جامعة المنارة
قسم هندسة الميكاترونكس

الدارات الكهربائية 2

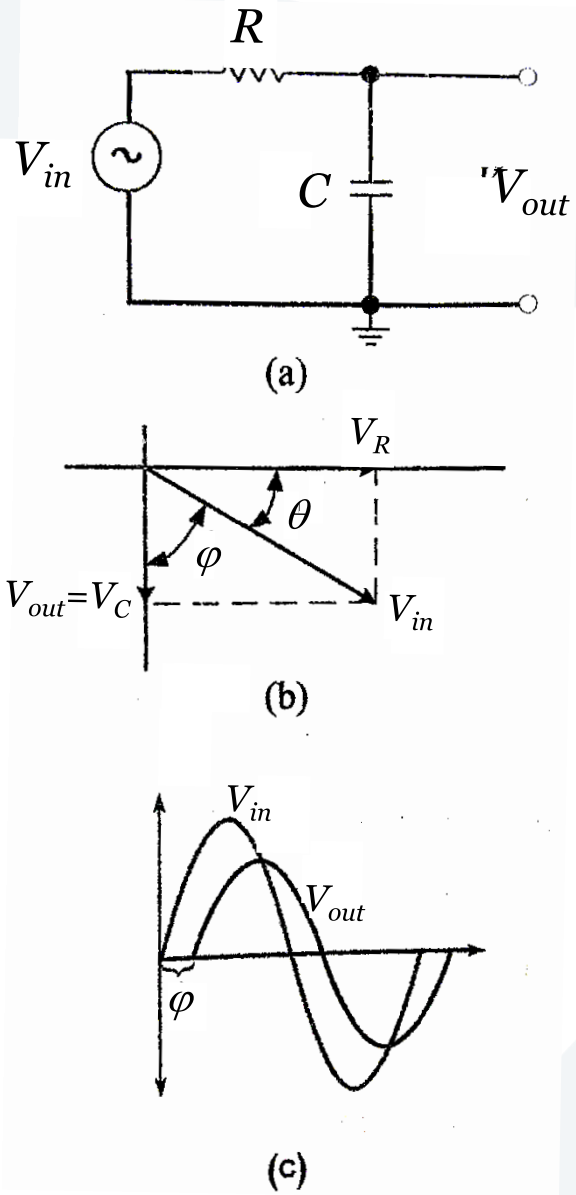
Electrical Circuits 2

5

الدكتور المهندس
علاء الدين أحمد حسام الدين

دارات إزاحة الطور

دارات RC لإزاحة الطور



يمكن أن تكون الإزاحة متقدمة أو متأخرة وفقاً لتصميم الدارة. تتصف الدارة ذات الإزاحة المتأخرة بجهد خرج متأخر عن جهد الدخل، بينما يكون جهد الخرج متقدم على جهد الدخل في الدارة ذات الإزاحة المتقدمة.

يبين الشكل مبدأ تصميم دارة ذات إزاحة متأخرة مع المخطط الشعاعي لجهدي الدخل والخرج.

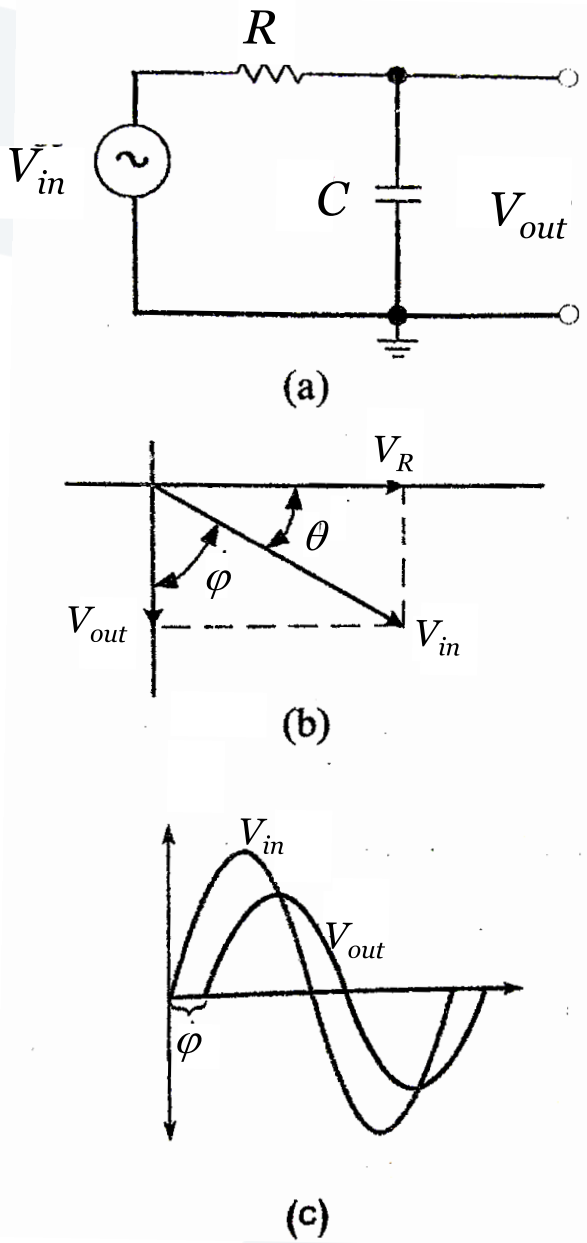
تم اعتماد التيار كمرجع في الدارة، وبما أن:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{X_C}{R}\right)$$

