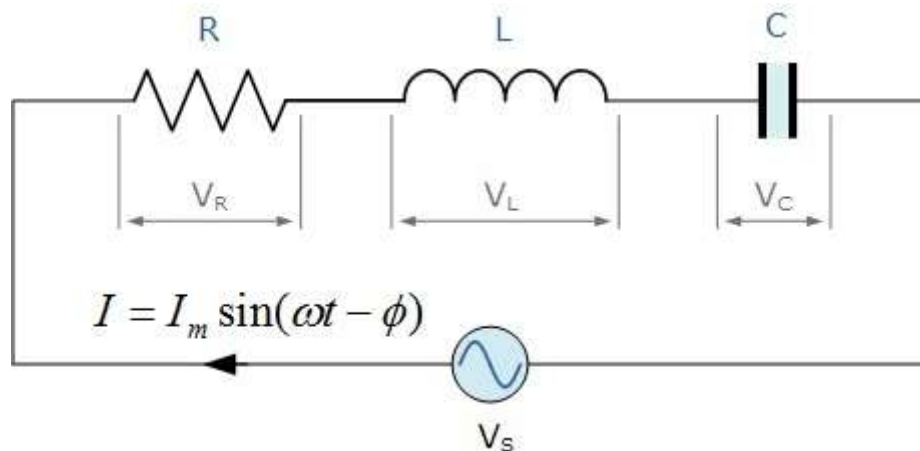


آزمایش شماره ۳: مدارهای مشتق گیر و انتگرال گیر

تئوری آزمایش :

مدار RC بسته به ترکیب، نوع ورودی اعمال شده و نحوه قرار دادن R یا C در خروجی، می تواند به صورت مدار مشتق گیر یا انتگرال گیر رفتار کند.

همانطور که می دانیم در یک مدار RLC متوالی با emf خارجی $V_i = V_{im} \sin \omega t$ و جریان $I = I_m \sin(\omega t - \phi)$ ، دامنه جریان I_m و فاز جریان ϕ ، از رابطه های زیر بدست می آیند:



$$I_m = \frac{V_{im}}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} \quad (1)$$

$$\tan \phi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \quad (2)$$

روابط بالا برای یک مدار RC متوالی ($L=0$) به صورت زیر تقلیل می یابد:

$$I_m = \frac{V_{im}}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}} \quad (3)$$

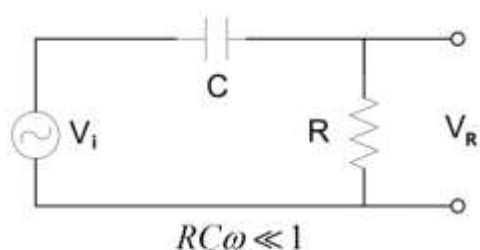
$$\tan \phi = \frac{1}{RC\omega} \quad (4)$$

در حالت بخصوص $RC\omega \ll 1$ ،

$$I_m = \frac{V_{im}}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}} = \frac{V_{im}}{\frac{1}{C\omega} \sqrt{(RC\omega)^2 + 1}} \approx C\omega V_{im} \quad (5)$$

$$\phi = \text{Arctg}(\infty) = \pi / 2 \quad (6)$$

بنابراین جریان مدار برای ولتاژ اعمالی $V_i = V_{im} \sin \omega t$ ، به صورت زیر است:



$$I = I_m \sin(\omega t - \pi / 2) = C\omega V_{im} \cos(\omega t) \quad (7)$$

پس ولتاژ دو سر مقاومت را می‌توان از رابطه زیر تعیین کرد:

$$V_R = IR = RC\omega V_{im} \cos(\omega t) \quad (8)$$

از طرفی $\frac{dV_i}{dt} = \omega V_{im} \cos(\omega t)$ ، بنابراین

$$V_R = RC \frac{dV_i}{dt} \quad (9)$$

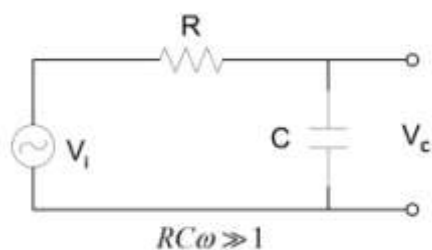
در نتیجه در مدار RC متوالی چنانچه $RC\omega \ll 1$ باشد، ولتاژ دو سر مقاومت با مشتق ولتاژ اعمالی به مدار متناسب است. در این حالت می‌گوییم مدار مشتق‌گیر است.

