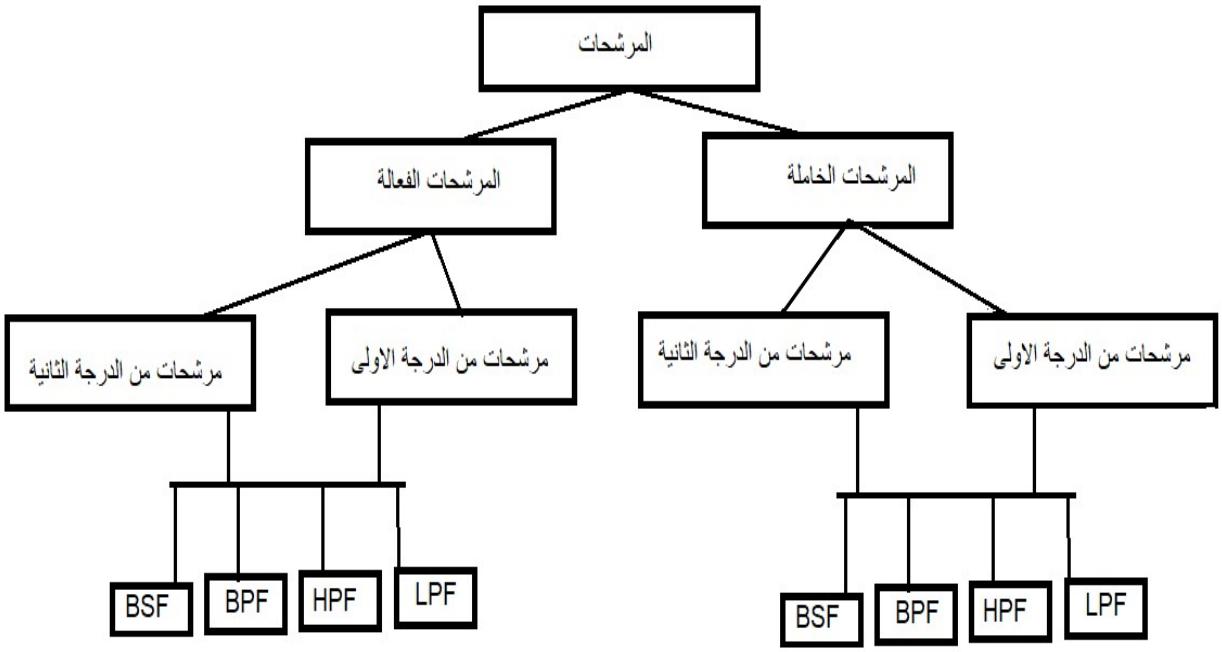
## المرشح

المرشح عبارة عن دائرة إلكترونية لتمرير حيز محدد أو نطاق معين من الترددات ومنع ترددات أخرى.




## الاستجابة الترّددية للمُرَشّح

الاستجابة الترّددية للمُرَشّح هو مخطّط كسب الجهد بدلالة الترّدد.

كسب الجهد معرف بالعلاقة:

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

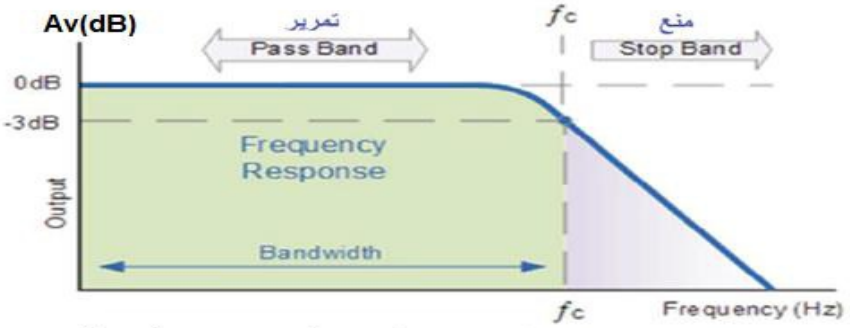
كسب الجهد بالديسبل يعطى بالعلاقة:

$$A_v\,(dB) = 20\log A_v$$

## أولا :المرشحات الخاملة ذو الدرجة الأولى ( First Order passive Filters)

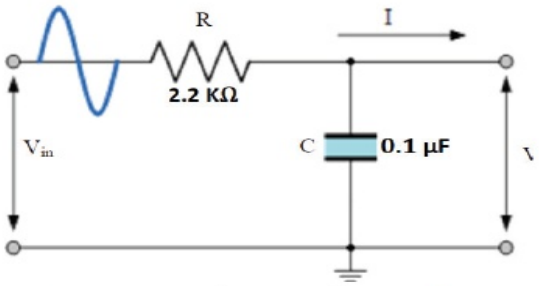
### 1) مُرَشّح تمرير التردّدات المنخفضة (Low Pass Filter، LPF)

وهي المُرَشّحات التي تسمح بمرور الإشارات ذات التردّدات المنخفضة، التي يبدأ تردّدها من 0 Hz إلى تردّد القطع للمُرَشّح Cut-off Frequency ($f_c$) وتمنع مرور الإشارات ذات التردّدات الأعلى من تردّد القطع للمُرَشّح.




