G}$$

$$\because \frac{k}{1} = \frac{(\Delta R / R_o)}{G}$$

ملحوظة

$\Delta L = \underset{\text{الطول بعد التعرض للاجهاد}}{\overset{10.2}{L_1}} - \underset{\text{الطول الأصلي قبل التعرض للاجهاد (الطول الأصلي)}}{\overset{10}{L_i}}$

$$\left(\frac{\Delta R}{R_o}\right) = k \cdot G = 4 * 0.02 = 0.08$$

$$\therefore \left(\frac{\Delta R}{R_o}\%\right) = 0.08 \times 100 = 8\%$$

$$\because \Delta R = K \cdot G \cdot R_o = 5 * 0.02 * 120 = 9.6\,\Omega$$

$$\therefore R_1 = \Delta R + R_o = 9.6 + 120 = 129.6\,\Omega$$

قيمة المقاومة بعد التعرض للاجهاد

EX( ) : حساس مقياس الأجهاد ذو ثابت مقياس (2)
وصل بقضيب من الصلب طوله (20 cm)
ومقطعه مربع الشكل طول ضلعه (0.002 m)
تعرض القضيب لقوة شد مقدارها (40000 Kg)
وكان معامل اللدونه (30×10^9 Kg/m²)
أحسب ما يلي

١- طول القضيب بعد تعرضه للأجهاد L_1
٢- النسبه المئوية للتغير في المقاومة الكهربيه

ΔR / R

طول القضيب قبل التعرض للاجهاد

solution

0.002 m

المقطع مربع

$K = 2$ $\quad L = 20\ cm = 20 \times 10^{-2}\ m$

$A = 0.002 * 0.002 = 4 \times 10^{-6}\ m^2$

$F = 40000\ Kg$ $\quad E = 30 \times 10^9\ Kg/m^2$

$L_1 = ??$

$\Delta R / R_0\ \% = ??$

$\because \Delta L = L_1 - L$

$\therefore L_1 = \Delta L + L$

$$\because E = \frac{S}{G} = \frac{F/A}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{F * L}{A * \Delta L}$$

$$\therefore E = \frac{F * L}{A * \Delta L}$$

$$\therefore \Delta L = \frac{F * L}{A * E} = \frac{40000 * 20 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-6} * 30 \times 10^9} = 0.067$$

الطول بعد التعرض للاجهاد

$$\therefore L_1 = \Delta L + L = 0.067 + (20 \times 10^{-2}) = 0.267\ m$$

$$\because G = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.067}{20 \times 10^{-2}} = 0.335$$

$$\because K = \frac{\Delta R/R_o}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R_o}{G}$$

$$\frac{K}{1} = \frac{\left(\frac{\Delta R}{R_o}\right)}{G}$$

$$\left(\frac{\Delta R}{R_o}\right) = K * G = 2 * 0.335 = 0.67 \times 100 = 67\%$$

$$= 67\%$$

EX(--) حساس ومبدل مقياس الأجهاد اذا كان ثابت مقياس الأجهاد ($K = 4$) وطول القضيب يساوي 100cm تعرض القضيب للأجهاد فأصبح طوله 104 cm فإذا كانت القيمة الابتدائية للمقاومة ($70\,\Omega$) احسب مقياس الأجهاد — قيمة المقاومة بعد الأجهاد

EX(-) قضيب من الصلب ذو مقطع دائري قطره (0.01m) وطوله (0.5m) تعرض لقوة شد (4000 kg) وكانت قيمة الاستطالة (2 mm) احسب مايلي

١- معامل اللدونة ٢- الطول بعد الأجهاد

٣- النسبة المئوية للتغير في الطول

ΔL_x

EX( ) حساس ومبدل مقياس الأجهاد اذا كان ثابت المقياس يساوي (5) وطول القضيب (100 cm) وتعرض القضيب للأجهاد فأصبح طوله (105 cm) فإذا كانت قيمة المقاومة الابتدائية ($80\,\Omega$) أحسب مقياس الأجهاد وقيمة المقاومة بعد الأجهاد

ثالثاً:- حساسات ومبدلات الحرارة

هي حساسات ومبدلات تقوم بتحويل درجة الحرارة باعتبارها كمية فيزيائية إلى إشارة كهربية

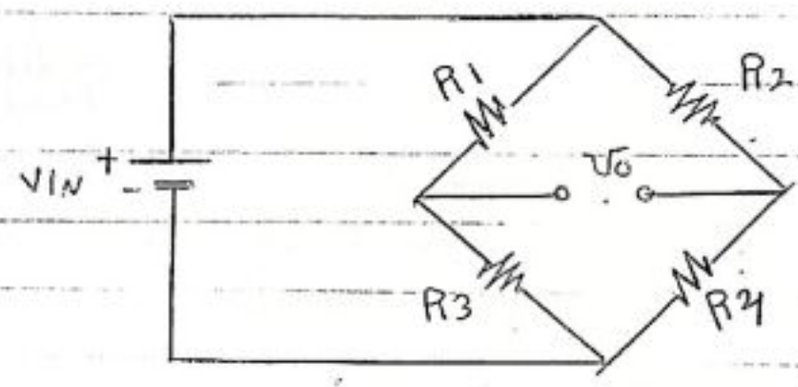
اذكر أنواع حساسات ومبدلات الحرارة مع وصف كل نوع

١- مقياس حرارة المقاومة الكهربية

٢- المزدوج الحراري

٣- المجس الحراري

١- مقياس حرارة المقاومة الكهربية



١- يصنع مقياس حرارة المقاومة الكهربية من عناصر حساسة ونقية من البلاتين أو النحاس أو النيكل وهي مواد تتأثر مقاومتها الكهربية بدرجة الحرارة طبقاً للعلاقة الآتية

٢- $R = R_0[1 + \alpha_0 \cdot t]$

حيث أن

R ⟵ مقاومة موصل عند درجة حرارة معينة

R_0 ⟵ مقاومة موصل عند درجة حرارة مرجعية (20°C)

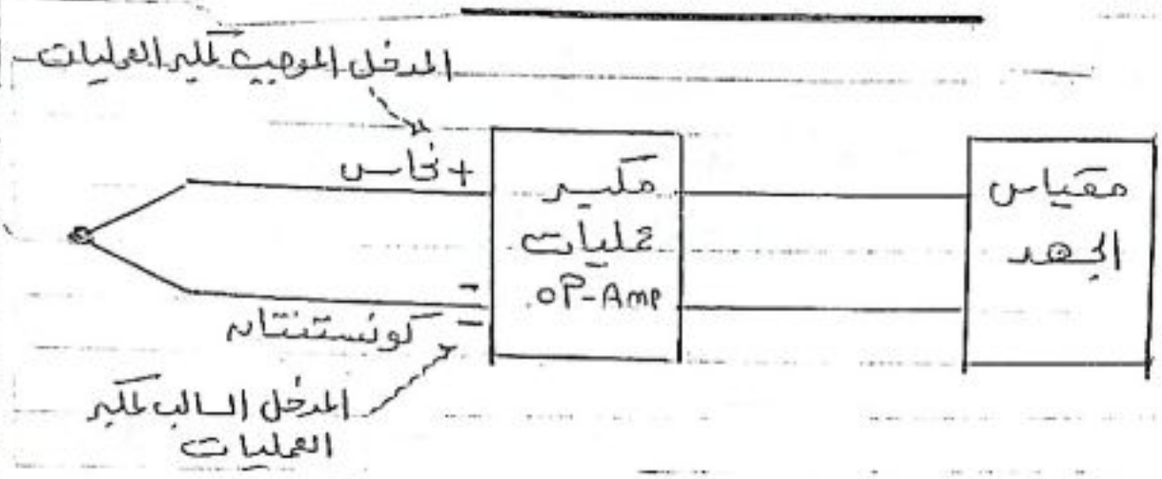
Δt ⟵ الفرق بين درجة حرارة التشغيل ودرجة الحرارة المرجعية

α ⟵ المعامل الحراري للمقاومة

٢- وتتميز المواد السابقة بأن لها معامل حرارى α كبير ولذلك أى تغير صغير فى درجة الحرارة ينتج عنه تغير كبير فى قيمة المقاومة (ΔR)

٣- يمكن قياس هذا التغير فى قيمة المقاومة باستخدام قنطرة هويتسن .