همچنین در حالت خاص $RC\omega \gg 1$ داریم،

$$I_m = \frac{V_{im}}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}} = \frac{V_{im}}{R \sqrt{1 + (\frac{1}{RC\omega})^2}} \approx \frac{V_{im}}{R} \quad (10)$$

$$\phi = \text{Arctg}(0) = 0 \quad (11)$$

بنابراین جریان مدار برای ولتاژ اعمالی $V_i = V_{im} \sin \omega t$ ، به صورت زیر است:



$$I = I_m \sin(\omega t) = \frac{V_{im}}{R} \sin(\omega t) \quad (12)$$

از طرفی ولتاژ دو سر خازن را می‌توان از رابطه زیر تعیین کرد:

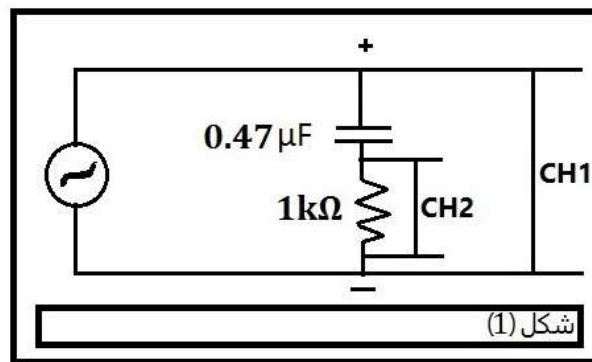
$$V_c = \frac{1}{C} \int I dt = \frac{1}{C} \int \frac{V_{im}}{R} \sin(\omega t) dt = \frac{1}{RC} \int V_i dt \quad (13)$$

در نتیجه در مدار RC متوالی چنانچه $RC\omega \gg 1$ باشد، ولتاژ دو سر خازن با انتگرال ولتاژ اعمالی به مدار متناسب است. در این حالت می‌گوییم مدار انتگرال گیر است.

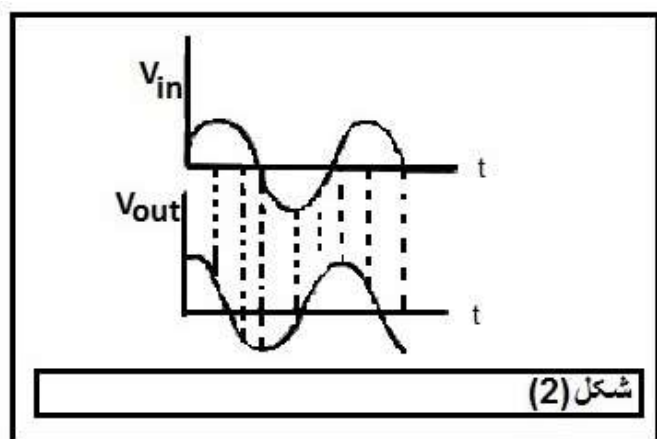
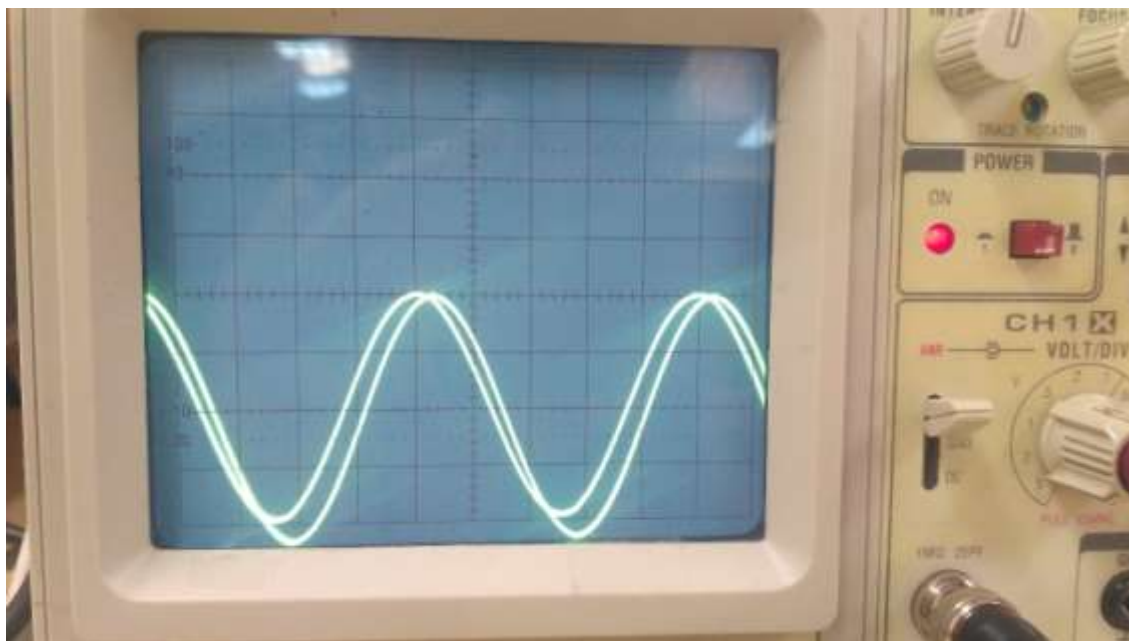
اجرای آزمایش :