الاستجابة الترددية للمُرَشّح ( Passive LPF)

### 1-1 مكوّنات المُرَشّح (LPF)




شكل (1): دارة مُرَشّح تمرير التردّدات المنخفضة (LPF)

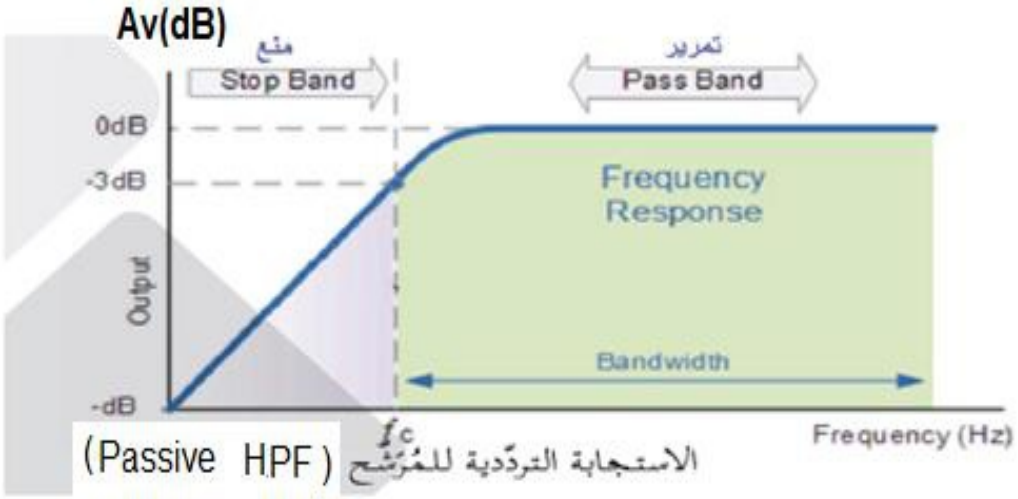
يحسب تردّد القطع من خلال المعادلة الآتية:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2 * \pi * 2.2K * 0.1\ \mu} = 723.43\ Hz$$

تردد القطع

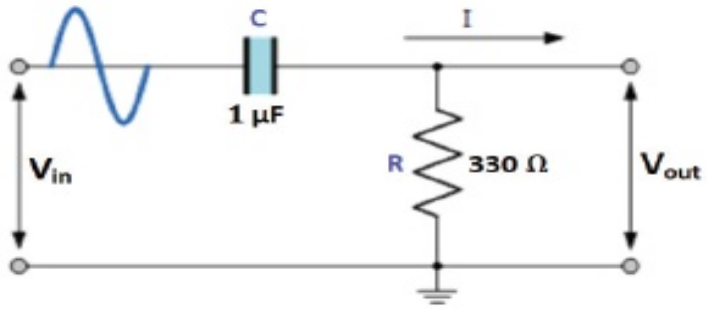
### 2) مُرَشّح تمرير التردّدات العالية (High Pass Filter، HPF)

وهي المُرَشّحات التي تسمح بمرور الإشارات ذات التردّدات العالية التي يكون تردّدها أعلى من تردّد القطع للمُرَشّح (Cut-off Frequency fc) إلى ما لا نهاية، ويمنع مرور الإشارات ذات التردّدات الأقلّ من تردّد القطع للمُرَشّح.




الاستجابة الترددية للمُرَشّح (Passive HPF)

## 1-2 مكوّنات المُرَشّح (HPF) وعمله




شكل (2): دارة مُرَشّح تمرير التردّدات العالية (HPF)

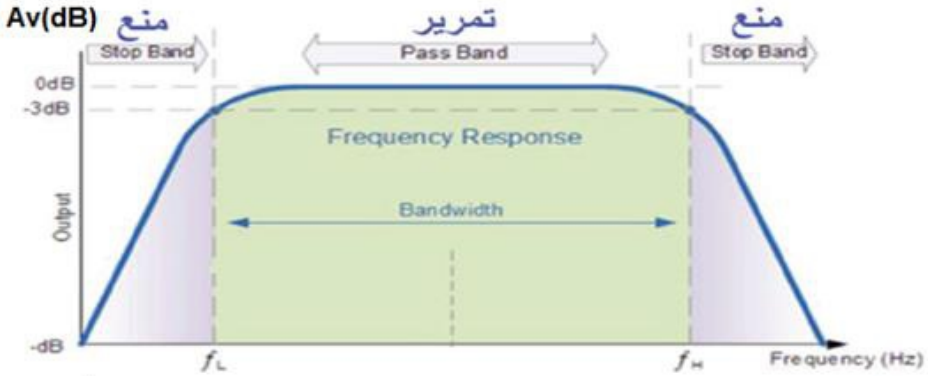
يحسب تردّد القطع من خلال المعادلة الآتية:

تردد القطع

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2 * \pi * 330 * 1\,\mu} = 482.287\ Hz$$

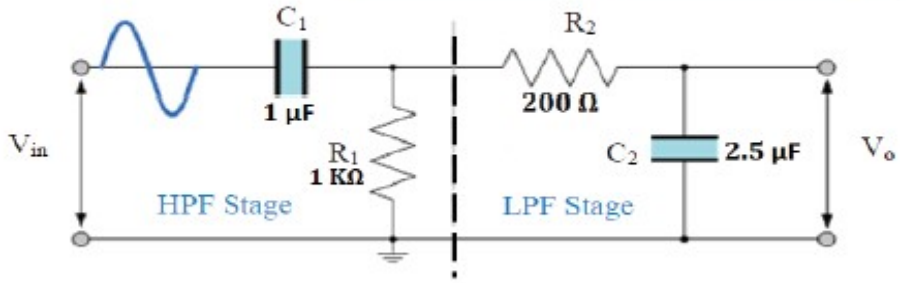
## 3) مُرَشّح تمرير نطاق تردّدي (Band Pass Filter، BPF)

يسمح بمرور الإشارات ذات التردّدات ضمن نطاق تردّدي محدّد، ويمنع مرور الإشارات ذات التردّدات الأقلّ أو الأعلى من النطاق.