٢- المزدوج الحرارى



١- المزدوج الحرارى عبارة عن سلكين من النحاس والكونستنتان حيث يتم توصيل سلك النحاس بالطرف الموجب لمكبر العمليات وتوصيل الكونستنتان بالطرف السالب لمكبر العمليات

٢- عند توصيل طرفى السلكين مع بعضهما فيتولد جهد كهربى على الطرفين الآخرين هذا الجهد يعتمد على فرق درجة الحرارة بين السلكين

٣- هذا الجهد الكهربى يتم تكبيره ثم يتم قياسه عن طريق مقياس الجهد وفيما يلى العلاقة التى تربط بين الجهد الكهربى ودرجة الحرارة

$$E = C\,(T_1 - T_2) + K\,(T_1^2 - T_2^2) \longrightarrow mV$$

E: الجهد الكهربى

C: ثابت

T_1: درجة حرارة الطرفين الموصلين معاً (الطرف الساخن)

T_2: درجة حرارة الطرفين الآخرين (الطرف البارد)

K: ثابت

EX(1) أحسب الجهد الكهربي الناتج من مزدوج حراري مصنوع من مادتي النحاس والكونستنتان إذا كان الثابت $C = 3.75 \times 10^{-2}$ والثابت $k = 4.5 \times 10^{-5}$ حيث وضعت الوصلة الساخنة في درجة غليان الماء والوصلة الباردة في الثلج

SOLUTION

$E = ??$ $\quad C = 3.75 \times 10^{-2}$ $\quad k = 4.5 \times 10^{-5}$

$T_1 = 100^\circ C$ درجة غليان الماء

$T_2 = 0^\circ C$ درجة حرارة الثلج

$$\therefore E = C(T_1 - T_2) + k(T_1^2 - T_2^2)$$

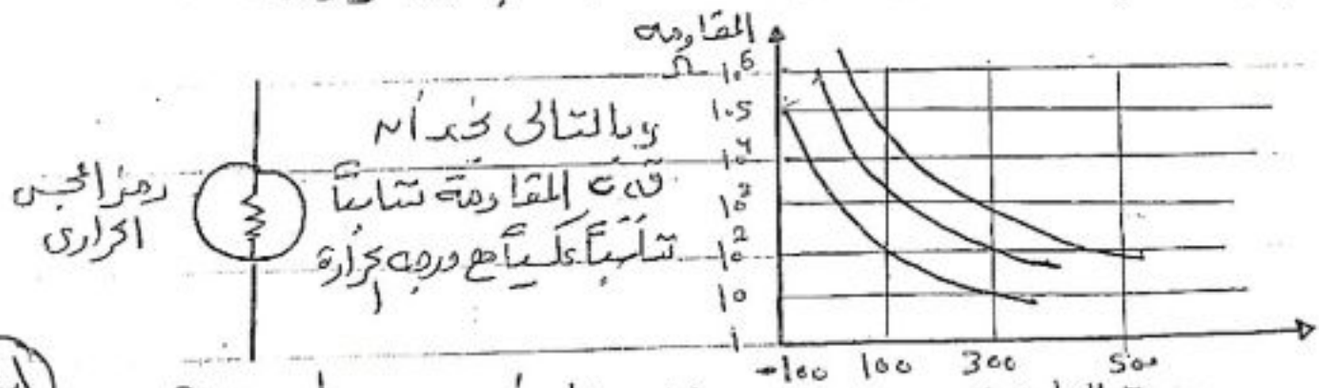
$$E = 3.75 \times 10^{-2}(100 - 0) + 4.5 \times 10^{-5}((100)^2 - (0)^2) =$$

4.5×10^{-3} volt

4.5 mV

* ٣- المجس الحراري *

يتركب المجس الحراري من خليط يتكون من مادة المنجنيز والنيكل والنحاس واليورانيوم وتتراوح مقاومة المجس الحراري من ($0.5\,\Omega$ إلى $75\,M\Omega$) وفيما يلي رسم العلاقة بين درجة الحرارة والمقاومة ورمز المجس الحراري



وبالتالي نجد أن قيمة المقاومة تتناسب تناسباً عكسياً مع درجة الحرارة

وبذلك نجد أن $R \propto \frac{1}{T}$

المادة

دوائر إلكترونية متقدمة

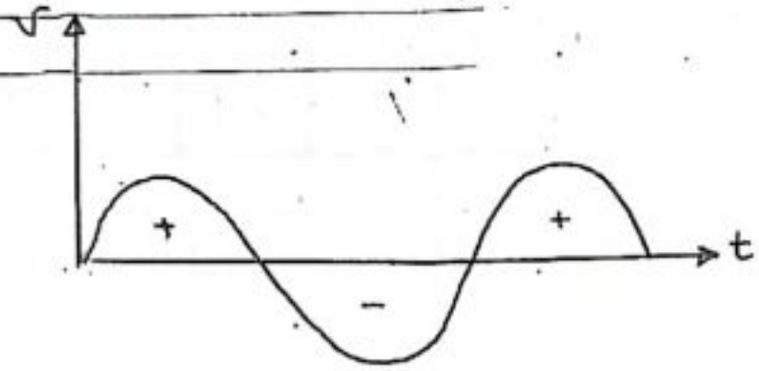
الباب الخامس

التحويل من رقمى إلى تماثلىDAC

الباب الخامس :- التحويل من رقمي إلى تماثلي D.A.C

١- تعريف الإشارات التماثليه :-

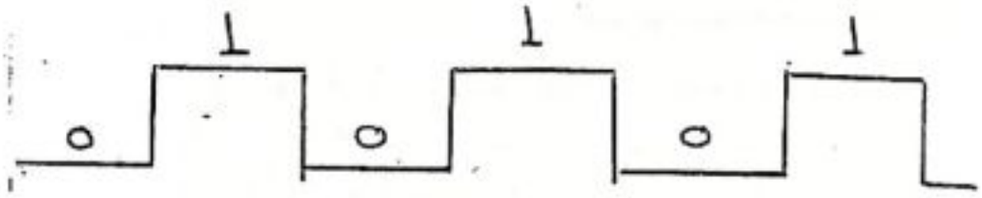
هي إشارات تتغير قيمتها بشكل مستمر مع الزمن مثل إشارة الجهد والتيار ودرجه الحرارة والضغط ..... الخ)



نموذج لإشارة تماثليه (تناظريه)

٢- تعريف الإشارات الرقميه :-

هي إشارات تتغير قيمتها بين مستويين منفصلين إحدهما يمثل مستوى منطقي منخفض (Low) والآخر يمثل مستوى منطقي عالي (High)