تكون زاوية التأخير:

$$\theta = 90^o - \arctan\left(\frac{X_C}{R}\right)$$

يتعلق مطال وزاوية إشارة الخرج بقيمتي **R** والمفاعلة السعوية X_C.



تعطى قيمة جهد الخرج بالعلاقة:

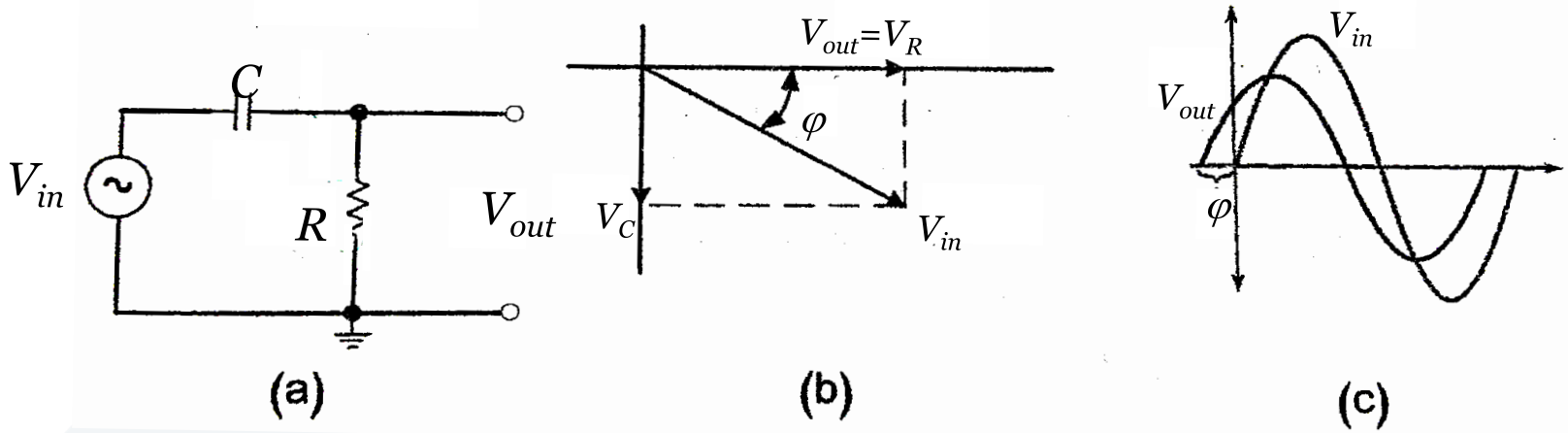
$$V_{out} = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \cdot V_{in}$$

دارات RC لإزاحة الطور

ويبين الشكل مبدأ تصميم دارة RC ذات إزاحة متقدمة، حيث جهد الخرج يتقدم على جهد الدخل بزاوية مقدارها φ. تم اعتماد التيار كمرجع في الدارة، وتكون زاوية التأخير: $\varphi = \arctan(\frac{X_C}{R})$

يتعلق مطال وزاوية إشارة الخرج بقيمتي R والمفاعلة السعوية X_C، وتكون قيمة جهد الخرج هي:

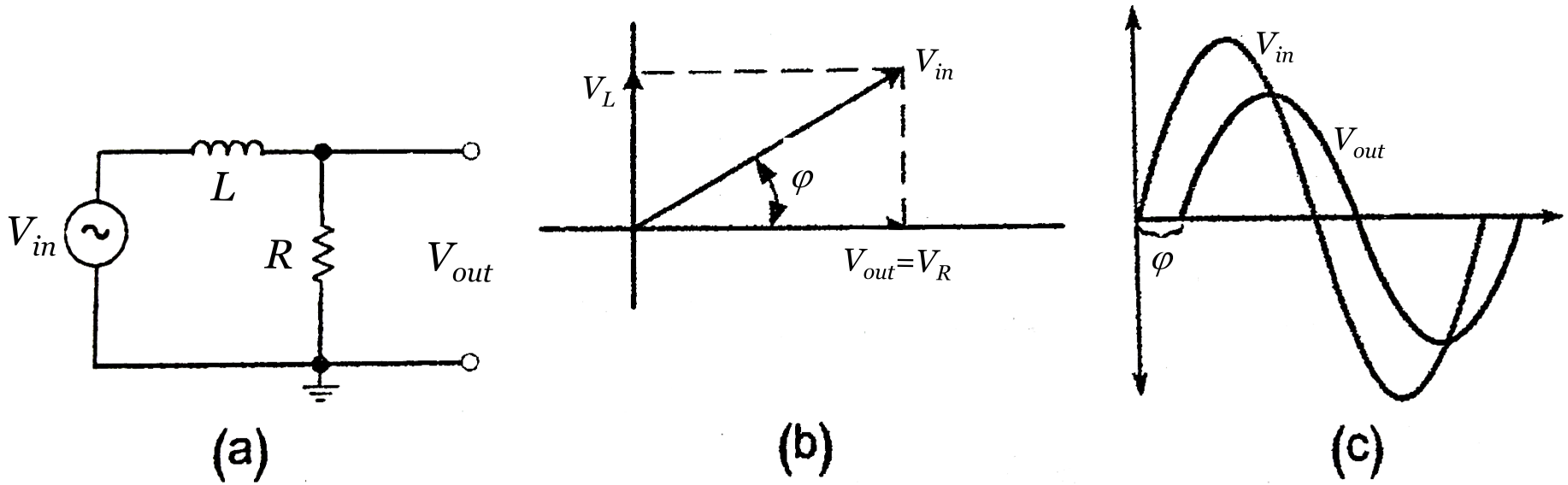
$$V_{out} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \cdot V_{in}$$



دارات RL لإزاحة الطور

يمكن أن تكون الإزاحة متقدمة أو متأخرة وفقاً لتصميم الدارة. تتصف الدارة ذات الإزاحة المتأخرة بجهد خرج متأخرعن جهد الدخل، بينما يكون جهد الخرج متقدم على جهد الدخل في الدارة ذات الإزاحة المتقدمة.

يبين الشكل مبدأ تصميم دارة متأخرة مع المخطط الشعاعي لجهدي الدخل والخرج.



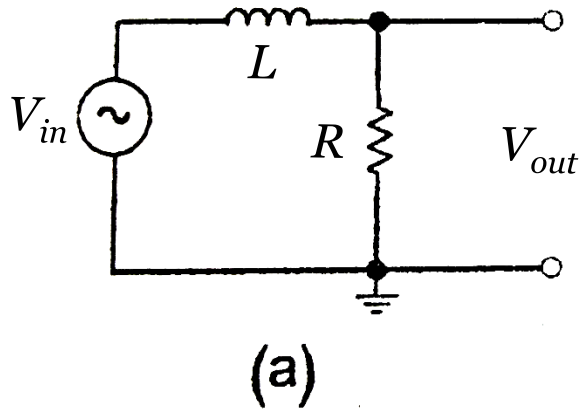
دارات RL لإزاحة الطور

تم اعتماد التيار كمرجع في الدارة، وتكون زاوية التأخير:

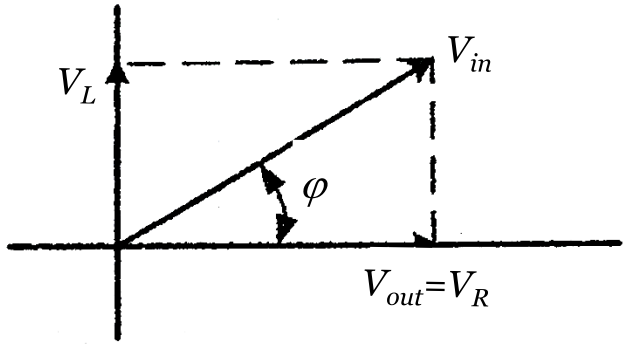
$$\varphi = \arctan\left(\frac{X_L}{R}\right)$$

وتكون قيمة جهد الخرج مساوية:

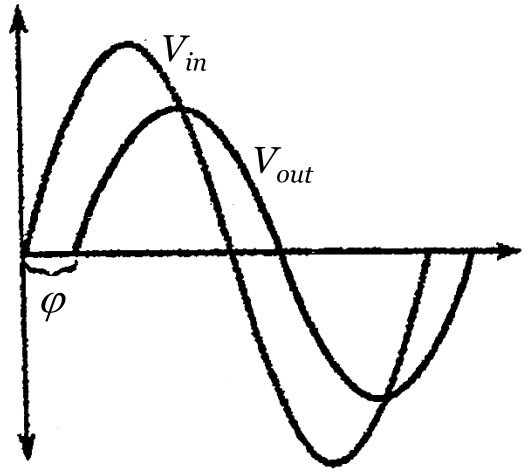
$$V_{out} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \cdot V_{in}$$



(a)