الاستجابة الترددية للمُرَشّح (Passive BPF)

## 1-3 مكوّنات المُرَشّح (BPF) وعمله




شكل (3): دارة مُرَشّح تمرير النطاق التردّدي BPF

يحسب تردّد القطع من خلال المعادلة الآتية:

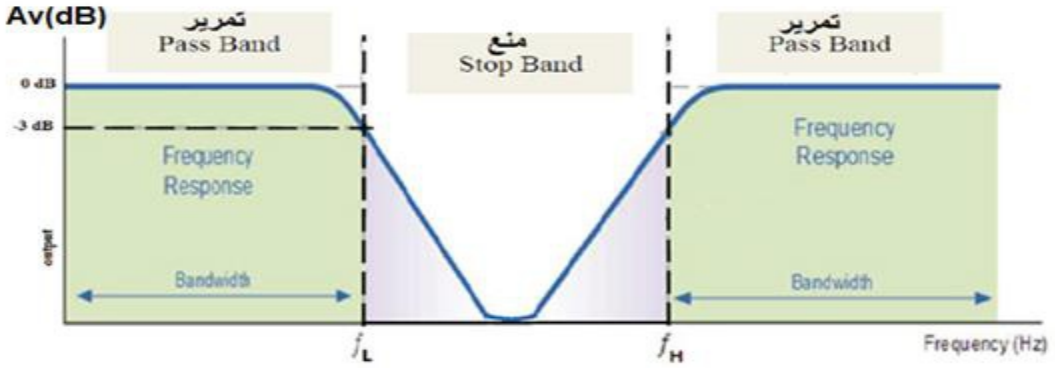
تردد القطع

$$f_1 = \frac{1}{2\pi C_1 R_1} = \frac{1}{2 * \pi * 1\,\mu * 1K} = 159.15\ Hz$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi C_2 R_2} = \frac{1}{2 * \pi * 2.5\,\mu * 200} = 318.3\ Hz$$

## 4) مُرَشّح إيقاف نطاق تردّدي (Band Stop Filter، BSF)

يمرِّر جميع التردّدات باستثناء نطاق تردّدي محدّد غير مرغوب فيه.




الاستجابة الترددية للمُرَشّح (Passive BSF)

## 1-4 مكوّنات المُرَشّح (BSF) وعمله

شكل (3): دارة مُرَشّح إيقاف النطاق التردّدي (BSF)

يحسب تردّد القطع من خلال المعادلة الآتية:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi C_1 R_1} = \frac{1}{2 * \pi * 0.01\,\mu * 15K} = 1.061\ K\,Hz$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi C_2 R_2} = \frac{1}{2 * \pi * 0.001\,\mu * 1K} = 159.15\ K\,Hz$$

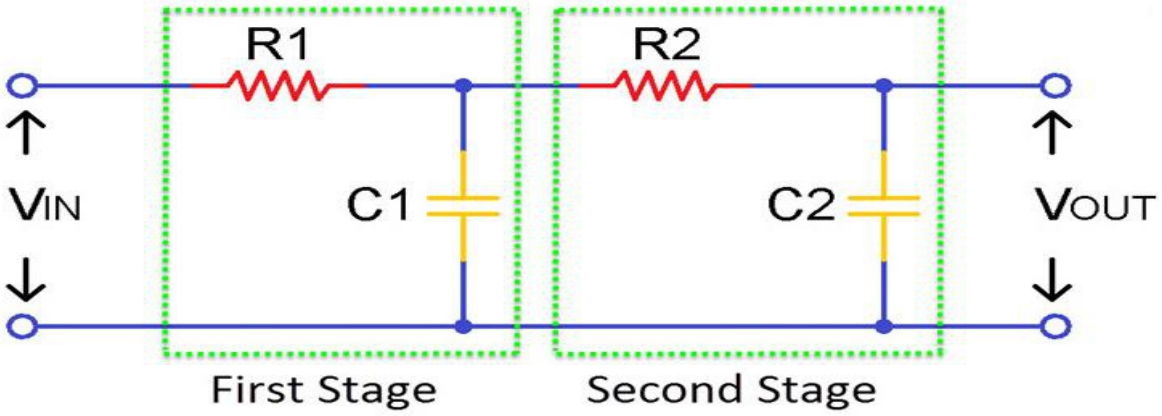
تردد القطع

## ثانيا : المرشحات الخاملة ذو الدرجة الثانية (SecondOrder Passive Filters)

### فلتر من الدرجة الثانية LPF

هو عبارة عن فلتر له قيمة fc معينة قمنا بنسخه مرة أخرى وتوصيلهما معا يطلق عليه فلتر من الدرجة الثانية لانه يستخدم مكثفين وإذا قمنا بإضافة فلتر أخر أصبح فلتر من الدرجة الثالثة وهكذا.