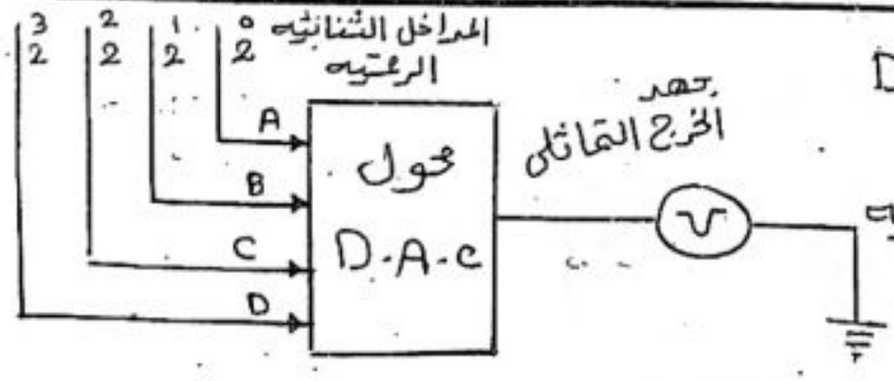


نموذج لإشارة رقميه

٣- المحولات الرقميه - التماثليه D.A.C

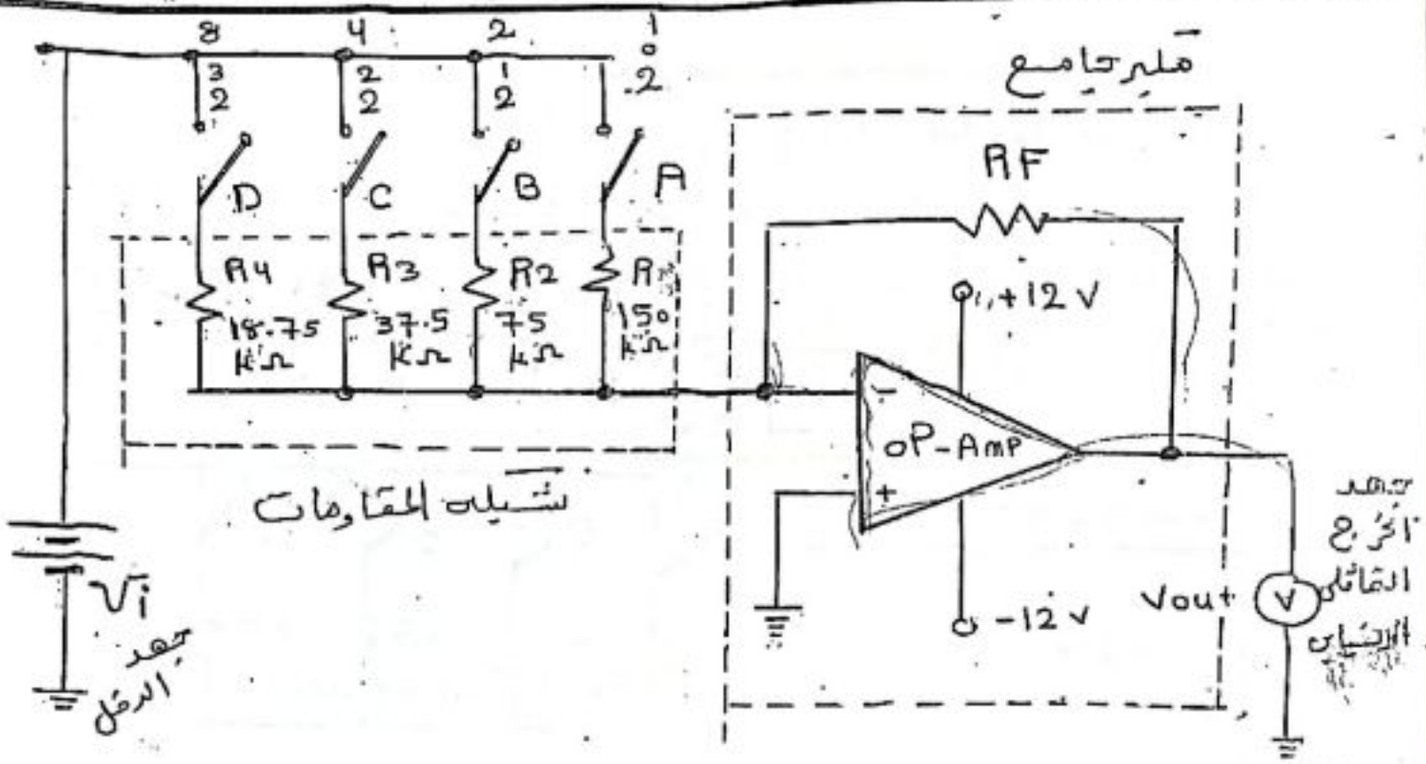
هي التي تسمح للحواسيب الإتصال مع الحواس الإنسانيه والظواهر الطبيعيه حيث تقوم بتحويل الإشارات الرقميه إلى إشارات تماثليه

إرسم المخطط الصندوقي يوضح مهمة المحول الآلي D.A.C



يقوم المحول الآلي D.A.C بتحويل المداخل الثنائيه الرقميه إلى إشارات تماثليه مكافئه لقيمه الدخل الرقمي

إرسم الرسم التخطيطي ~~لدائرة~~ لدائرة محول أرقى D.A.C



تتكون دائرة المحول الأرقى D.A.C من قسمين هما

أ- شبكة المقاومات (R_1 ، R_2 ، R_3 ، R_4) حيث أن

١- المقاومة R_1 متصلة بالمفتاح A ووزنها 1 $\quad R_1 = R_1$

٢- المقاومة R_2 متصلة بالمفتاح B ووزنها 2 $\quad R_2 = \frac{R_1}{2}$

٣- المقاومة R_3 متصلة بالمفتاح C ووزنها 4 $\quad R_3 = \frac{R_1}{4}$

٤- المقاومة R_4 متصلة بالمفتاح D ووزنها 8 $\quad R_4 = \frac{R_1}{8}$

ب- المكبر الجامع :- وظيفته تدرج جهد الخرج اعتماداً على جدول الحقيقة.