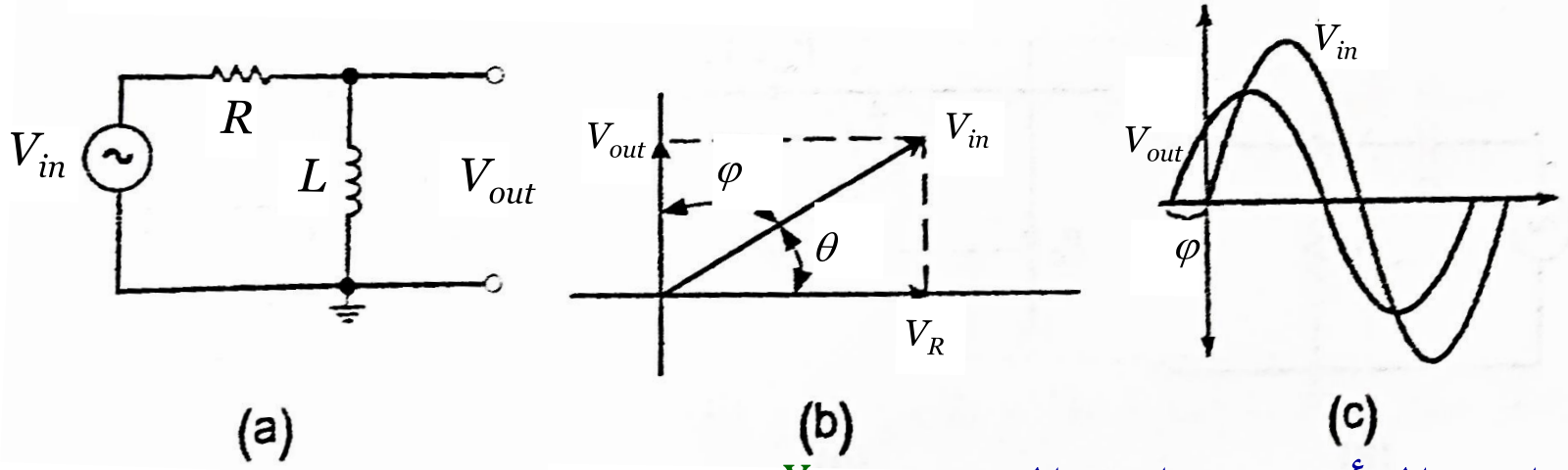
(b)



(c)

دارات RL لإزاحة الطور

ويبين الشكل مبدأ تصميم دارة RL ذات إزاحة متقدمة، حيث يتقدم جهد الخرج على جهد الدخل بزاوية مقدارها φ. مع المخطط الشعاعي لجهدي الدخل والخرج:



تكون زاوية التأخير مساوية إلى:

$$\varphi = 90^{o} - \arctan\left(\frac{X_L}{R}\right)$$

وتكون قيمة جهد الخرج هي:

$$V_{out} = \frac{X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \cdot V_{in}$$

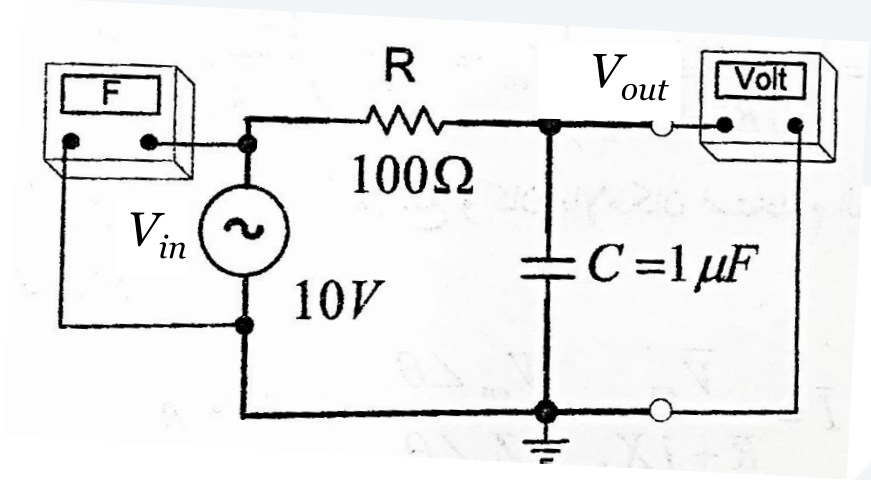
دارات ترشيح RC

توجد بعض الدارات التي تتميز بصفة انتقائية الترددات، أي تسمح بمرور بعض ترددات الدخل، وتمنع مرور البقية.

تملك دارات RC التسلسلية ميزة الانتقائية للتردد. وحسب طريقة الوصل يكون لدينا نوعان من هذه الدارات: النوع الأول يسمى مرشح حزمة التمرير المنخفضة Low Pass Filter والذي نأخذ فيه جهد الخرج على طرفي المكثف (دارة إزاحة متأخرة)، بينما نأخذ الجهد على طرفي المقاومة (دارة إزاحة متقدمة) للنوع الثاني الذي يسمى مرشح حزمة التمرير العالية High Pass Filter.