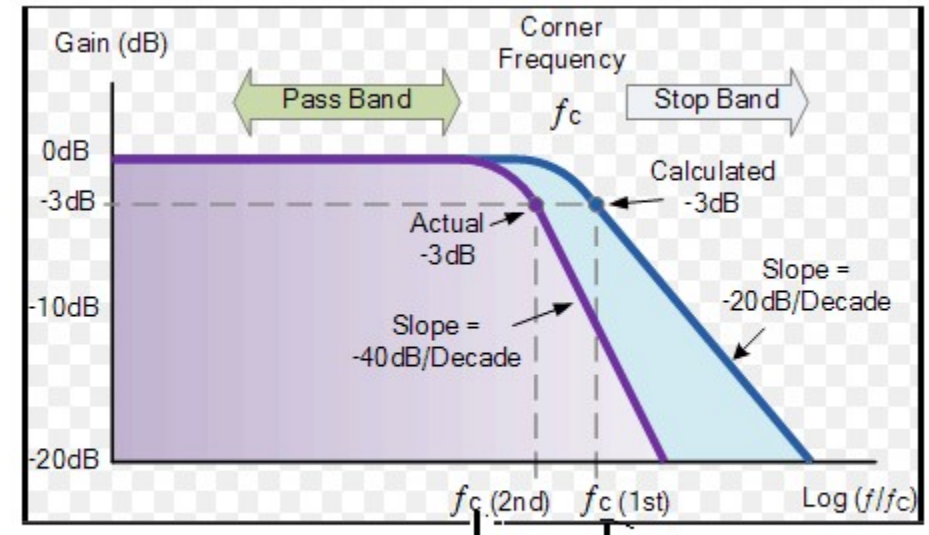
**مكوناته :-**




**تردد القطع للفلتر :-**

$$f_C = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}} \text{ Hz}$$

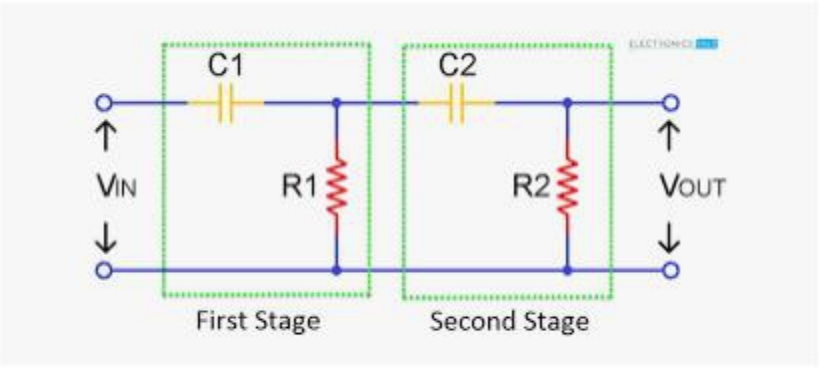
## الاستجابة الترددية للفلتر :-




وكلما زادت عدد مراحل أو درجة الفلاتر كلما اضمحلت أسرع الإشارة التى تأتي بعد Cut off؛وبالتالي يمكن لك زيادة حدة الفلترة بزيادة المراحل من الفلتر نفسه؛ونلاحظ أن الفلتر الثاني تكون نقطة fc له بها Shift ناحية اليسار ويمكن حسابة من خلال المعادلة التالية:

## Second order passive HPF  مرشح خامل لتمرير الترددات العالية من الدرجة الثانية

## مكوناته :-



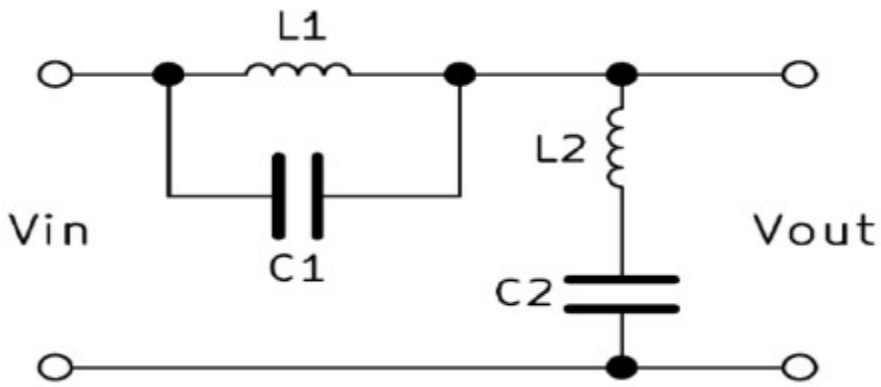

Passive RC High Pass Filter Circuit Design

تردد القطع

$$f_c = \frac{1}{(2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2})}$$

## مرشح خامل لتمرير نطاق معين من الترددات من الدرجة الثانية Second order passive BPF

**مكوناته :-**



$$f_L = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}\left(-\frac{1}{2}\sqrt{\frac{C_2}{C_1}} + \sqrt{1+\frac{1}{4}\frac{C_2}{C_1}}\right)}$$

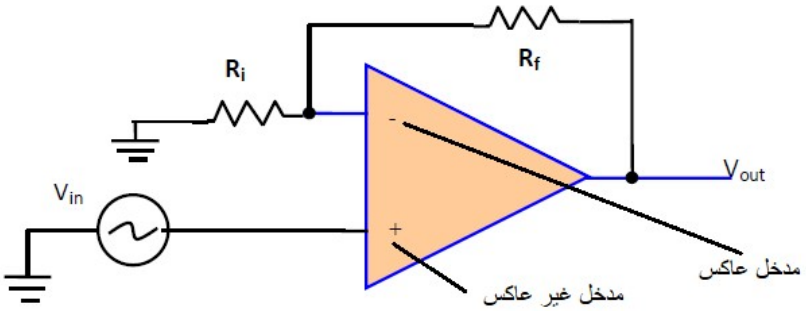
$$f_H = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}\left(+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{C_2}{C_1}} + \sqrt{1+\frac{1}{4}\frac{C_2}{C_1}}\right)}$$

**للاطلاع**

## المرشحـات الفعالــة

كما تم ذكره فإنّ المرشح الخامل لا يزيد كسبه عن 1 ، وللحصول على مرشح يمرر الترددات المرغوب فيها ويمنع الترددات الغير المرغوب فيها من المرور ويضخم الإشارة حسب الحاجة يستخدم مضخم العمليات في ذلك .