الف) مدار مشتق گیر

مداری مطابق شکل زیر بسته شده است.

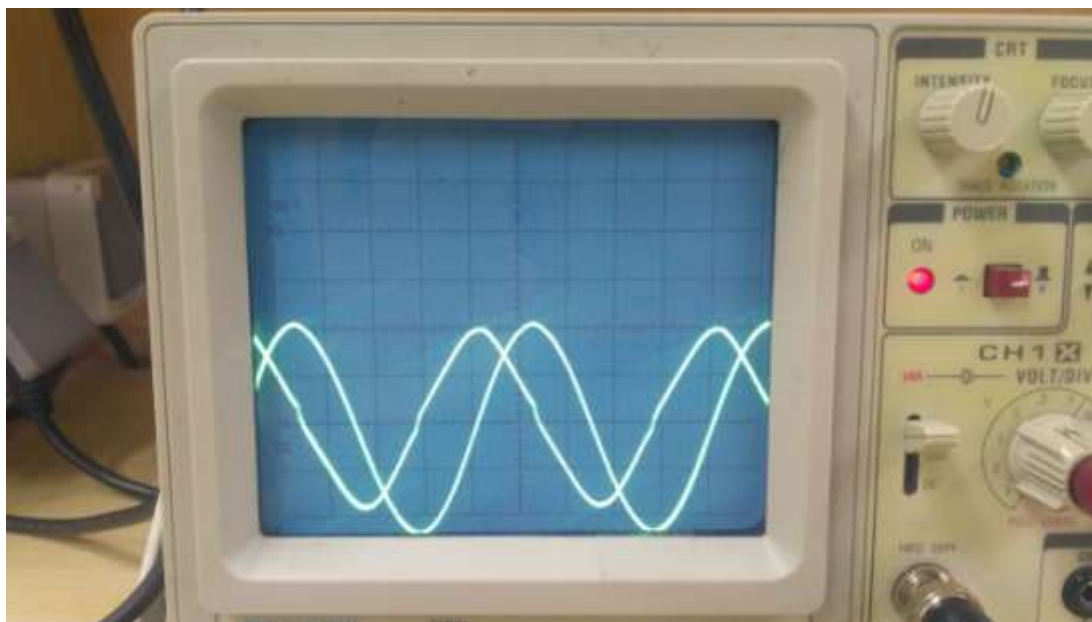


منبع ولتاژ را بر روی فرکانس 1KHz و شکل موج سینوسی تنظیم شده. سپس مطابق شکل ولتاژهای ورودی (CH1) و خروجی (CH2) را به ورودی‌های اسیلوسکوپ متصل کرده که در نتیجه آن شکل موج به صورت زیر است. اختلاف فاز دو موج ϕ را از رابطه زیر بدست آورید.



