

دوائر إلكترونية

المذبذبات الجيبية

الوحدة الرابعة: المذبذبات الجيبية

الجدارة: تعريف المذبذبات الجيبية وتطبيقاتها.

الأهداف: عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

✓ معرفة العناصر الأساسية لدائرة المذبذب

✓ معرفة مذبذب الإزاحة في زاوية الطور

✓ معرفة خصائص المذبذبات البلورية

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب: ٨ ساعة.

الوسائل المساعدة:

✓ حاسوب.

✓ برنامج تصميم الدوائر الإلكترونية

✓ وسائل العرض المرئية

✓ برنامج رسم المنحنيات

متطلبات الجدارة: تعلم جميع الجدارات السابقة

مقدمة :

الأهداف السلوكية :

بعد دراسة هذه الوحدة يتمكن الطالب من :

✓ معرفة التغذية الخلفية للمذبذبات.

✓ معرفة خواص مذبذب إزاحة الزاوية.

✓ معرفة خواص مذبذب قنطرة وين.

✓ معرفة خواص المذبذب البلوري.

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

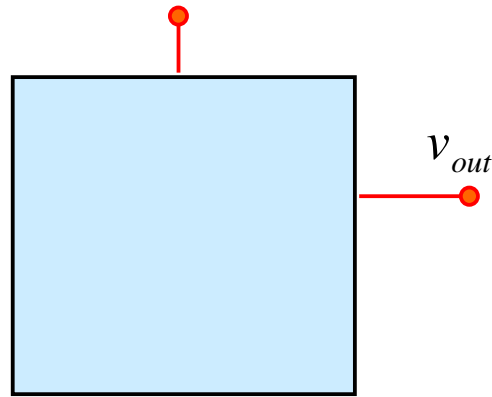
دائرة مذبذب الكريستال تنتج ذبذبات مستقرة لدرجة عالية جداً وللحصول على تردد عال باستخدام مذبذب البلورة فإنه يلزم أن نستخدم بلورة ذات أبعاد صغيرة وقد وجد عملياً أنه لا يمكن إنتاج بلورة تعطي تردداً أعلى من 15 MHz ولكن من خصائص البلورة أنها تنتج ترددات متوافقة مع التردد الأساسي للبلورة وهو عبارة عن عدد فردي من التردد الأساسي أي $f_0, 3f_0, 5f_0$ وهكذا. ولذلك عند استخدام دائرة رنين ذات تردد رنين يساوي أحد هذه الترددات فإنه يمكن الحصول على ترددات عالية من بلور تنتج تردداً أساسياً أصغر نسبياً.

١-٤. العناصر الأساسية لدائرة مذبذب:

١-٢-٤. تعريف المذبذب:

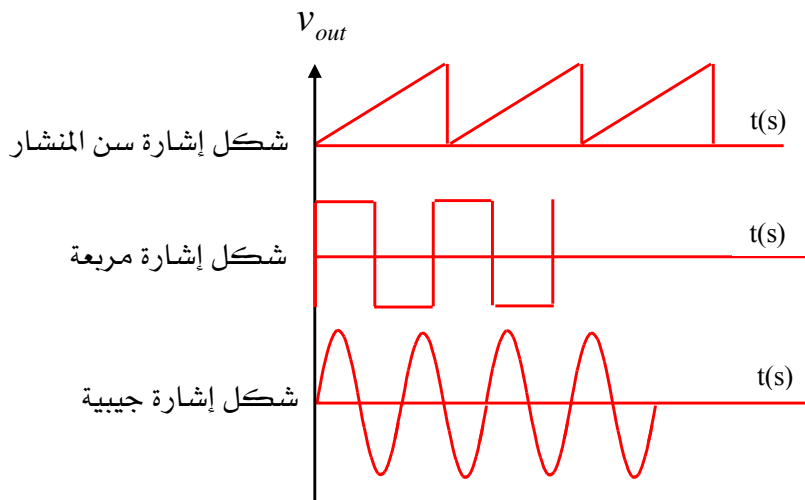
هو دائرة إلكترونية تولد إشارة خرج مترددة (ac signal) بدون الحاجة الى إشارة دخل وتعتمد نظرية عمله على التغذية الخلفية (الشكل 1-4).

جهد تغذية مستمر (DC)



الشكل 1-4: مكونات دائرة مذبذب

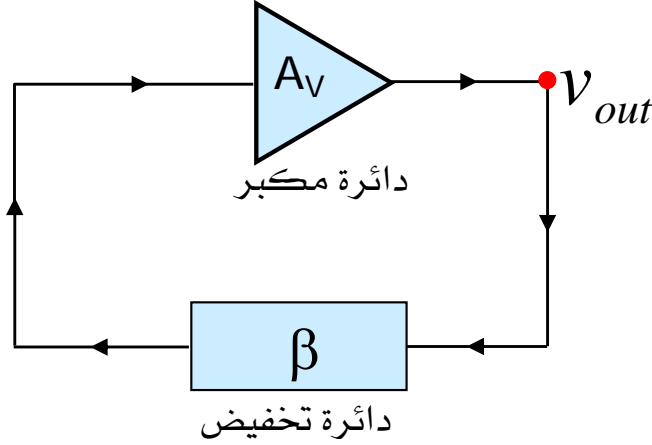
أنواع إشارات الخرج لمذبذب ما متنوعة ونذكر منها إشارة سن المنشار والإشارة مربعة والإشارة جيبية كما هو موضح في الشكل 2-4.



الشكل 2-4: إشارات دورية مختلفة

٢-٢-٤. التغذية الخلفية:

التغذية الخلفية هي أخذ جزء من جهد إشارة الخرج وإعادته إلى الدخل بحيث تتحد الإشارة الراجعة مع إشارة الدخل الأساسية وتحدث تغير غير عادي في أداء النظام وخواصه (الشكل 3-4).