حيـث إنّ المُرَشّـحات الفعّالـة (Active Filters) تستخدم الترانزستور أو مكبّـر العمليـات بالإضافـة للمقاومـة والمكثّـف وذلـك للحصـول علـى تكبيـر (Gain) معيـن تكبيـر الجهـد مـن أجـل تحسـين أداء المُرَشّـحات عنـد التـردّدات المنخفضـة.



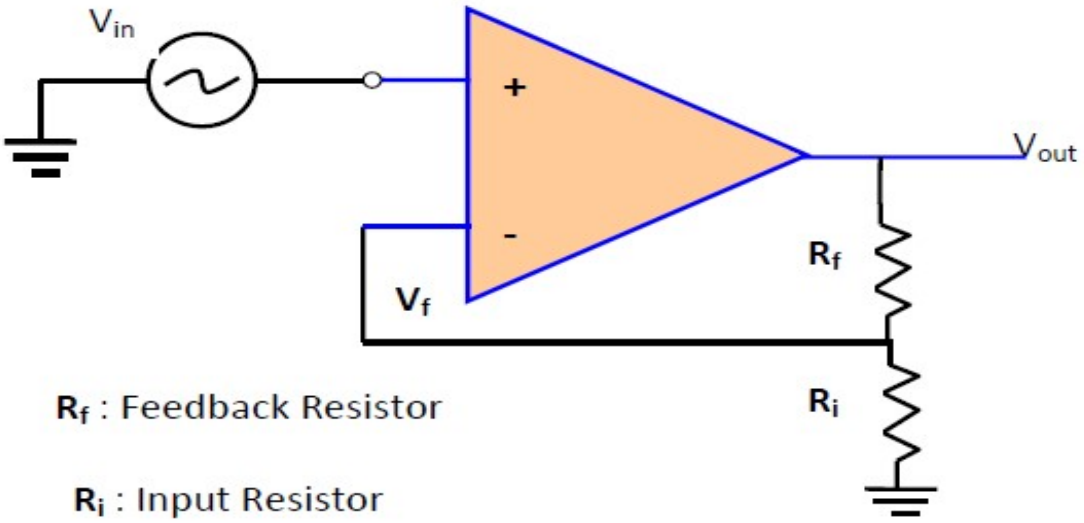

مكبر عمليات غير عاكس

$R_f$ : Feedback Resistor

$R_i$ : Input Resistor

تستخدم للتحكم في معامل التكبير

$$1+\frac{R_f}{R_i}$$



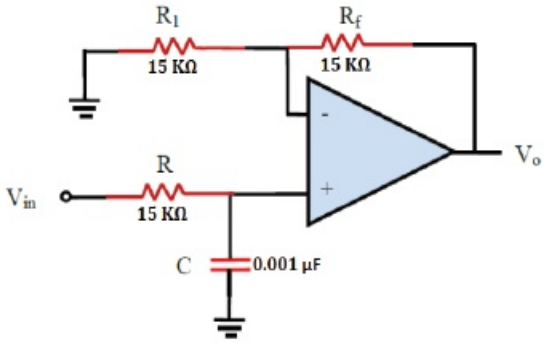

$R_f$ : Feedback Resistor

$R_i$ : Input Resistor

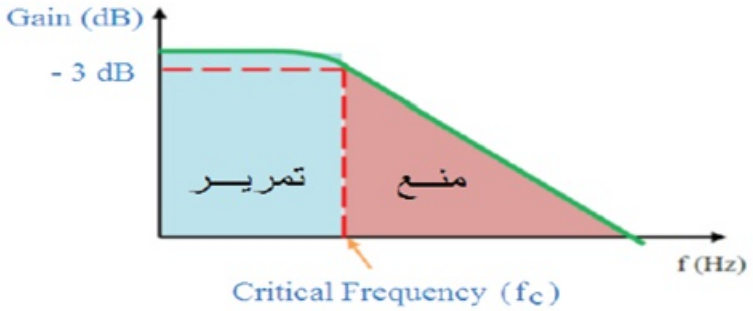
الشكل (1- 9) المكبر غير العاكس

# المرشحات الفعالة من الدرجة الأولى

## 1) المُرَشّح الفعّال لتمرير الترددات المنخفضة Active Low Pass Filter (LPF)




شكل (1): دارة مُرَشّح فعّال لتمرير الترددات المنخفضة Active LPF




الاستجابة الترددية للمُرَشّح Active LPF

يتم تحديد تردّد القطع $f_c$ حسب العلاقة الآتية:

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

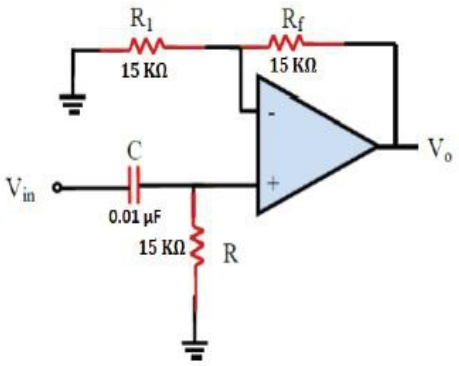
كسب المكبّر غير العاكس يساوي:
أو
مقدار تكبير المكبر غير العاكس

$$A_v = \frac{R_f}{R_1} + 1$$

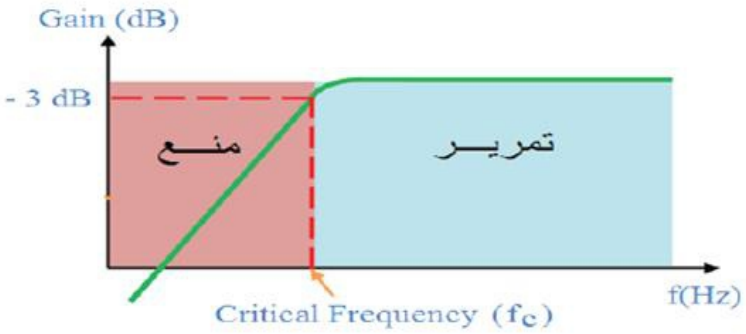
الاشارة التي تمر خلال منطقة التمرير سوف تكون مكبرة بمقدار معامل التكبير

Vout = Av * Vin

## 2) المُرَشّح الفعّال لتمرير التردّدات العالية Active High Pass Filter (HPF)




شكل (2): دارة مُرَشّح فعّال لتمرير التردّدات العالية (Active HPF)



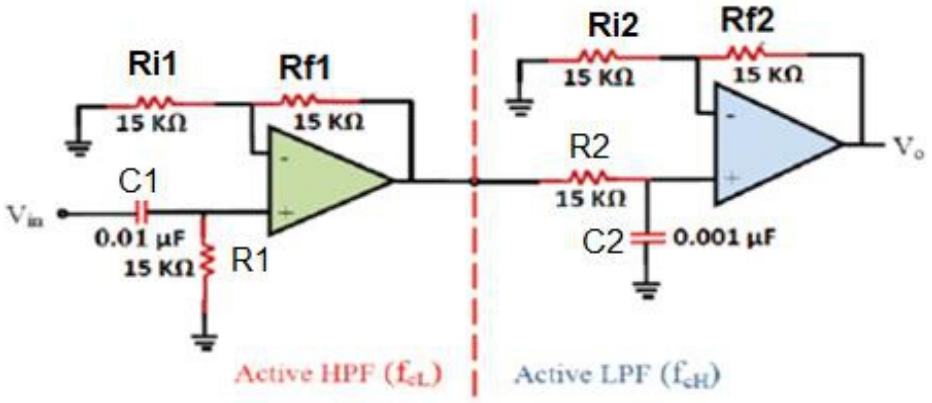

الاستجابة الترددية للمُرَشّح Active HPF

وتكون معادلة تردد القطع $f_c$

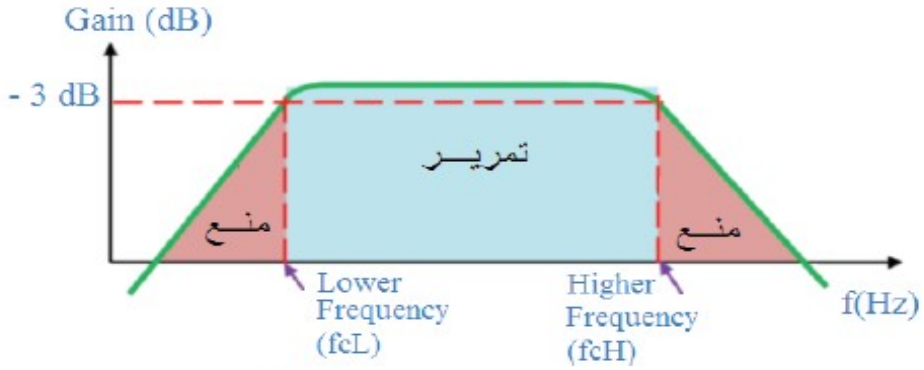
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

وكسبه يساوي $1 + \frac{R_f}{R_i}$

## 3) المُرَشّح الفعّال لتمرير النطاق Active Band Pass Filter (BPF)




شكل (3): دارة مُرَشّح فعّال لتمرير نطاق تردّدي Active BPF



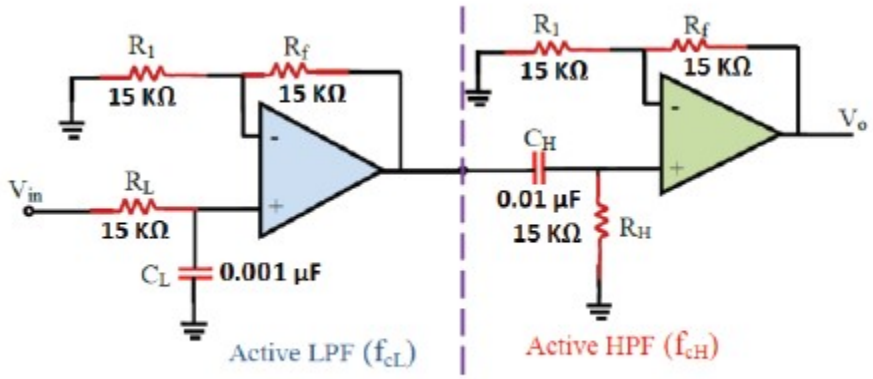

الاستجابة الترددّية للمُرَشّح Active **BPF**

وتكون معادلة تردد القطع الأول $f_{C1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$ ،