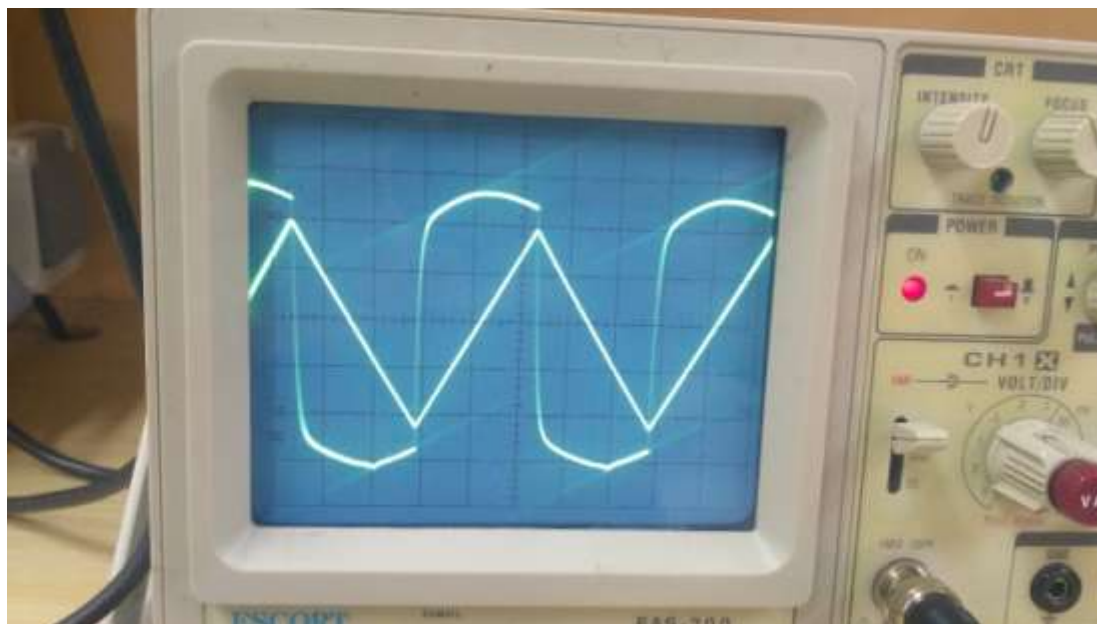
$$\phi = \frac{\text{فاصله قله به قله دو موج}}{\text{فاصله قله به قله یکی از موج ها}} \times 360$$

در مرحله بعد خازن با ظرفیت را $C = 100\text{pf}$ در مدار قرار داده شد که شکل موج آن به صورت زیر است. این بار نیز اختلاف فاز را به دست بیاورید و محاسبات خود را گزارش دهید.



- حالتی که $C = 100\text{ pf}$ و $C = 0.47\text{ }\mu\text{f}$ در مدار باشند را با یکدیگر مقایسه نموده و نتیجه گیری کنید.

آزمایش فوق با دادن یک موج دنداناره ای به جای سینوسی تکرار گشت که نتیجه آن به صورت زیر است. شکل موج های ورودی و خروجی را در روی کاغذ میلیمتری رسم کرده و آنها را به تفکیک مشخص کنید. در مورد رابطه شکل موج خروجی با مشتق شکل موج ورودی مختصراً توضیح دهید.

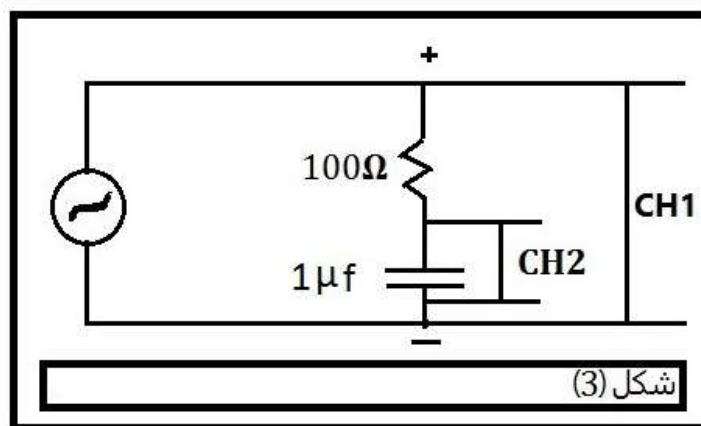


پرسش :