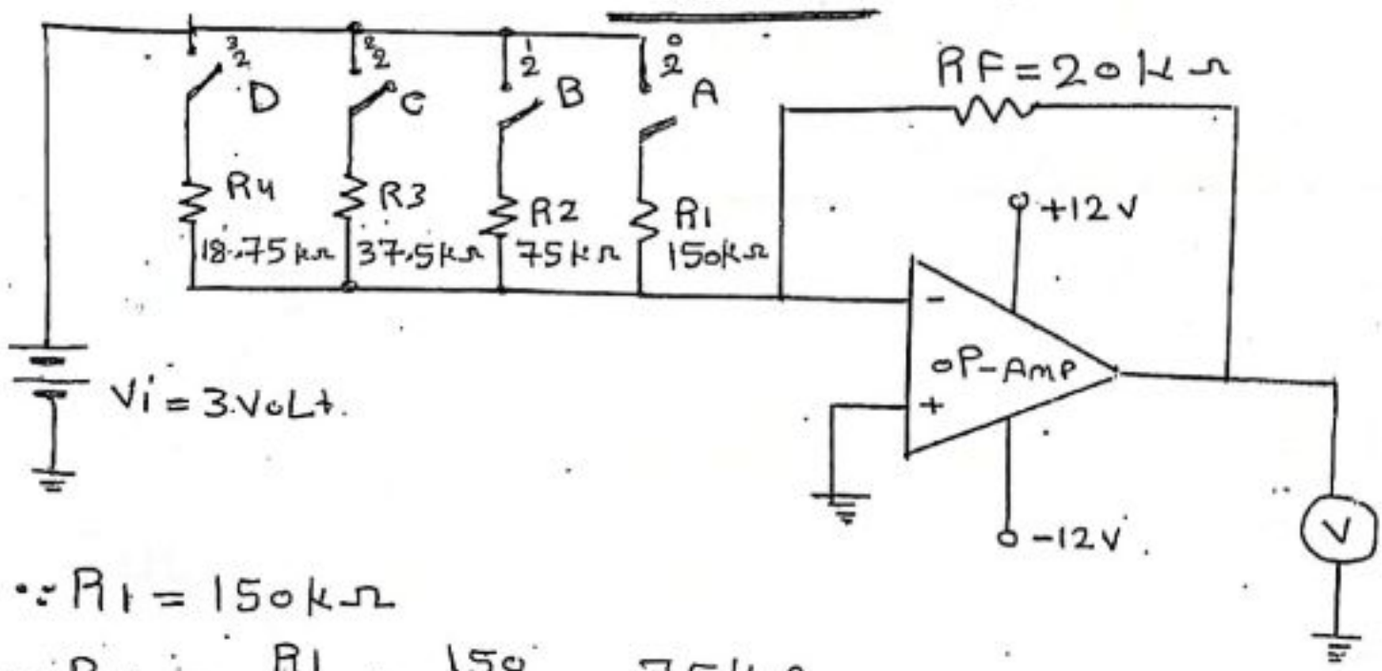
ويمكن حساب جهد الخرج الانسيابي V_{out} من القانون الآتي

$$V_{out} = V_i * R_F \left[\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \right]$$

* أمثلة محلولة *

١- محول أولي رقمي تماثلي D.A.C له أربعة مداخل ثنائيه وكان جهد الدخل (3 volt) وكانت مقاومة الدخل $R_1 = 150k\Omega$ وكانت مقاومة التغذية الخلفيه $R_F = 20k\Omega$ احسب جهد الخرج الانسيابي (التماثلي) عند قيم الدخل الثنائيه

Sol



$\because R_1 = 150k\Omega$

$\therefore R_2 = \frac{R_1}{2} = \frac{150}{2} = 75k\Omega$

$\therefore R_3 = \frac{R_1}{4} = \frac{150}{4} = 37.5k\Omega$

$R_4 = \frac{R_1}{8} = \frac{150}{8} = 18.75k\Omega$

وعليه حساب جهد الخرج الانسيابي (التماثلي) من العلاقه الاتيه

$$V_{out} = V_i * R_F \left[\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right]$$

١- عندما يكون الدخل $(0000)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + 0 + 0 + 0\right] = 0 \text{ Volt}$$

٢- عندما يكون الدخل $(0001)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + 0 + 0 + \frac{1}{150} \right] = 0.4 \text{ Volt}$$

٣- عندما يكون الدخل $(0010)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + 0 + \frac{1}{75} + 0 \right] = 0.8 \text{ V}$$

٤- عندما يكون الدخل $(0011)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + 0 + \frac{1}{75} + \frac{1}{150} \right] = 1.2 \text{ V}$$

٥- عندما يكون الدخل $(0100)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + \frac{1}{37.5} + 0 + 0 \right] = 1.6 \text{ V}$$

٦- عندما يكون الدخل $(0101)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + \frac{1}{37.5} + 0 + \frac{1}{150} \right] = 2.0 \text{ V}$$

٧- عندما يكون الدخل $(0110)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + \frac{1}{37.5} + \frac{1}{75} + 0 \right] = 2.4 \text{ V}$$

٨- عندما يكون الدخل $(0111)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[0 + \frac{1}{37.5} + \frac{1}{75} + \frac{1}{150} \right] = 2.8 \text{ V}$$

٩- عندما يكون الدخل $(1000)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + 0 + 0 + 0\right] = 3.2 \text{ Volt}$$

١٠- عندما يكون الدخل $(1001)_2$.

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + 0 + 0 + \frac{1}{150}\right] = 3.6$$

١١- عندما يكون الدخل $(1010)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + 0 + \frac{1}{75} + 0\right] = 4 \text{ V}$$

١٢- عندما يكون الدخل $(1011)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + 0 + \frac{1}{75} + \frac{1}{150}\right] = 4.4$$

١٣- عندما يكون الدخل $(1100)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + \frac{1}{37.5} + 0 + 0\right] = 4.8 \text{ V}$$

١٤- عندما يكون الدخل $(1101)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + \frac{1}{37.5} + 0 + \frac{1}{150}\right] = 5.2 \text{V}$$

١٥- عندما يكون الدخل $(1110)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + \frac{1}{37.5} + \frac{1}{75} + 0\right] = 5.6 \text{ V}$$

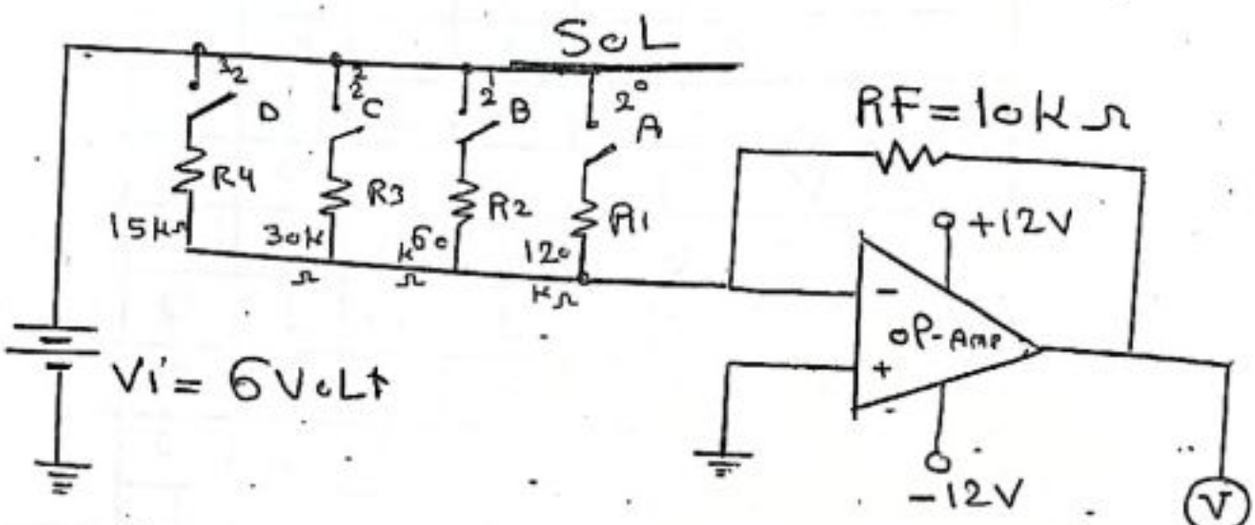
١٦- عندما يكون الدخل $(1111)_2$

$$V_{out} = 3 * 20 \left[\frac{1}{18.75} + \frac{1}{37.5} + \frac{1}{75} + \frac{1}{150}\right] = 6\,V$$