الشكل 3-4: دائرة مكبر ودائرة تخفيض موصلتا بطريقة التغذية الخلفية

حيث A_v يمثل كسب جهد المكبر و β يمثل معامل التخفيض لدائرة التخفيض. دائرة التخفيض تسمى كذلك مرشح لأنها تحتوي على عناصر غير فعالة (خاملة) أو دائرة التغذية الخلفية. دعنا نعرف كيفية الحصول على إشارة خرج بدون إشارة دخل خارجية. دائرة المكبر تحتوي على مصدر للتغذية المستمرة ويتصل معه عناصر غير فعالة مثل المقاومات وغيرها لتوفير الانحياز اللازم لعمل المكبر وبسبب الحركة العشوائية للإلكترونات في العناصر غير الفعالة تتولد جهد تشويش صغير (noise voltage) أي أن كل مقاوم في دائرة المكبر (عنصر غير فعالة وموصل) يعمل كمصدر صغير للجهد مولدا كافة الترددات تقريبا. وهذه الظاهرة تسمى التشويش الكهربائية (electrical noise) وهو يوجد دائما في المكونات غير الفعالة وأسلاك التوصيل. ولذلك في الشكل 4-4 افترض وجود إشارة صغيرة جدا V_i عند دخل المكبر ناتجة عن التشويش الكهربائية كما ذكرنا. بعد التكبير تعود الإشارة الراجعة إلى الدخل وتكون قيمتها عندئذ تساوي $\beta A_v V_i$ أي $V_F = V_i = \beta A_v V_i$ حيث V_F خرج دائرة التغذية الخلفية و V_i دخل على المكبر.

وانتبه لما سيحدث الآن:

أولاً: يجب أن تكون الإشارة الراجعة V_F والتي تساوي $\beta A_V V_i$ في نفس الوجهة (in phase) مع إشارة الدخل أي تجمع معها (وهذا هو الشرط الأول للتذبذب) وهنا يوجد ثلاث حالات:

• الحالة الأولى: إذا كان $\beta A_V < 1$ أي أن كسب الدائرة الكلي أقل من واحد (Loop Gain)

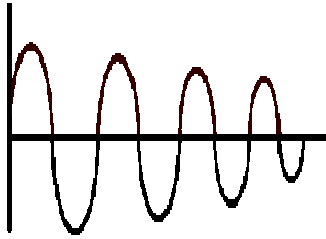
سيكون الخرج أقل من الدخل فيضمحل الخرج و تموت إشارة الخرج. (الشكل 4-4 - أ).

• الحالة الثانية: إذا كان $\beta A_V > 1$ أي أن كسب الدائرة الكلي أكبر من واحد فإن إشارة

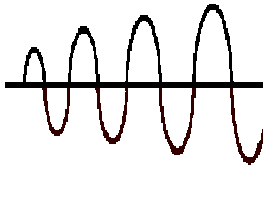
الخرج ستتمو وتزداد وتتدفع الدائرة نحو التذبذب. (الشكل 4-4 - ب)

• الحالة الثالثة: إذا كان $\beta A_V = 1$ فلن يحدث أي تغيير في الخرج ونحصل على خرج ثابت كما في

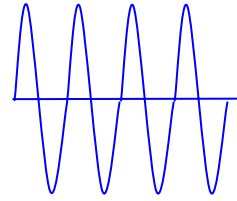
الشكل 4-4 - ج. (وهذا هو الشرط الثاني للتذبذب)



(أ) $\beta A_V < 1$



(ب) $\beta A_V > 1$



(ج) $\beta A_V = 1$

الشكل 4-4: الحالات الثلاث للكسب الكلي للدائرة

٤-٢-٣. شروط التذبذب:

يجب أن يتحقق شرطان للحصول على مذبذب وهما:

أ- فرق الطور عند دائرة كاملة يساوي صفر ($\Delta\phi$).

ب- ضرب كسب الجهد للمكبر في معامل التخفيض عند الرنين لدائرة التخفيض يساوي أو أكبر من واحد.

٤-٢-٤. طريقة حساب معامل التخفيض عند الرنين:

أولاً: نحسب معامل التخفيض:

$$\beta = \frac{v_{out}}{v_{in}}$$

ثانياً: نكتب معامل التخفيض على الشكل:

$$\beta = R_e + jI_m$$

حيث الحد الثاني يتكون من جزء حقيقي وجزء خيالي

ثالثاً: نحصل على معامل التخفيض عند الرنين (β_r) بإعدام الجزء الخيالي (I_m)

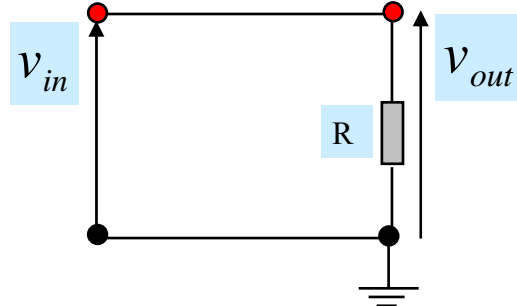
$$\beta_r = R_e \quad \Leftarrow \quad I_m = 0$$

رابعاً: نحصل على تردد الرنين f_r من المعادلة:

$$I_m = 0$$

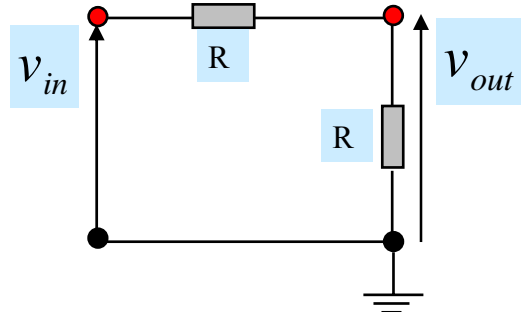
خامساً: بتعويض قيمة f_r في المعادلة $\beta_r = R_e$ نحصل على معامل الرنين β_r .

مثال 1-4:



$$\beta_r = \left(\frac{v_{out}}{v_{in}} \right)_r = 1$$

مثال 2-4:

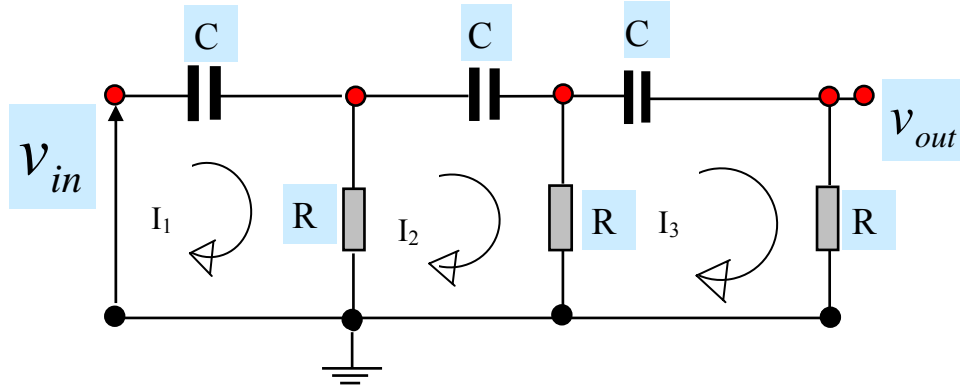


$$\beta_r = \left(\frac{v_{out}}{v_{in}} \right)_r = \frac{1}{2}$$

ملاحظة: عندما تحتوي دوائر التخفيض مكثفات أو ملفات، حساب معامل التخفيض وتردد الرنين يكون طويلاً نسبياً كما سنرى في حالة دائرة إزاحة زاوية الطور ودائرة قنطرة وين.