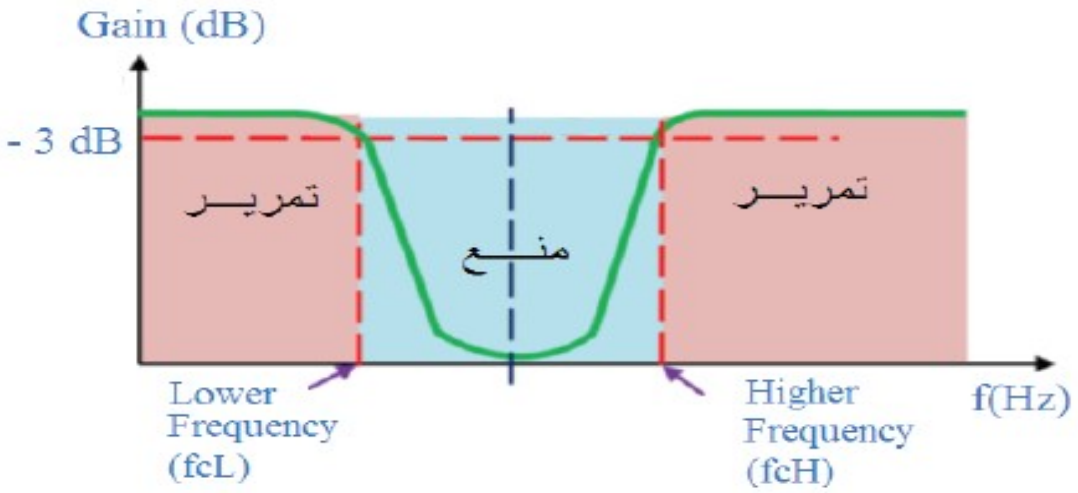
ومعادلة تردد القطع الثاني $f_{C2} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$

أما كسب الدارة هو حاصل ضرب كسب الدائرتين $G = \left(1 + \frac{R_{f1}}{R_{i1}}\right)\left(1 + \frac{R_{f2}}{R_{i2}}\right)$