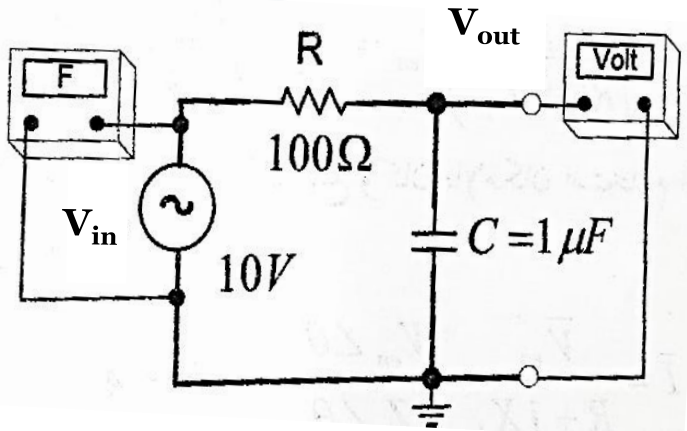
عادة تستخدم دارات RC مع مضخم عملياتي لتصميم مرشحات فعالة Active Filter التي تكون أكثر كفاءة.

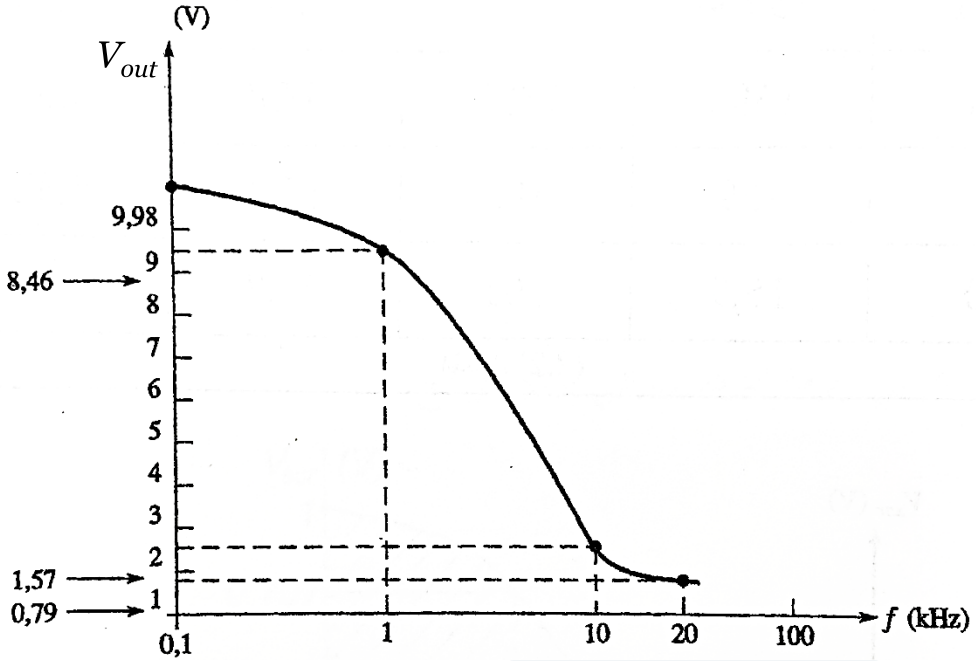
مرشح حزمة التمرير المنخفضة



لتكن لدينا الدارة المبينة بالشكل التي تتيح لنا دراسة هذا المرشح، حيث نقيس جهد الخرج بتغير تردد منبع الجهد المطبق.

تبين التجربة أن المفاعلة السعوية تتناقص بزيادة التردد مما يؤدي إلى نقصان الجهد على طرفي المكثف. النتائج المخبرية تم تسجيلها في الجدول التالي الذي يوضح تغيرات بارامترات الدارة تبعاً للتردد:

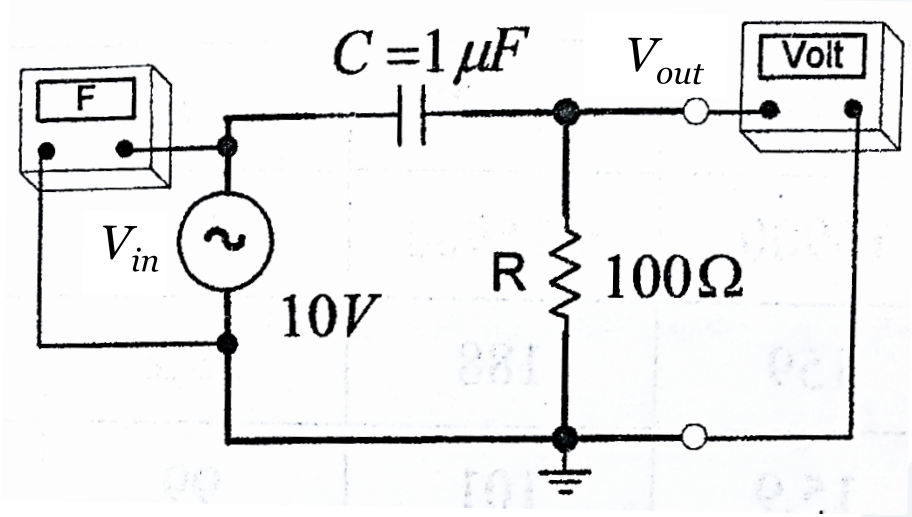




f [KHz]	X_C [Ω]	Z [Ω]	I [mA]	V_{out} [V]
0.1	15900	≅15900	≅0.63	9.98
1	159	188	53.2	8.46
10	15.9	101	99	1.57
20	7.96	≅100	≅100	0.79

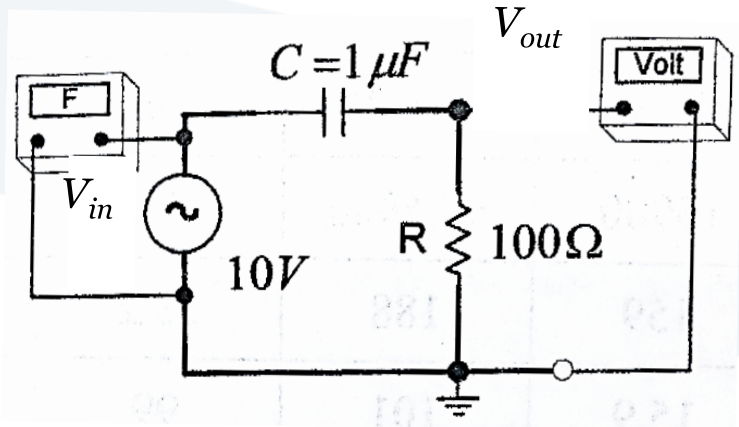
يبين الشكل استجابة الدارة بدلالة التردد، حيث يظهر من المنحني أن الجهود تكون عالية في الترددات المنخفضة، وتتناقص بزيادة التردد.

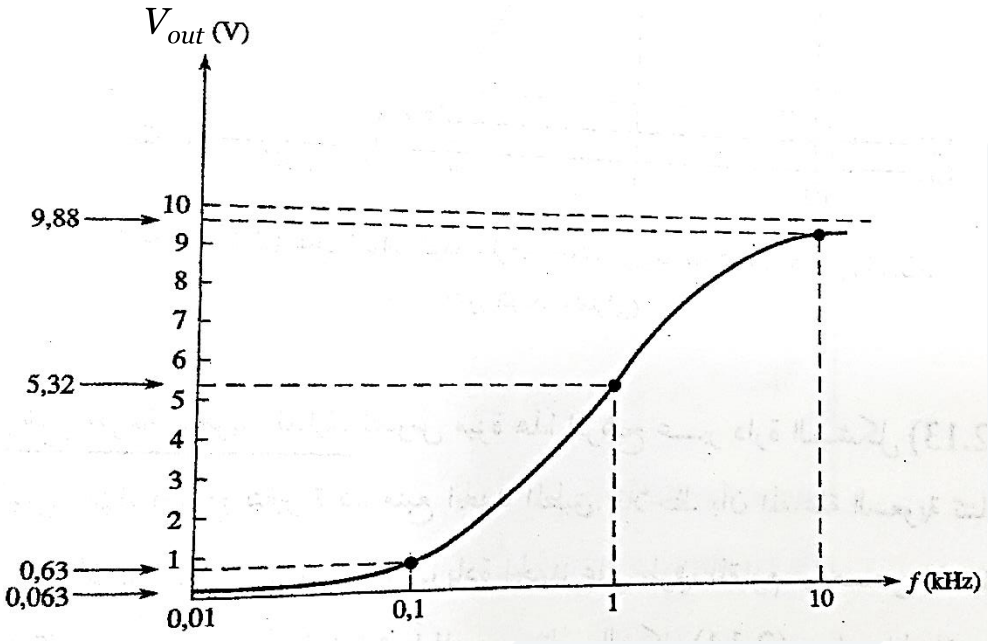
مرشح حزمة التمرير العالية



لتكن لدينا الدارة المبينة بالشكل التي تتيح لنا دراسة هذا المرشح، حيث نقيس جهد الخرج بتغير تردد منبع الجهد المطبق.