المداخل الثنائيه				المخرج الانسيابي
D	C	B	A	V_{out} بـ
0	0	0	0	0 Volt
0	0	0	1	0.4 Volt
0	0	1	0	0.8 Volt
0	0	1	1	1.2 Volt
0	1	0	0	1.6 Volt
0	1	0	1	2 Volt
0	1	1	0	2.4 Volt
0	1	1	1	2.8 Volt
1	0	0	0	3.2 Volt
1	0	0	1	3.6 Volt
1	0	1	0	4 Volt
1	0	1	1	4.4 Volt
1	1	0	0	4.8 Volt
1	1	0	1	5.2 Volt
1	1	1	0	5.6 Volt
1	1	1	1	6 Volt

EX(2) محول رقمي/تماثلي ذو أربعة مداخل وكانت مقاومة التغذية العكسية $R_F = 10k\Omega$ وجهد الدخل ($V_i = 6$ Volt) وكانت أصغر قيمة في شبكة المقاومات تساوي ($15k\Omega$) أحسب جهد الخرج الانسيابي في الحالات الآتية

$$(1110)_2 - (1000)_2$$



أصغر قيمة في شبكة المقاومات هي R4

$\therefore R_4 = 15k\Omega$ $R_3 = 2R_4 = 30k\Omega$ $R_2 = 2R_3 = 60k$

$R_1 = 2R_2 = 120k\Omega$

وقيمة حساب جهد الخرج الانسيابي من العلاقة الآتية

$$V_{out} = V_i * R_F \left[\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right]$$

١- عندما يكون الدخل $(1000)_2$

$$V_{out} = 6 * 10 \left[\frac{1}{15} + 0 + 0 + 0\right] = 4 \text{ Volt}$$

٢- عندما يكون الدخل $(1110)_2$

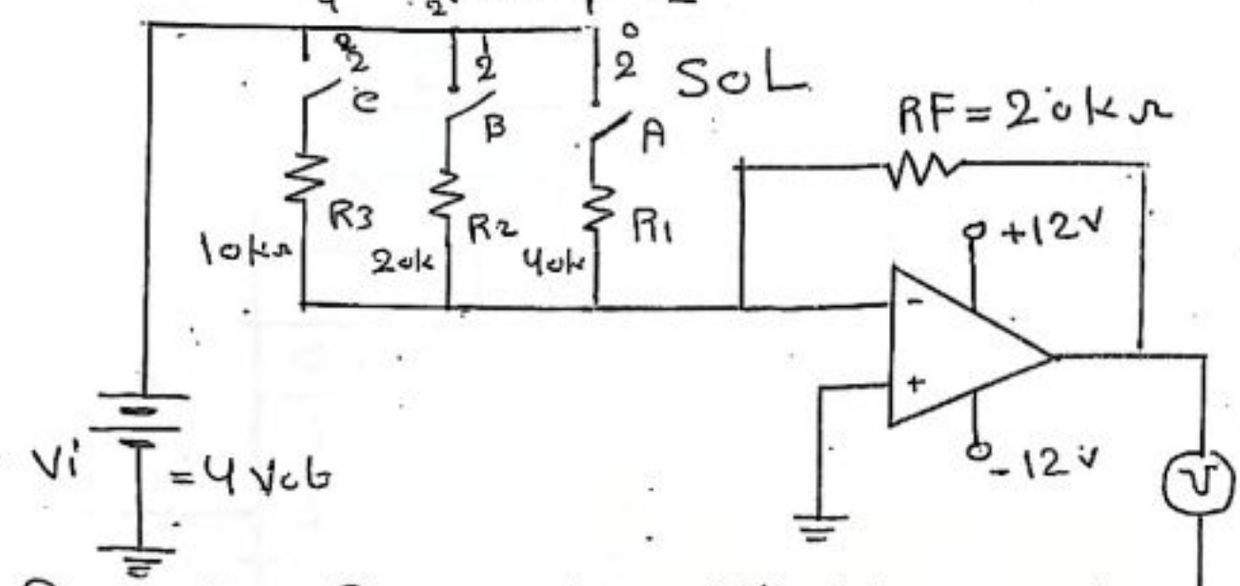
$$V_{out} = 6 * 10 \left[\frac{1}{15} + \frac{1}{30} + \frac{1}{60} + 0\right] = 7 \text{ Volt}$$

نجيب القيمه الى بعد الصفر $(0001)_2$

$$V_{out} = 6 * 10 \left[0 + 0 + 0 + \frac{1}{120}\right] = 0.5 \text{ Volt}$$

المداخل الثنائيه				تعهد الخرج الانشيائي
D	C	B	A	Vout
0	0	0	0	0 Volt
0	0	0	1	0.5 V
0	0	1	0	1 V
0	0	1	1	1.5 V
0	1	0	0	2 V
0	1	0	1	2.5 V
0	1	1	0	3 V
0	1	1	1	3.5 V
1	0	0	0	4 V
1	0	0	1	4.5 V
1	0	1	0	5 V
1	0	1	1	5.5V
1	1	0	0	6 V
1	1	0	1	6.5
1	1	1	0	7 V
1	1	1	1	7.5V

EX(3) محول D.A.C ذو ثلاثة مداخل اذا كان الدخل (4 Volt)
ومقاومة التغذية الخلفية $(RF = 20k\Omega)$
والمقاومة ذات الوزن 4 تساوي $(10k\Omega)$
احسب جهد الخرج الانسيابي في الحالات الآتية
$(101)_2$ - $(111)_2$



المقاومة ذات الوزن 4 هي R3 $R3 = 10k\Omega$

$\therefore R2 = 2R3 = 20k\Omega \quad R1 = 2R2 = 40k\Omega$

ويمكن حساب جهد الخرج الانسيابي من العلاقة الآتية

$$V_{out} = V_i * RF\left[\frac{1}{R3} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R1}\right]$$

1- عندما يكون الدخل $(111)_2$

$$V_{out} = 4 * 20\left[\frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40}\right] = 14 \text{ Volt}$$

2- عندما يكون الدخل $(101)_2$

$$V_{out} = 4 * 20\left[\frac{1}{10} + 0 + \frac{1}{40}\right] = 10 \text{ Volt}$$

نجيب القيمه التي بعد الصفر $(001)_2$

$$V_{out} = 4 * 20 \left[0 + 0 + \frac{1}{40} \right] = 2 \text{ Volt}$$

الداخل الثنائيه			الخرج الانسيابي
C	B	A	Vout
0	0	0	0 V
0	0	1	2 V
0	1	0	4 V
0	1	1	6 V
1	0	0	8 V
1	0	1	10 V
1	1	0	12 V
1	1	1	14 V

أسئلة على الباب الخامس

١- عرف الإشارات الرقمية – الإشارات التناظرية

٢- أذكر مهمة المحول من رقمي إلى تناظري DAC.

٣- إرسم المخطط الصندوقي الذي يوضح مهمة المحول DAC

٤- إرسم محول أولي موضح عليه قيم الجهود والمقاومات

٥- لدينا محول من رقمي إلى تماثلي DAC له أربعة مداخل ثنائية جهد الدخل له يساوي (5V) وقيمة مقاومة التغذية العكسية Rf =15K Ω ومقاومة الدخل R=88KΩ

أوجد الجهد التماثلي المقابل لكل قيمة من قيم الدخل ؟

٦- محول أولي رقمي تماثلي (DAC) له أربع مداخل ثنائية وكان جهد الدخل له (4V) ومقاومة التغذية الخلفية (15KΩ) ومقاومة الدخل (R1 = 200KΩ) . إرسم دائرة المحول ثم إوجد جهد الخرج التماثلي لكل قيمة من قيم الدخل الثنائية الآتية :

(0011) , (0100) (0101) .