## 4) المُرَشّح الفعّال لإيقاف نطاق تردّدي Active Band Stop Filter (BSF)




شكل (4): دارة مُرَشّح فعّال لإيقاف نطاق تردّدي Active BSF

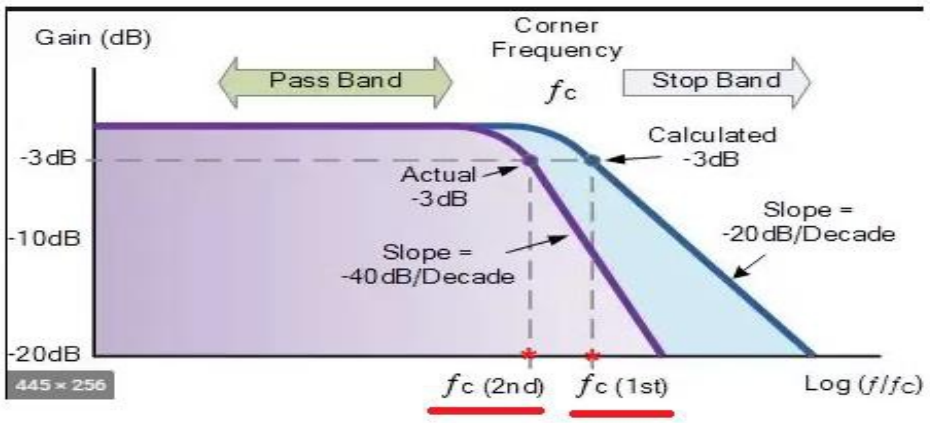



الاستجابة الترددية للمُرَشّح Active BSF

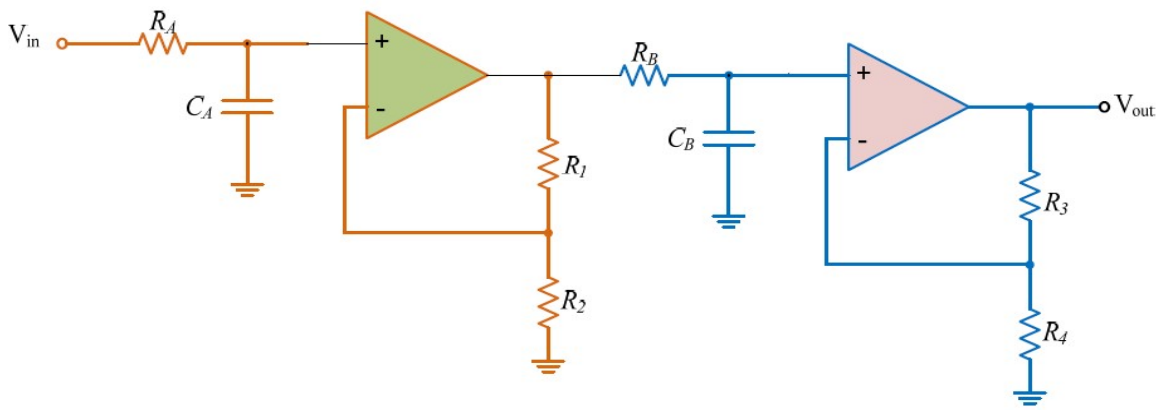
# المرشحات الفعالة من الدرجة الثانية

## 1) المُرَشّح الفعّال لتمرير الترددات المنخفضة Active Low Pass Filter (LPF)

**منحنى الاستجابة الترددية**




**دائرة المرشح :-**

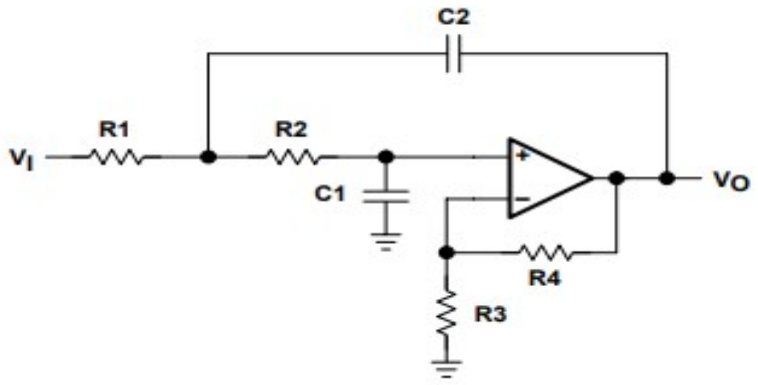



الشكل (3- 4) مرشح تردد منخفض نشط من الدرجة الثانية

لحساب تردد القطع للدائرة من الدرجة الثانية نستخدم العلاقة التالية:

$$f_C = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_A R_B C_A C_B}}$$

**شكل اخر لدائرة المرشح :-**

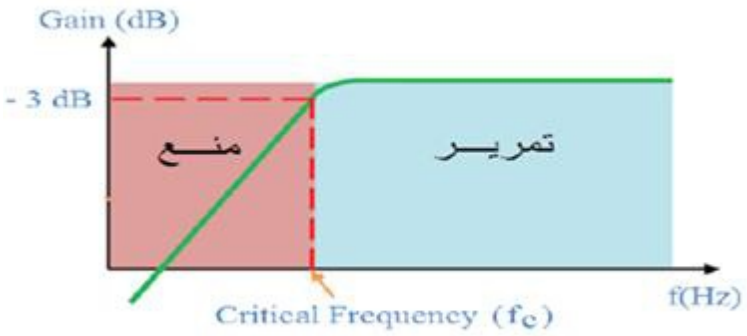



الاشارة التي تمر خلال منطقة التمرير سوف تكون مكبرة بمقدار معامل التكبير

$$V_{out} = A_v * V_{in}$$

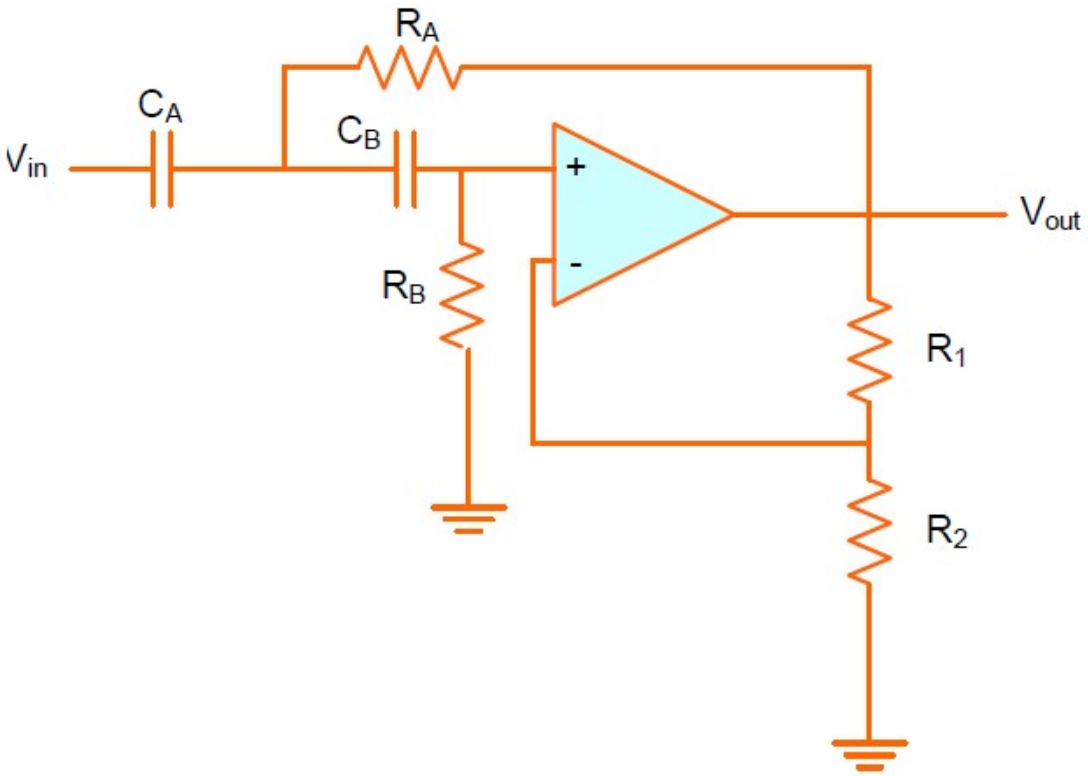
## 2) المُرَشّح الفعّال لتمرير الترددات العالية Active High Pass Filter (HPF)

**منحنى الاستجابة الترددية**




الاستجابة الترددية للمُرَشّح Active HPF

**دائرة المرشح :-**




مرشح عالٍ التردد من الدرجة الثانية نوع Sallen-Key