٤-٢-٥. دائرة إزاحة الطور (Phase shift circuit):

دائرة إزاحة الطور موضحة في الشكل 4-5.



الشكل 4-5: دائرة إزاحة الطور

لحساب معامل التخفيض عند الرنين نبدأ بحساب معامل التخفيض في الحالة العامة. معاوقة المكثف Z تساوي $-jX_C$ حيث X_C يمثل المفاعلة ويساوي

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

باستعمال طريقة التحليل الشبكي نحصل على المعادلات التالية:

$$\begin{aligned} (R - jX_C)I_1 - RI_2 + 0I_3 &= v_{in} \\ -RI_1 + (2R - jX_C)I_2 - RI_3 &= 0 \\ 0I_1 - RI_2 + (2R - jX_C)I_3 &= 0 \end{aligned}$$

للحصول على جهد الخرج يجب حساب التيار I_3 باستعمال طريقة المحدد:

$$I_3 = \frac{\begin{vmatrix} (R - jX_C) & -R & v_{in} \\ -R & (2R - jX_C) & 0 \\ 0 & -R & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (R - jX_C) & -R & 0 \\ -R & (2R - jX_C) & -R \\ 0 & -R & (2R - jX_C) \end{vmatrix}}$$

$$I_3 = \frac{R^2 v_{in}}{(R - jX_C)(2R - jX_C)^2 - R^2(2R - jX_C) - R^2(R - jX_C)}$$

$$\beta = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{RI_3}{v_{in}} = \frac{1}{\left(1 - \frac{5X_C^2}{R^2}\right) - j\left(\frac{6X_C}{R} - \frac{X_C^3}{R^3}\right)}$$

المكبر العاكس يزيح الزاوية بمقدار 180° ودائرة التخفيض يجب أن تزيح الزاوية من جهتها بمقدار 180° وهذا يؤدي إلى إزاحة الزاوية الكلية بمقدار 360° وهي مكافئة لزاوية صفر. ومنه إلى تحقيق الشرط الأول للتذبذب. بإعدام الجزء التخيلي نحصل على تردد الرنين:

$$\frac{6X_C}{R} - \frac{X_C^3}{R^3} = 0 \Rightarrow \frac{6}{2\pi f_r RC} - \frac{1}{(2\pi f_r)^3 R^3 C^3} = 0 \Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$$

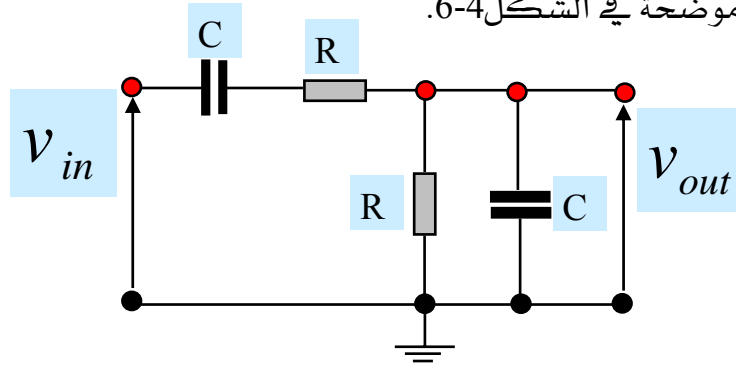
بتعويض قيمة تردد الرنين في معادلة معامل التخفيض نحصل على معامل التخفيض عند الرنين:

$$\beta_r = \left(\frac{v_{out}}{v_{in}}\right)_r = \frac{1}{1 - \frac{5}{4\pi^2 f_r^2 R^2 C^2}} = \frac{1}{1 - \frac{5}{\left(\frac{1}{\sqrt{6}RC}\right)^2 R^2 C^2}} = \frac{1}{1 - 30} = -\frac{1}{29}$$

الإشارة السالبة في معامل التخفيض عند الرنين تدل على إزاحة الزاوية بمقدار 180° .

٦-٢-٤. دائرة قنطرة وين (Wien Bridge Circuit):

دائرة قنطرة وين موضحة في الشكل 6-4.



الشكل 6-4: إشارات دورية مختلفة

لنحسب معامل التخفيض β عند الرنين وتردد الرنين f_r :
ليكن X_C مفاعلة المكثف.

$$\beta = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{\frac{R(-jX_C)}{(R - jX_C)}}{(R - jX_C) + \frac{R(-jX_C)}{(R - jX_C)}} = \frac{R(-jX_C)}{(R - jX_C)^2 - jRX_C}$$

بضرب البسط والمقام بالعدد التخيلي j نحصل على:

$$\begin{aligned} \beta = \frac{v_{out}}{v_{in}} &= \frac{RX_C}{j(R - jX_C)^2 + RX_C} = \frac{RX_C}{RX_C + j(R^2 - j2RX_C - X_C^2)} \\ &= \frac{RX_C}{RX_C + jR^2 + 2RX_C - jX_C^2} = \frac{RX}{3RX_C + j(R^2 - X_C^2)} \end{aligned}$$

الشرط الأول لتحقيق التذبذب هو أن تكون إزاحة الزاوية تساوي صفراً أي أن يكون معامل التخفيض حقيقي أي أن يكون الجزء التخيلي معدوم.

$$R^2 - X_C^2 = 0 \Rightarrow \beta_r = \left(\frac{v_{out}}{v_{in}} \right)_r = \frac{RX_C}{3RX_C} = \frac{1}{3}$$

لنحسب الآن تردد الرنين:

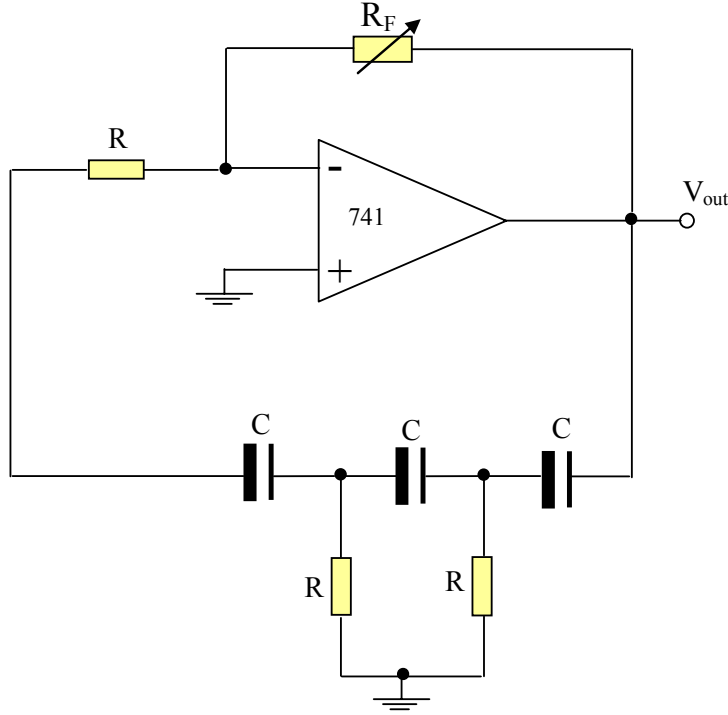
$$R^2 - X_C^2 = 0 \Rightarrow R = X_C$$

علماً بأن مفاعلة المكثف عند الرنين تساوي $X_C = 1/(2\pi f_r C)$ نحصل على تردد الرنين بتعويض X_C في المعادلة أعلاه:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f_r C} = R \Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi RC}$$

٢-٤. مذبذب إزاحة زاوية الطور (Phase-Shift Oscillator):

الشكل 7-4 يوضح دائرة مذبذب إزاحة الطور.



الشكل 7-4: دائرة مذبذب إزاحة الطور

كسب المكبر العاكس:

$$A_v = -\frac{R_F}{R}$$

معامل التخفيض عند الرنين:

$$\beta_r = \left(\frac{v_{out}}{v_{in}} \right)_r = \frac{1}{29}$$

باستعمال الشرط الثاني لتحقيق التذبذب نحصل على المعادلة التالية:

$$A_v B_r = 1 \Rightarrow \left(\frac{R_F}{R} \right) \left(\frac{1}{29} \right) = 1 \Rightarrow R_F = 29R$$

تردد الرنين يعطى بالعلاقة التالية:

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

مثال 3-4:

- أ. أحسب قيمة المقاومة R_F في الشكل 4-7 عند تحقيق التذبذب.
 ب. أحسب تردد الرنين. خذ القيم التالية: $C = 0.001 \mu F$ و $R = 10k\Omega$

الحل:

أ. لدينا $A_{CL} = 29$ و $\beta_r = \frac{1}{29} = \frac{R}{R_F}$ إذن $R_F/R = 29$ ومنه $\frac{R_F}{R} = 29$

$$R_F = 29R = 29(10k\Omega) = 290k\Omega$$

ب. تردد الرنين f_r :
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC} = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}(10k\Omega)(0.001\mu F)} = 6.5kHz$$

مثال 4-4:

صمم مذبذب إزاحة الطور بحيث $f_r = 1kHz$; $R = 1k\Omega$

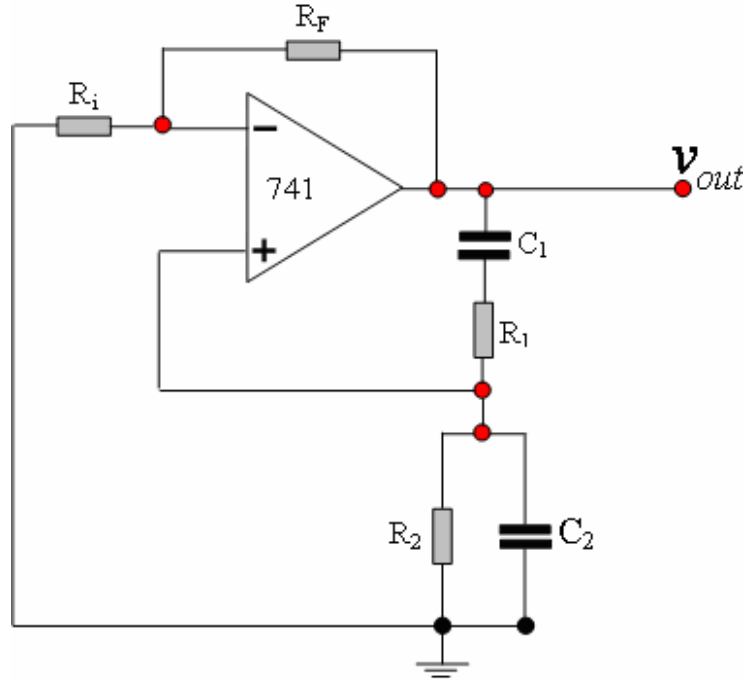
الحل: القيم المجهولة هي قيمة المكثف C ومقاومة التغذية الخلفية R_F .

$$C = \frac{1}{2\pi f_r R \sqrt{6}} = \frac{1}{2\pi(1kHz)(1k\Omega)\sqrt{6}} = \frac{10^{-6}}{2\pi\sqrt{6}} = 6.5\mu F$$

$$R_F = 29R = 29 \times (1k\Omega) = 29k\Omega$$

٣-٤. مذبذب قنطرة وين (Wien-Bridge Oscillator):

دائرة مذبذب وين أحد أنواع المذبذبات التي تستخدم دائرة رنين RC وهو مذبذب مستقر ومناسب للترددات المنخفضة والتي تتراوح ما بين 5Hz وحتى 1MHz. دائرة مذبذب قنطرة وين موضحة في الشكل 4-8.