٧- محول أولي رقمي تماثلي (DAC) له أربع مداخل ثنائية وكان جهد الدخل له (9V) ومقاومة التغذية العكسية (10KΩ) . وقيمة أكبر مقاومة

R1=150KΩ , R2= 75KΩ R3 = 37.5 , R4 = 17.75

فشبكة المقاومات (150) . إوجد جهد الخرج التماثلي لكل قيمة من قيم الدخل بإستخدام جدول الحقيقة مع رسم المحول .

R1

٨- محول أولي رقمي تماثلي (DAC) له أربع مداخل ثنائية وكان جهد الدخل (3V) و (Rf = 20KΩ) وأصغر مقاومة في شبكة المقاومات (18.75KΩ) إحسب جهد الخرج الإنسيابي عند قيم الدخل الثنائية الآتية

R4

(0001) , (1000) , (1001)

R4 = 18.75KΩ R3 = 37.5KΩ R2 = 75KΩ R1 = 150KΩ

المادة

دوائر إلكترونية متقدمة

الباب السادس

التحويل من تماثلى إلى رقمى ADC

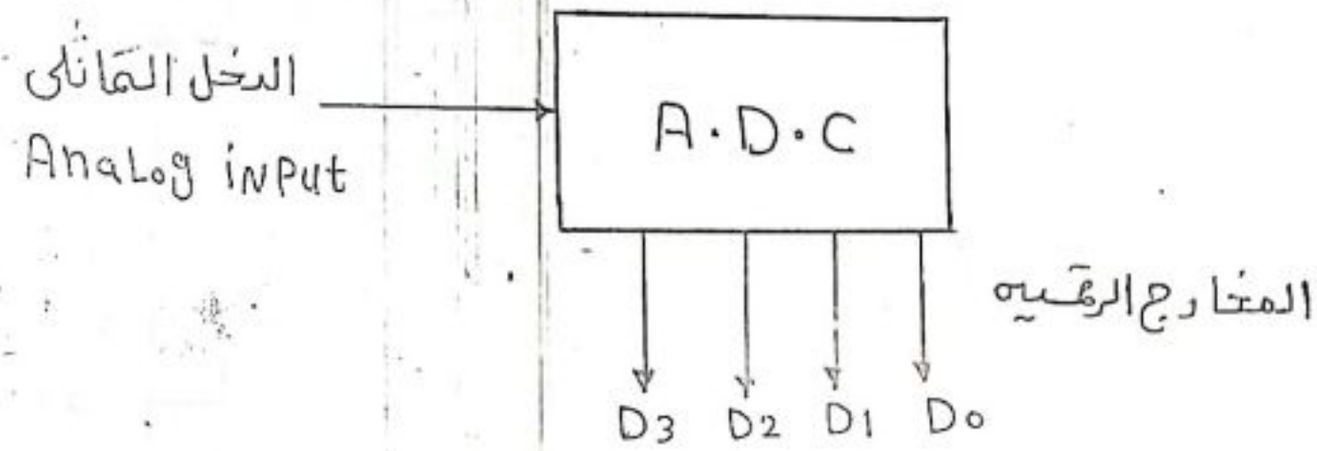
الباب السادس « دوائر آلكترونية متقدمة »

دوائر تحويل الإشارات التماثليه إلى رقميه A.D.C

وظيفة محولات A.D.C

تقوم هذه المحولات بتحويل الإشارات التماثليه (التناظرية) إلى إشارات رقمية.
وقد تم تصميمها لكي تسمح للظواهر التناظرية بالإتصال مع الحاسبات

رسم مخطط صندوق للمحول « التماثلي - الرقمي » A.D.C



ماهي أنواع المحولات التماثليه الرقميه A.D.C (تبعاً لسرعتها)

حظر مهم

- المحولات البطيئة SLOW :-

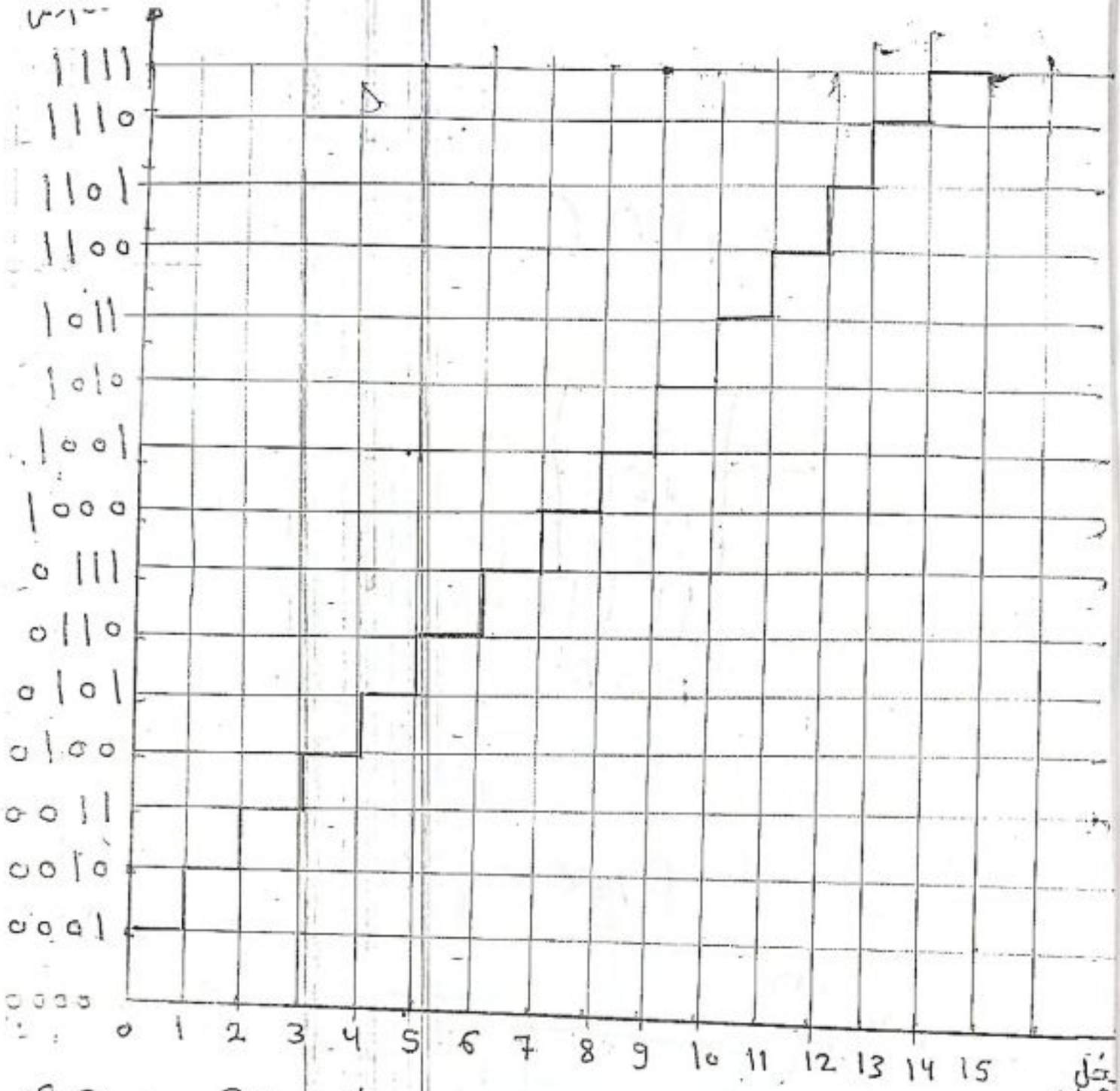
هي محولات تستغرق زمن تبديل يساوي 300msec وتستخدم في قياس التغيرات البطيئة للجهود المستمره