تبين التجربة أن المفاعلة السعوية تتناقص بزيادة التردد مما يؤدي إلى زيادة الجهد على طرفي المقاومة. النتائج المخبرية تم تسجيلها في الجدول التالي الذي يوضح تغيرات بارامترات الدارة تبعاً للتردد:





f [KHz]	X_C [Ω]	Z [Ω]	I [mA]	V_{out} [V]
0.01	15900	≅15900	≅0.63	0.063
0.1	1590	1593	6.28	0.63
1	159	188	53.2	5.32
10	15.9	101	98.8	9.88

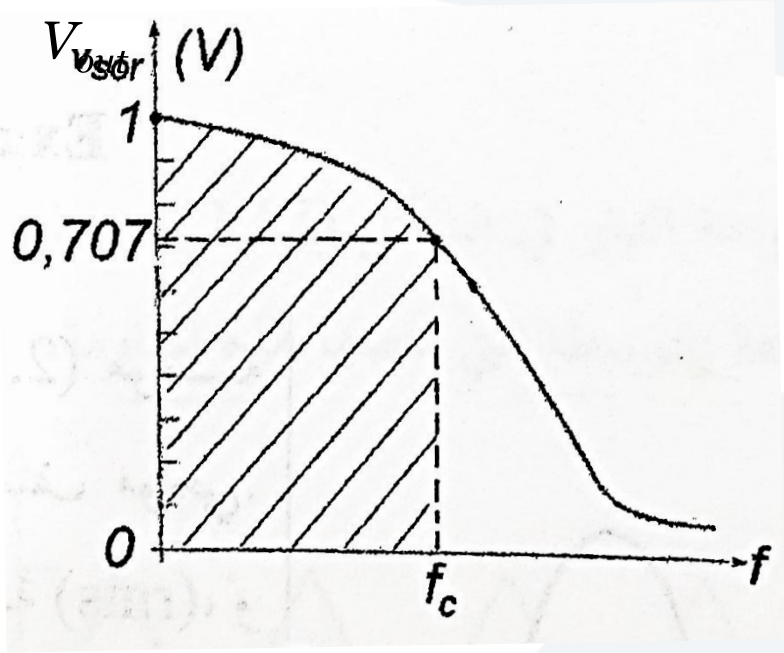
يبين الشكل استجابة الدارة بدلالة التردد، حيث يظهر من المنحني أن الجهود تكون عالية في الترددات العالية، وتتزايد بزيادة التردد.

تردد القطع وعرض الحزمة

يسمى التردد الذي يجعل المفاعلة السعوية مساوية للمقاومة في مرشحات حزمة التمرير المنخفضة أو العالية بتردد القطع f_c.

$$R = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f_C \cdot C} \Rightarrow f_C = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

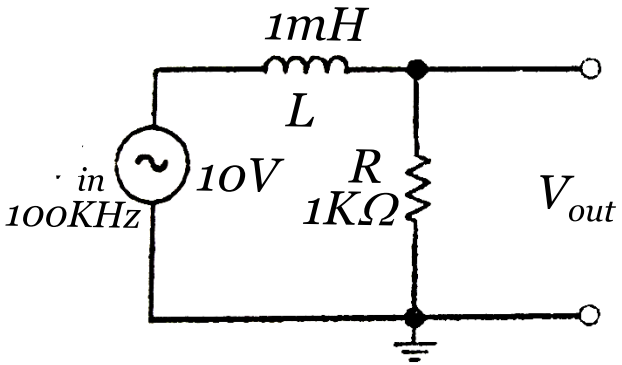
عند قيمة تردد القطع يكون جهد الخرج مساوياً إلى 70.7% من قيمته الأعظمية. يعد تردد القطع هو حد الكفاءة للمرشح من الناحية العملية. مثلاً في مرشح حزمة التمرير العالية، كل الترددات الأكبر من تردد القطع تجتاز مدخل المرشح، بينما الترددات الأقل من تردد القطع تكون مرفوضة، أي لا تجتاز المرشح.

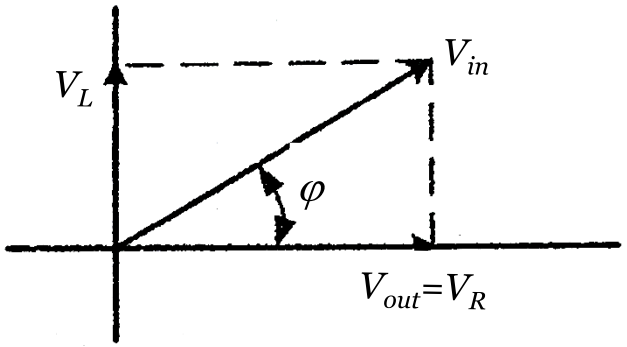


يبين الشكل استجابة الدارة بدلالة التردد لمرشح حزمة التمرير المنخفضة، حيث يظهر تردد القطع وعرض حزمة الترددات التي تجتاز المرشح.