الشكل 4-8: دائرة مذبذب قنطرة وين

ولقد سمي المذبذب باسم مذبذب قنطرة وين وذلك لاستخدام قنطرة وين لعمل تغذية خلفية موجبة حيث يكون إزاحة الزاوية للقنطرة تساوي صفر عند وتردد الرنين. لنحسب الآن خواص هذا المذبذب عند:

$$R_1 = R_2 = R$$

$$C_1 = C_2 = C$$

كسب جهد المكبر الغير العاكس:

$$A_v = \frac{R_F}{R_i} + 1$$

معامل التخفيض عند الرنين:

$$\beta_r = \left(\frac{v_{out}}{v_{in}} \right)_r = \frac{1}{3}$$

باستعمال الشرط الثاني لتحقيق التذبذب نحصل على المعادلة التالية:

$$A_v B_r = 1 \Rightarrow \left(\frac{R_F}{R_i} + 1 \right) \left(\frac{1}{3} \right) = 1 \Rightarrow \frac{R_F}{R_i} = 3 - 1 = 2 \Rightarrow R_F = 2R_i$$

تردد الرنين يعطى بالعلاقة التالية:

$$f_r = \frac{1}{2\pi RC}$$

مثال 4-5:

أحسب تردد التذبذب (f_r) لمذبذب قنطرة وين الموضح في الشكل 4-8 مع أخذ القيم التالية للعناصر: $R_F = 20 \text{ k}\Omega$, $R_i = R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 0.001 \text{ }\mu\text{F}$

الحل:

تردد إشارة التذبذب تحسب من العلاقة:

$$f_r = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi(10\text{k}\Omega)(0.001\mu\text{F})} = 15.9\text{kHz}$$

٤-٤. مذبذب بلوري: (Crystal Oscillator)

٤-٥. مقدمة:

يجب أن يكون خرج المذبذب ثابت التردد والسعة بحيث لا يتغير أي منها بمرور الوقت وذلك ما يعرف بالاستقرار. وعمليا يوجد عوامل قد تؤثر في استقرار المذبذب بحيث يوجد تباين صغير بين الترددات الفعلية والترددات التي صممت الدائرة من أجلها.

وهناك العديد من العوامل التي تؤثر على استقرار المذبذب، نذكر من بينها:

- أ- تأثير العوامل الخارجية مثل درجة الحرارة ، حيث تؤثر في أبعاد الملف وبالتالي يتغير الحث فيتردد التردد وأيضا تؤثر درجة الحرارة على معامل التكبير ومن العوامل الخارجية أيضا تأثير المجالات المغناطيسية الخارجية ويمكن تقليل تأثير هذه العوامل باستخدام وعاء عازل للمذبذب.
- ومن العوامل الخارجية أيضا التغير في مصدر الجهد والذي يمكن التغلب عليه باستخدام مثبت للجهد.

ب- تأثير تغير الحمل حيث إن المذبذب يستخدم لتغذية دائرة حمل ويمكن التغلب على ذلك بوضع مكبر عازل (buffer) بين المذبذب والحمل.

ج- يجب أن تكون قيمة معامل النوعية لدائرة الرنين (Q) ذو قيمة عالية جداً والتي لا يمكن الحصول عليها إلا إذا كانت المقاومة الداخلية للملف والمكثف صغيرة جداً وهنا تكون الصعوبة.

ويمكن التغلب على بعض من العوامل السابقة والتي تسبب عدم استقرار التذبذب باستخدام بلور من الكوارتز والذي يستخدم كجزء من دائرة التوليف (الرنين) في دائرة المذبذب حيث أنها تمتاز بدرجة عالية من ثبات التردد. ولذلك عندما نريد مذبذباً مع تردد ثابت ودقيق ومستقر نستعمل مذبذباً بلورياً. الساعات الإلكترونية والتطبيقات الحرجة الزمنية تستعمل كلها المذبذبات البلورية لأنها تعطي تردد زمني دقيق جداً. فما هو الكوارتز؟ وما هو عمله؟

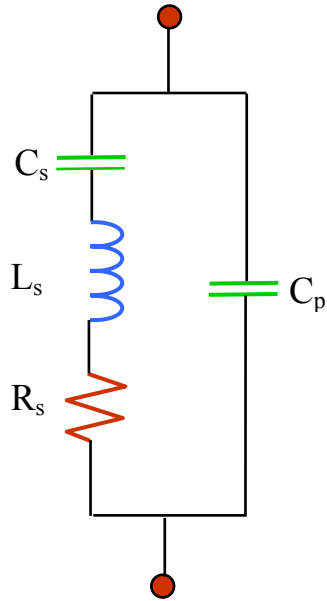
٤-٥-٢. الظاهرة الكهروإجهادية (Piezoelectric effect):

بعض البلورات الموجودة في الطبيعة تتميز بظاهرة الكهروإجهادية. هذه الظاهرة متعلقة بتناظر البلور. عندما تطبق جهداً على البلور، يهتز عند تردد الجهد المطبق. وعندما تطبق جهداً ميكانيكياً على بلور ينتج من البلور جهد. البلور المستعمل بكثرة هو الكوارتز (Quartz).

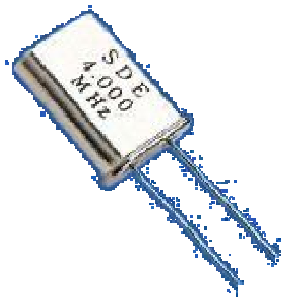
عندما يتعرض سطحي البلور إلى قوى ميكانيكية (ضغط مثلاً) سوف يتولد على سطحي البلور جهد كهربائي والعكس فعند تطبيق جهد كهربائي على سطحي بلور سوف يهتز البلور بتردد الجهد المطبق عليه، وتعرف هذه الظاهرة باسم الظاهرة الإجهاد-كهربائي

يوجد في الطبيعة أنواع كثيرة من البلورات التي تتميز بهذه الظاهرة ولعل أشهرها بلور الكوارتز وشريحة البلور بمفردها تعتبر رنين توالي أي أنها تكافئ مكثف وملف ومقاومة موصلة على التوالي. ويتميز البلور بأن له معامل نوعية Q كبير جداً، حيث يتراوح ما بين 10^4 إلى 10^6 وهو أكبر بكثير جداً من معامل نوعية دائرة رنين LC ولذلك يكون تردد البلور ثابت إلى درجة كبيرة.

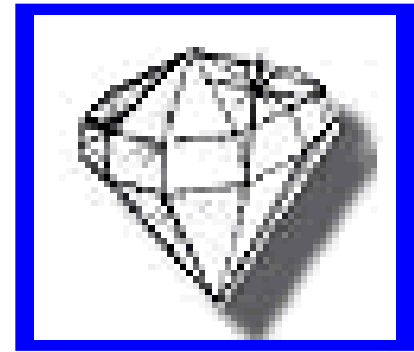
الشكل 4-9 يبين بلور الكوارتز ورمز البلور والدائرة المكافئة له مع ملاحظة أن البلور بمفرده عبارة عن دائرة توالي ولكن بوضعه بين لوحين من معدن فهو تكافئ دائرة رنين توازي.