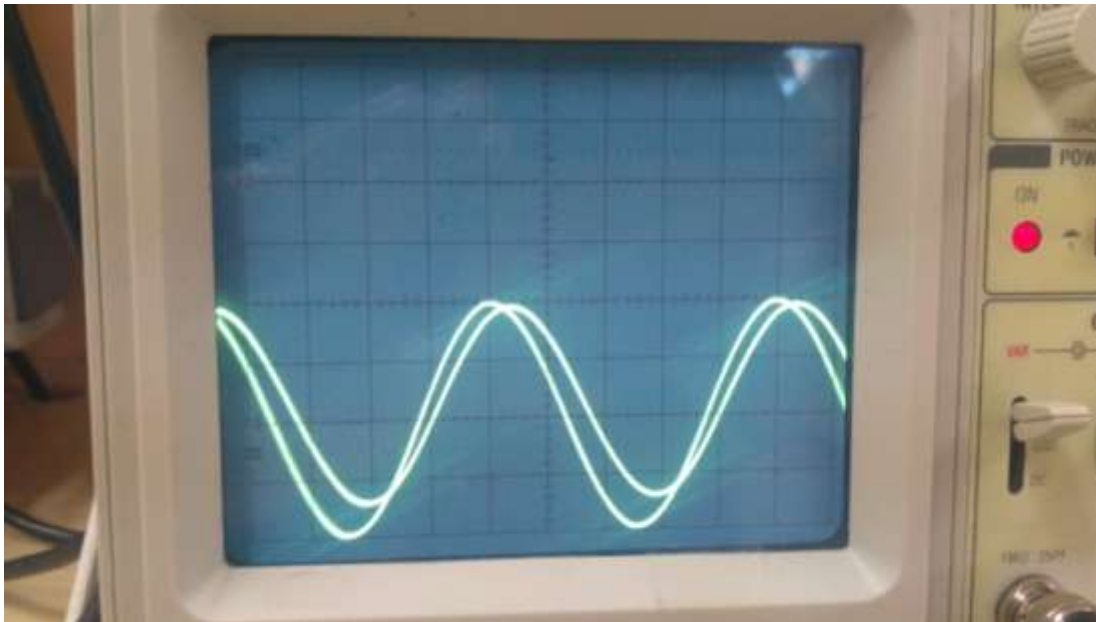
(۱) به کمک محاسبه نشان دهید که شکل موج خروجی مشتق شکل موج ورودی می‌باشد و مداری که ترتیب داده بودید یک مدار مشتق‌گیر می‌باشد.

ب) مدار انتگرال‌گیر

مدار را مطابق شکل ۳ بسته شده و به ورودی آن یک موج سینوسی با فرکانس 1KHz شد.