- محولات التقريب التتابعي :-

هي محولات تستغرق زمن تبديل يقدر بالميكروثانية [μsec]
وهي قادرة على ترميز الإشارات الصوتية ترميزاً رقمياً

- المحولات اللمحية FLash :-

هي محولات سريعه جداً وقادرة على ترميز الإشارات المرئية ترميزاً رقمياً

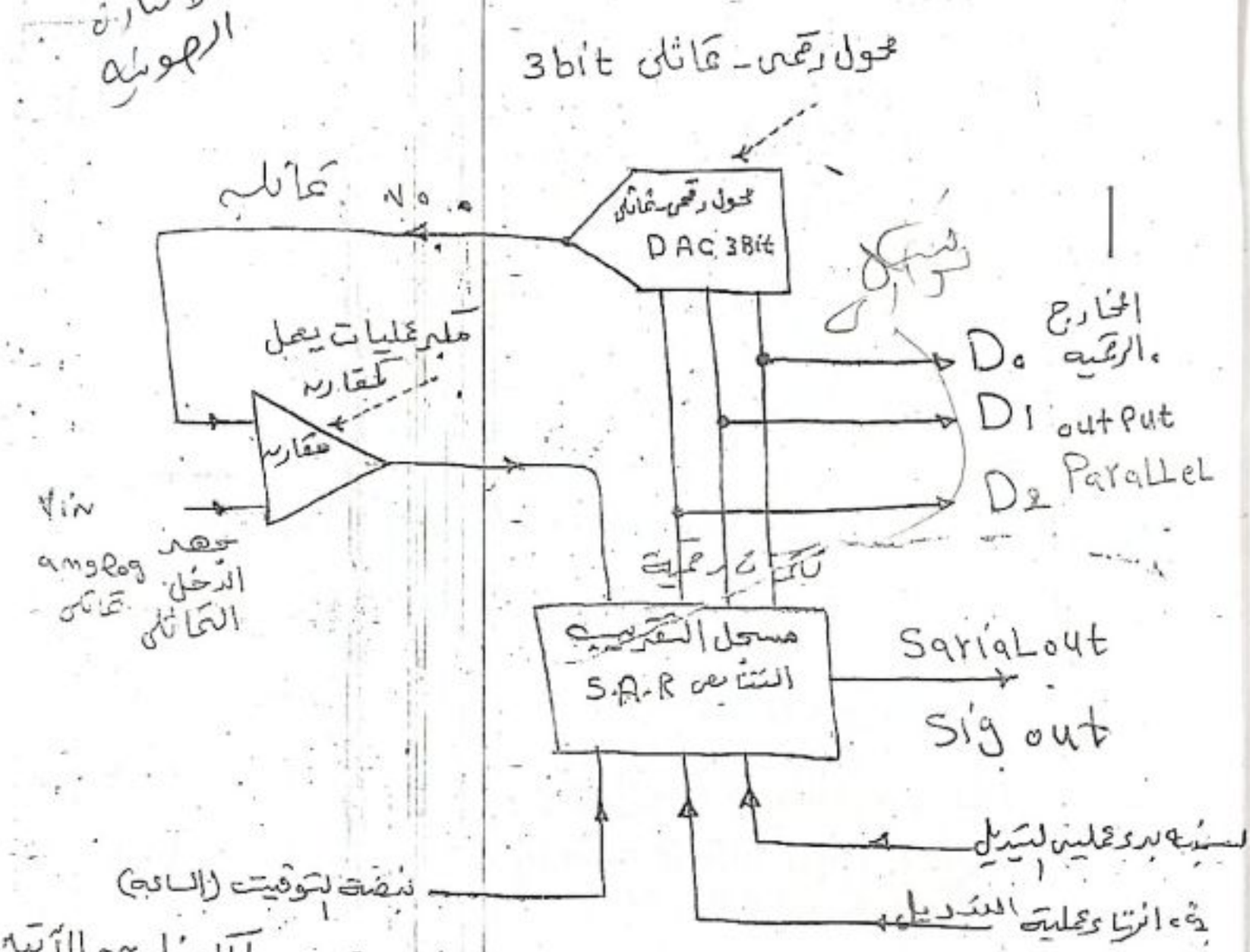


الشكل يوضح دخل وخرج المحولات التماثلية الرقمية A.D.C

0000
0001
0010
0011
0100

1111

أولاً: إشرح مع الرسم محولات التقريب التتابعى A.D.C



تتكون محولات التقريب التتابعى A.D.C من المكونات الآتية

١- محول رقمى تماثلى D.A.C (3bit)
٢- مقبر عمليات يعمل كمقارنه
٣- مسجل التقريب التتابعى S.A.R الذى يسمح بإخراج الكلمة الرقمية فى صورة متوازية (Parallel) أو فى صورة تتابعية (Serial)

وتحتاج هذه المحولات إلى ثلاث خطوط تحكم هما كالآتى

أ- نبضة بدء عملية التبديل
ب- نبضة إنتهاء عملية التبديل
جـ- نبضة التوقيت (الساعه)

طريقة العمل :-

١- عند إدخال نبضة بدء عملية التحويل (التبديل) يقوم مسجل التقريب التتابعي S.A.R بتطبيق كلمات رقمية بشكل متتابع ومتسلسل على مداخل المحول الرقمي التماثلي (D.A.C)

٢- يقوم المحول D.A.C بتحويل الكلمات الرقمية إلى إشارات تماثلية (Vo) يتم مقارنتها مع قيمة جهد الدخل التماثلي (Vin) وذلك عن طريق المقارنة

٣- تطبيق إشارة خرج المقارنة على مسجل التقريب التتابعي S.A.R لتخبره إذا كان (Vin > Vo) أو (Vin < Vo)

٤- إذا كانت الكلمة الرقمية مؤلفة من (3 bit) فتتم ثلاث عمليات مقارنة وبعد اتمام عمليات المقارنة يقوم مسجل التقريب التتابعي S.A.R بإرسال نبضة انتهاء عملية التحويل فتحصل في الخرج على كلمة رقمية تكافئ قيمة الدخل التماثلي (Vin)

مثال :- إذا كان المطلوب تحويل (تبديل) جهد تماثلي لخرج رقمي فيطبق المسجل S.A.R مستوى منطقي عالي (1) على الخانة D_2 (الأكثر أهمية) (MSB)

فإذا كان خرج المحول D.A.C أصغر من جهد الدخل (Vin) فيرسل المقارنة إشارة إلى مسجل التقريب التتابعي لإبقاء الخانة D_2 عند المستوى المنطقي العالي (1)

ثم يضع المسجل مستوى منطقي عالي (1) على الخانة D_1 وهكذا إلى أن يتم الحصول على أكبر قيمة رقمية مكافئة لجهد الدخل ...

٥- تستخدم محولات التقريب التتابعي في ترميز الإشارات الصوتية ترميزاً رقمياً وتستغرق زمن تبديل يقدر بالميكروثانية

تعريف زمن التبديل.