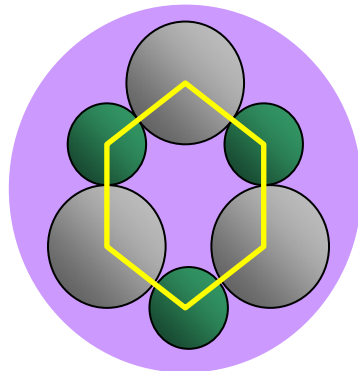
(هـ) دائرة مكافئة لبلور من الكوارتز



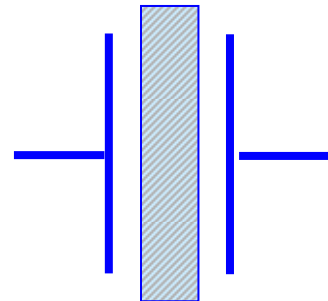
(ب) بلور الكوارتز تجاري



(أ) بلور الكوارتز طبيعي



(د) تكوين ذري لبلور الكوارتز



(ج) رمز الكوارتز

الشكل 4-9: بلور الكوارتز ورمز البلور والدائرة المكافئة

تحدد خواص البلور بناء على سمك وطريقة قطع ونوع ودرجة نقاوة شريحة البلور ويعتمد تردد الرنين لبلور على قيمة كل من L_s و C_s و R_s ، مع ملاحظة أن R_s صغيرة لدرجة يمكن إهمالها.

خلاصة:

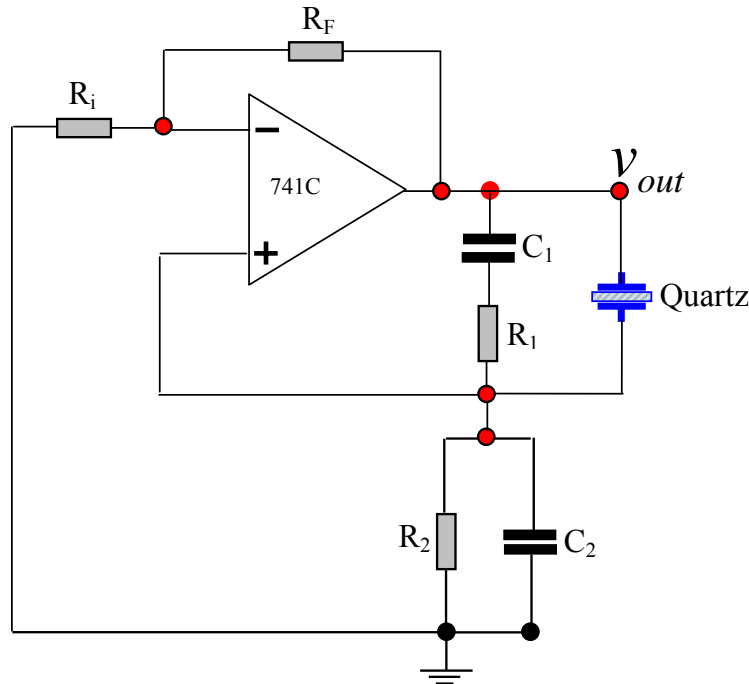
- أ- تردد الرنين لبلور f_r وعامل النوعية Q له يعتمد على نوع مادة البلور ونقاوته وطريقة القطع.
- ب- عامل النوعية للبلور Q كبيرة جدا ($Q=10^4-10^6$) ولذلك فمذبذب البلور يكون مستقر جدا مع مرور الزمن وتغير درجة الحرارة.
- ج- يستخدم البلور للحصول على ذبذبات من مدى الكيلو هرتز وحتى الميغاهرتز.
- د- عيب مذبذب البلور أنه ذو قدرة بسيطة.

٣-٥-٤. مذبذبات باستعمال بلور الكوارتز ومكبر عمليات:

لزيادة استقرار مذبذب ما يضاف بلور من الكوارتز للدائرة وفي ما يلي بعض هذه الدوائر.

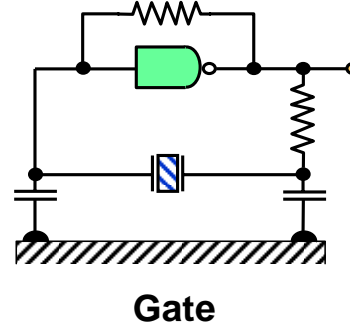
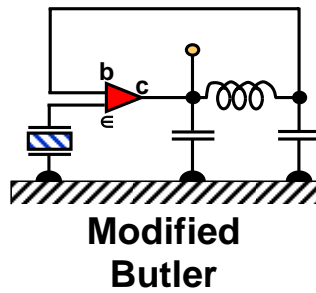
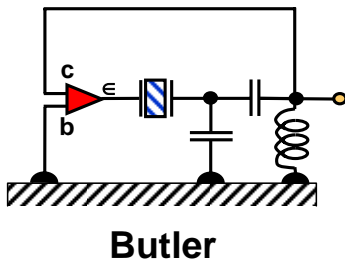
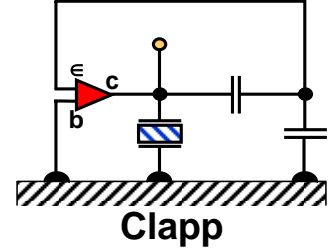
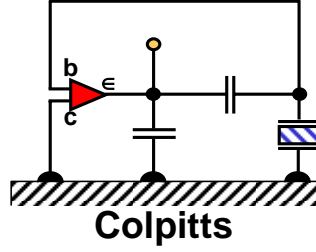
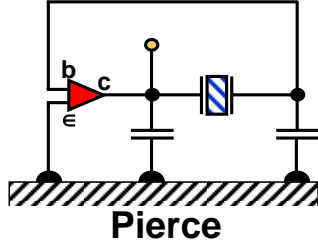
١-٣-٥-٤. دائرة مذبذب وين باستعمال مكبر عمليات وبلور من الكوارتز:

دائرة مذبذب إزاحة الطور باستعمال مكبر عمليات وبلور من الكوارتز موضحة في الشكل 10-4.