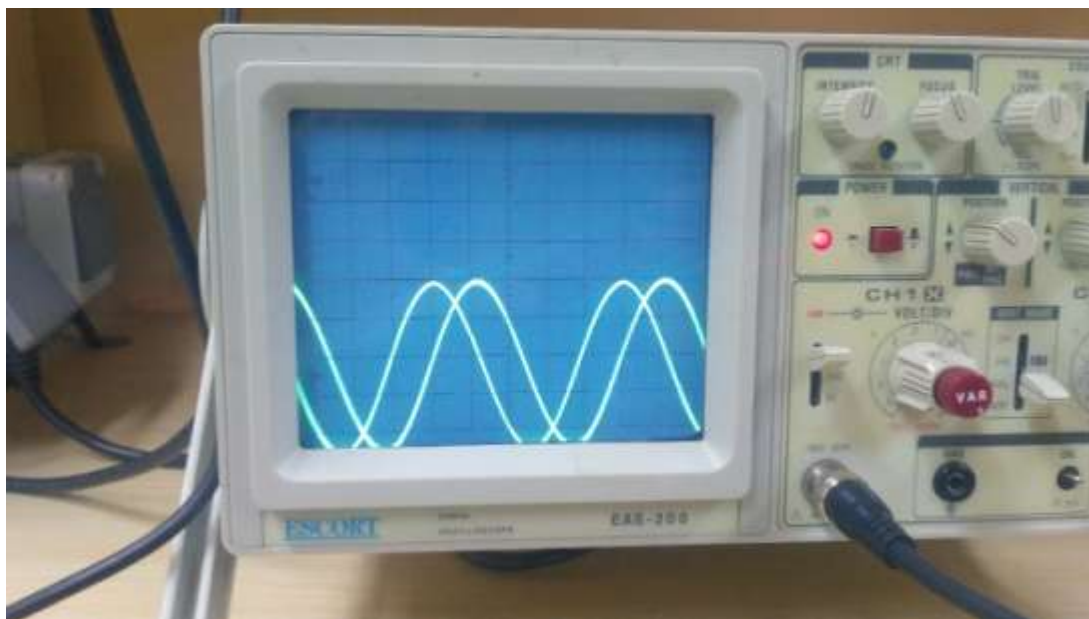


مطابق شکل ولتاژهای ورودی و خروجی را به ورودی‌های اسیلوسکوپ متصل گشت که شکل موج آن را به صورت زیر در صفحه اسیلوسکوپ مشاهده می‌گردد.



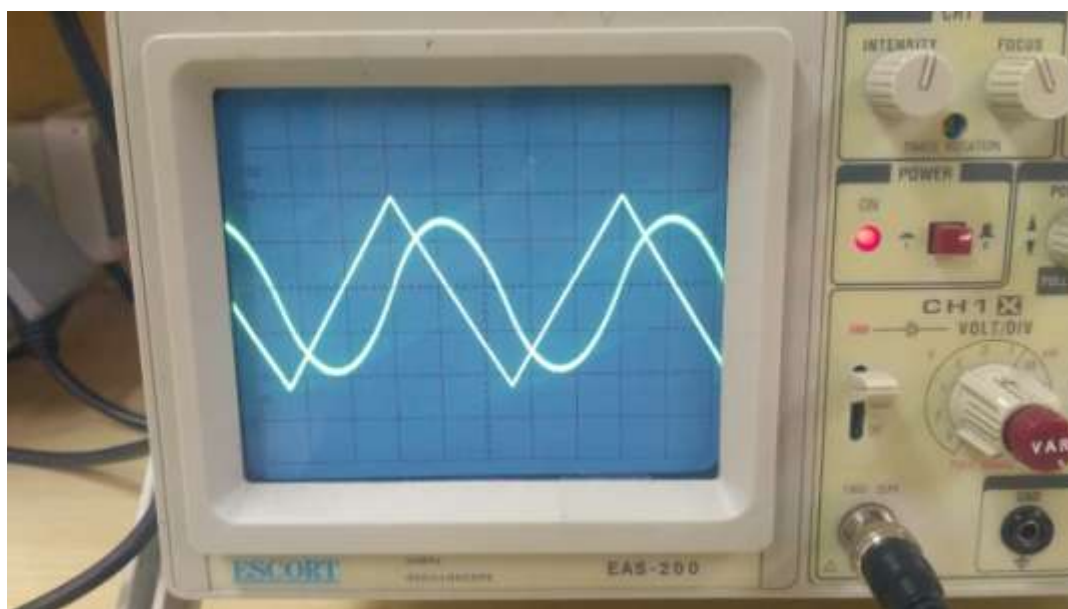
اختلاف فاز دو موج را به دست بیاورید (محاسبات را در گزارش کار وارد کنید)

پس از آن در مدار بالا، مقاومت مدار $R = 100K\Omega$ انتخاب شد که شکل موج آن به صورت زیر است. این بار نیز اختلاف فاز را به دست بیاورید و محاسبات خود را گزارش دهید.



- حال مقاومت $R = 100\Omega$ و $R = 100K\Omega$ را با یکدیگر مقایسه کنید و نتیجه گیری کنید.

آزمایش فوق با دادن یک موج دندانهای به جای سینوسی تکرار گشت که نتیجه آن به صورت زیر است. شکل موجهای ورودی و خروجی را در روی کاغذ میلیمتری رسم کرده و آنها را به تفکیک مشخص کنید. در مورد رابطه شکل موج خروجی با انتگرال شکل موج ورودی مختصراً توضیح دهید.



پرسش :

(۱) به کمک محاسبه نشان دهید که شکل موج خروجی انتگرال شکل موج ورودی می باشد و مداری که ترتیب داده بودید یک مدار انتگرال گیر می باشد.