مسائل

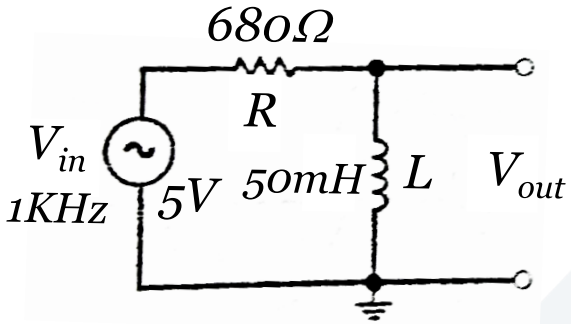
احسب قيمة الإزاحة المتأخرة (الطور المتأخر) للدارة المبينة بالشكل

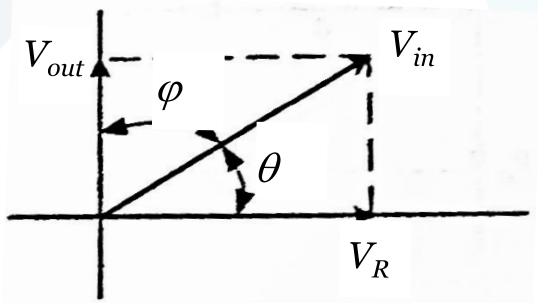




الجواب: $\varphi = 32.1^{o}$

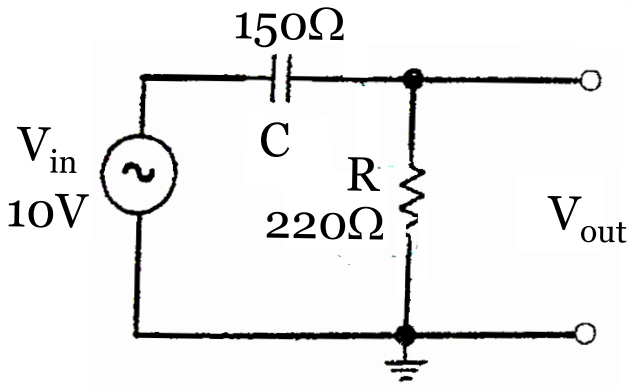
احسب قيمتي جهد الخرج والطور المتقدم للدارة المبينة بالشكل

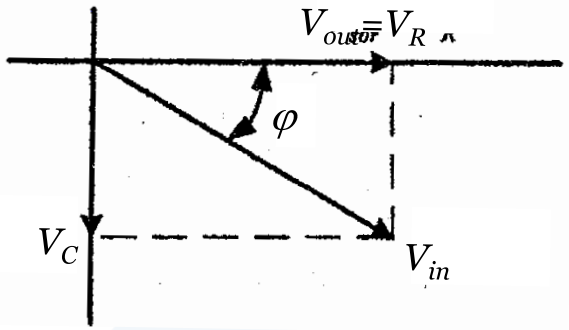




الجواب: $\varphi = 65.2^{o}, V_{out} = 2.1[V]$

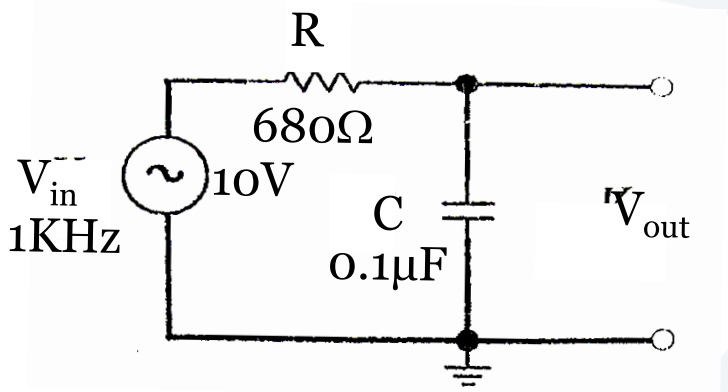
حدد تقدم الطورللدارة المبينة بالشكل، ثم احسب قيمة جهد الخرج.

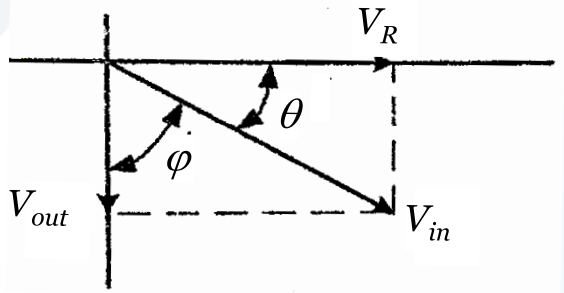




الجواب: $\varphi = 34.3^{o}, V_{out} = 8.26[V]$

حدد تأخر الطورين الدخل والخرج للدارة المبينة بالشكل، ثم احسب قيمة جهد الخرج.





الجواب: $\varphi = 23.1^{o}, V_{out} = 9.2[V]$

أوجد القيم الفعالة للتيارات في الدارة التفرعية المبينة بالشكل، وارسم المخطط الشعاعي لها.