هو الزمن الذى يستغرقة المحول A.D.C فى تحويل الاشارة التماثلية إلى خرج رقمى

زمن التبديل

حيث أن

$$T_c = T(1+n) \qquad \because T = \frac{1}{F}$$

T_c ----------> زمن التبديل μsec

T ----------> الزمن الدورى μsec

F ----------> تردد نبضه الساعه HZ

n ----------> عدد الخانات الثنائيه

EX احسب زمن التبديل لمحول تقريب تتابعى ذو 8 خانات ثنائيه اذا كان تردد نبضه الساعه 1MHz

f هيجا

SoL

$T_c = ??$ $\quad n = 8 \quad F = 1\,MHZ$

$$\because T = \frac{1}{F} = \frac{1}{1\times10^{6}} = 1\times10^{-6} = 1\,\mu sec$$

$$\therefore T_c = T(1+n)$$

$$T_c = 1\times10^{-6}(1+8) = 9\times10^{-6}\,sec = 9\,\mu sec$$

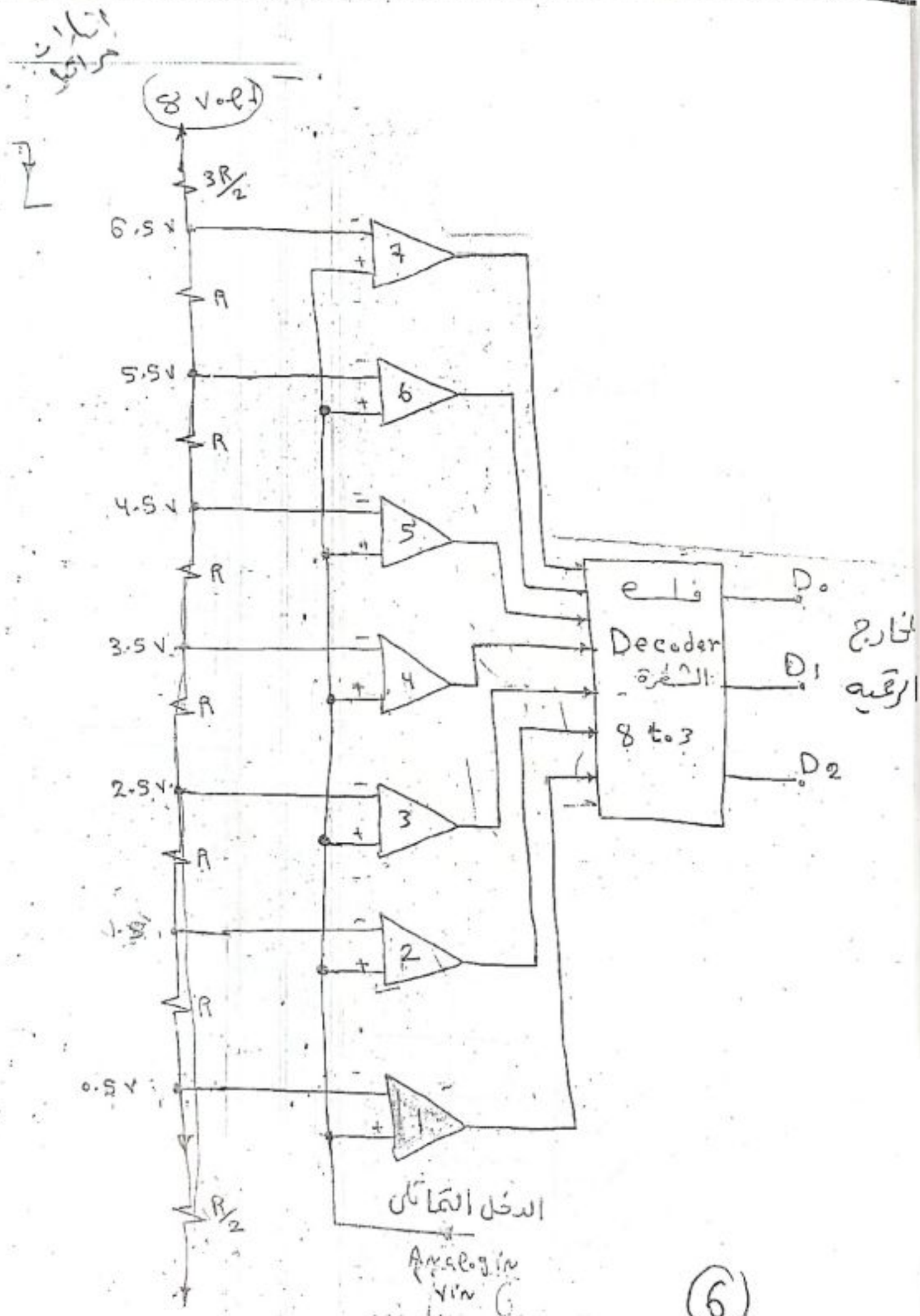
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1\times10^{-6}} = 1\,\mu s$$

$$T_c = T(1+n) = 1\times10^{-6}\times(1+8)$$

5

"ثانياً"

شرح مع الرسم المحولات اللمحية A.D.C



طريقة العمل :-

١- تستخدم المحولات اللمحية في ترميز الإشارات المرئية ترميزاً رقمياً وهي من أسرع محولات (A.D.C)

٢- يطبق جهد الدخل التماثلي (Vin) على المدخل الموجب (+) لجميع المقارنات ويطبق خرج المقارنات على مدخل دائرة المرمز (Decoder) (8 to 3) فيكون خرج المرمز هو المكافئ لجهد الدخل التماثلي

٣- إذا فرضنا أن Vin = 5 V فنجد أن جميع مخارج المقارنات من [1] إلى [5] عند المستوى المنطقي [1] ومخارج باقي المقارنات في عند المستوى المنطقي [0] فيكون الخرج الرقمي (101)

٤- الجهد المرجعي Vref وشبكة المقارنات تقوم بتأمين دقة تمييز 1V/LSB

الدخل التماثلي Analog IN	المخارج الرقمية		
	D2	D1	D0
0 : 0.5	0	0	0
0.5 : 1.5	0	0	1
1.5 : 2.5	0	1	0
2.5 : 3.5	0	1	1
3.5 : 4.5	1	0	0
4.5 : 5.5	1	0	1
5.5 : 6.5	1	1	0
6.5 >	1	1	1

أسئلة على الباب السادس

١- إرسم مخطط صندوقي للمحول " التمثيلي- الرقمي " ADC

٢- أذكر وظيفة المحولات ADC ؟

٣- ماهي أنواع المحولات ADC تبعاً لسرعتها ؟

٤ - أذكر مراحل التحويل للمحولات البطيئة ؟

٥- إحسب الزمن T_2 في المحولات البطيئة من أجل الحالات التالية

أ- $V_{in} = \pm 100mv$ ب- $V_{in} = \pm 200\ mv$

٦- إحسب الخرج الرقمي D في المحولات البطيئة إذا كان F= 12KHZ

$T_1 = 83.33ms$ و $V_{ref} = 100mv$ $V_{in} = +100mv$

٧- ماهي المكونات الثلاثة لمحولات التقريب التتابعي ADC ؟

٨- إحسب زمن التبديل لمحول تقريب تتابعي ADC ذي ٨ خانات ، إذا كان تردد نبضة الساعة 1MHZ

٩ - تكلم عن زمن التبديل لمحولات التقريب التتابعي ADC؟

١٠- أذكر ماتعرفه عن المحولات اللمحية Flash ؟

١١- إشرح مع الرسم محول تماثلي رقمي (ADC) يستخدم في ترميز الإشارات المرئية .

١٢- إشرح مع الرسم محول تماثلي رقمي (ADC) يستخدم في ترميز الإشارات الصوتية رقمياً .