الشكل 10-4: دائرة مذبذب إزاحة الطور باستعمال مكبر عمليات وبلور من الكوارتز

٤-٥-٣-٢. دوائر مذبذبات مختلفة باستعمال بلور الكوارتز:



مثال 4-6: لتكن ساعة مكونة من مذبذب وعداد تذبذبات. تذبذب الرنين لهذه الساعة من الكوارتز يساوي 38,768 Hz. هذا يعني وجود نبضة كهربائية 32,768 مرة في الثانية عند خرج دائرة المذبذب. نستعمل جهاز كهربائي لعداد هذه النبضات. نبضة كهربائية تكافئ القيمة 1 وعدم وجود نبضة كهربائية تكافئ القيمة 0. هذا العداد يعطي نبضة في الخرج بعد مضي نبضتان في الدخل.

- ١- إذا أرسلنا إشارة ترددها 32,768 من خلال دائرة الكوارتز، ما هو تردد إشارة الخرج للعداد؟
- ٢- أكتب العدد 32,768 على الشكل 2^k
- ٣- ما هو عدد العدادات التي يجب استعمالها للتحكم في عدد الثواني؟

الحل:

- ١- بما أن العداد يعطي نبضة في الخرج بعد مضي نبضتان في الدخل فإن تردد إشارة الخرج

$$\frac{32768}{2} = 16384 \quad \text{للعداد تساوي:}$$

$$32768 = 2^{15} \quad \text{٢-}$$

- ٣- نستعمل عداد لكل نبضتان إذاً عدد العدادات يساوي: 15

مثال 4-7: قيم العناصر في دائرة مذبذب إزاحة الطور باستعمال مكبر عمليات وبلور من الكوارتز الموضحة في الشكل 4-8 تساوي:

$$R_i = R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega, C_1 = C_2 = 10 \text{ pF}$$

١- أحسب قيمة المقاومة لتحقيق شروط التذبذب.

٢- أحسب تردد الكوارتز الذي يجب استعماله

الحل:

١- شرط التذبذب الثاني يكتب على الشكل: $\beta_r A_v = 1$ مع $\beta_r = \frac{1}{3}$ و $A_v = \frac{R_F}{R_i} + 1$ ومنه:

$$A_v \beta_r = 1 \Rightarrow \left(\frac{R_F}{R_i} + 1 \right) \left(\frac{1}{3} \right) = 1 \Rightarrow \frac{R_F}{R_i} = 3 - 1 = 2 \Rightarrow R_F = 2R_i = 2 \times 10 \text{ k}\Omega = 20 \text{ k}\Omega$$

٢- تردد الكوارتز الذي يجب استعماله يساوي:

$$f_r = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi(10 \text{ k}\Omega)(10 \text{ pF})} = \frac{1}{2\pi(10^4 \Omega)(10^{-11} \text{ F})} = \frac{10^7}{2\pi} \text{ Hz} = 1.6 \text{ MHz}$$

التقويم الذاتي

- ٤ - ١. مذبذب يحتاج دائماً مكبراً مع :
 - أ. تغذية خلفية موجبة
 - ب. تغذية خلفية سالبة
 - ج. النوعين من التغذية الخلفية
 - د. دائرة LC
- ٤ - ٢. الجهد الذي يبدأ بتشغيل المذبذب يسببه:
 - أ. اهتزازات مصدر الجهد
 - ب. جهد التشويش في المقاومات
 - ج. جهد الدخل للمولد
 - د. التغذية الخلفية الموجبة.
- ٤ - ٣. مذبذب قنطرة وين مفيدة عند :
 - أ. الترددات الصغيرة
 - ب. الترددات العالية
 - ج. مع دائرة LC
 - د. إشارة دخل صغيرة
- ٤ - ٤. شرط أول للتذبذب هو:
 - أ. إزاحة الطور على طرف التغذية الخلفية المغلقة تساوي 180°
 - ب. كسب على طرف التغذية الخلفية المغلقة يساوي الثلث
 - ج. إزاحة الطور على طرف التغذية الخلفية المغلقة تساوي صفر
 - د. كسب على طرف التغذية الخلفية المغلقة أقل من واحد
- ٤ - ٥. شرط ثان للتذبذب هو:
 - أ. كسب معدوم على طرف التغذية الخلفية المغلقة
 - ب. الكسب واحد على طرف التغذية الخلفية المغلقة
 - ج. الكسب كبير على طرف التغذية الخلفية المغلقة
 - د. الكسب صغير على طرف التغذية الخلفية المغلقة

٤ - ٦. ليكن مذبذب. إذا كان كسب الدائرة المغلقة لمكبر يساوي 50 تخفيض دائرة

التغذية الخلفية يساوي:

أ. 1

ب. 0.01

ج. 10

د. 0.02

٤ - ٧. لتشغيل مذبذب بصفة صحيحة يجب على الكسب عند طرف التغذية الخلفية المغلقة أن يساوي:

أ. 1

ب. أقل من واحد

ج. أكبر من واحد

د. B (كسب الدائرة الخلفية المغلقة)

٤ - ٨. أهم خاصية لمذبذب بلوري هي:

أ. اقتصاد

ب. تردد منخفض

ج. استقرار

د. تردد عال

٤ - ٩. خاصية مذبذب بلوري تعتمد على:

أ. مغناطيس البلور

ب. كهرباء البلور

ج. تناظر البلور

د. لون حجم البلور

٤ - ١٠. مذبذب يختلف عن مكبر لأن:

أ. له كسب أكبر

ب. لا يحتاج لجهد دخل

ج. لا يحتاج لمصدر جهد DC

د. له دائماً نفس الخرج

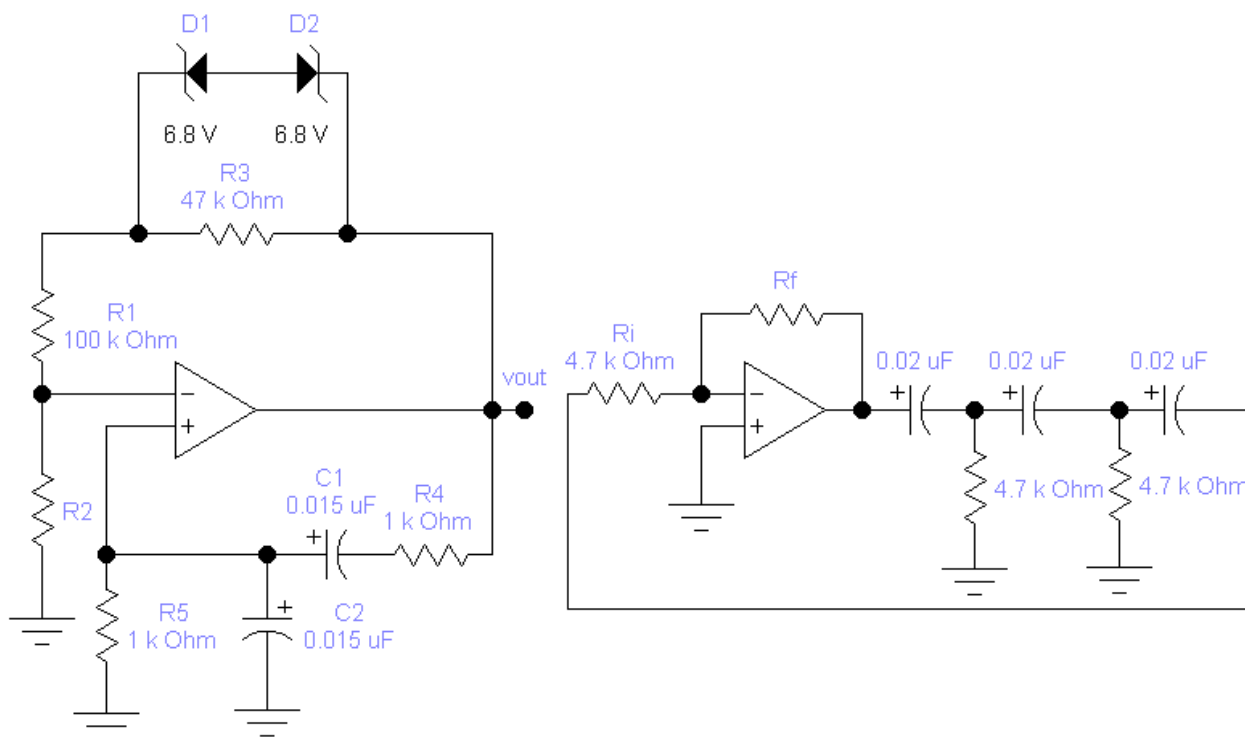
تمارين

- ٤- ١. عرف المذبذب.
- ٤- ٢. ما نوع التغذية الخلفية التي يستعملها المذبذب؟
- ٤- ٣. ما هو دور دائرة التغذية الخلفية؟
- ٤- ٤. ما هي شروط تذبذب دائرة؟
- ٤- ٥. عرف التغذية الخلفية.
- ٤- ٦. ما هو الشرط المطلوب تحقيقه من طرف كسب الجهد لبداية التذبذب؟
- ٤- ٧. في مذبذب وين يوجد دائرتا تغذية خلفية. ما هو دور كل منهما؟
- ٤- ٨. في دائرة إزاحة $C_1 = C_2$, $R_1 = R_2$. جهد خرج بقيمة $V_{rms} 5$ مطبق. تردد إشارة الدخل تساوي إشارة رنين الدائرة. احسب جهد الخرج.
- ٤- ٩. لماذا إزاحة الطور عبر دائرة التغذية الخلفية تؤدي إلى إزاحة طور المذبذب مقدارها 180° .
- ٤- ١٠. عرف المذبذب . كيف يشتغل أساسيا؟
- ٤- ١١. ما هو نوع الدخل المطلوب لحدوث تذبذب؟
- ٤- ١٢. إذا كان كسب جهد لمكبر يساوي 75 فما قيمة كسب دائرة التغذية الخلفية لإحداث تذبذب؟
- ٤- ١٣. تردد رنين دائرة يساوي $f_r = 3.5 \text{ kHz}$. إذا كانت إشارة الدخل تساوي $v_{in}(rms) = 2.2 \text{ V}$ ولها نفس التردد فما هو جهد الخرج $v_{out}(rms)$ ؟

٤- ١٤. أحسب قيمة المقاومة في الشكل ٣-١٣ حتى يتسنى للدائرة التذبذب. أهمل المقاومة

المباشرة للدايود D_1 و D_2 .

٤- ١٥. ما قيمة المقاومة R_f الضرورية في الشكل ٣-١٤ م قيمة تردد الرنين ω_f



الشكل ٤-١٣: شكل التمرين ٤-١٤.

الشكل ٤-١٤: شكل التمرين ٤-١٥.

الأجوبة على أسئلة التقويم الذاتي

١-٤ أ، ٢-٤ ب، ٣-٤ أ، ٤-٤ ج، ٥-٤ ب، ٦-٤ د، ٧-٤ ب، ٨-٤ ج، ٩-٤ ج، ١٠-٤ ب.

الأجوبة على التمارين

١-٤. المذبذب هو دائرة تولد إشارة خرج متكررة بدون ضرورة وجود إشارة دخل لكن بوجود تغذية DC.

٢-٤. تغذية خلفية موجبة.

٣-٤. دائرة التغذية الخلفية تعطي انخفاض وإزاحة الطور.

٤-٤. إزاحة طور معدومة وكسب جهد وحيد بعد التغذية الخلفية.

٥-٤. تغذية خلفية موجبة هي رجوع نسبة من إشارة الخرج إلى الدخل.

٦-٤. كسب الدائرة المغلقة أكبر من واحد.

٧-٤. دائرة التغذية الخلفية السالبة الموجبة تحدد كسب جهد الدائرة المغلقة و دائرة التغذية الخلفية الموجبة تحدد تردد التذبذب.

٨-٤. (1.67 V)

٩-٤. كل دائرة RC من الدوائر الثلاث تساهم بزاوية 60°.

١٠-٤. مذبذب تحكم جهدي يتميز بإمكانية تغيير التردد بتغيير جهد DC.

١١-٤. المذبذب لا يحتاج أي دخل (ما عدا تغذية DC).

١٢-٤. $1/75 = 0.0133$

١٣-٤. 733 mV

١٤-٤. 50 kΩ

١٥-٤. $R_f = 136 \text{ k}\Omega$, $f_r = 691 \text{ Hz}$

مسائل إضافية

٤-١) صمم مذبذب إزاحة الطور بحيث يكون تردد الرنين حسب الجدول التالي:

R_F	C	R	f_r	
			100Hz	(١)
			1kHz	(٢)
			1MHz	(٣)

٤-٢) صمم مذبذب وين بحيث يكون تردد الرنين حسب الجدول التالي:

R_F	C	R	R_i	f_r	
			10k Ω	100Hz	(١)
			10k Ω	1kHz	(٢)
			10k Ω	1MHz	(٣)