

به نام خدا

گزارش کار آزمایشگاه مبانی مهندسی برق

آزمایش مدارهای RC

[www.ieuni.ir](http://www.ieuni.ir)



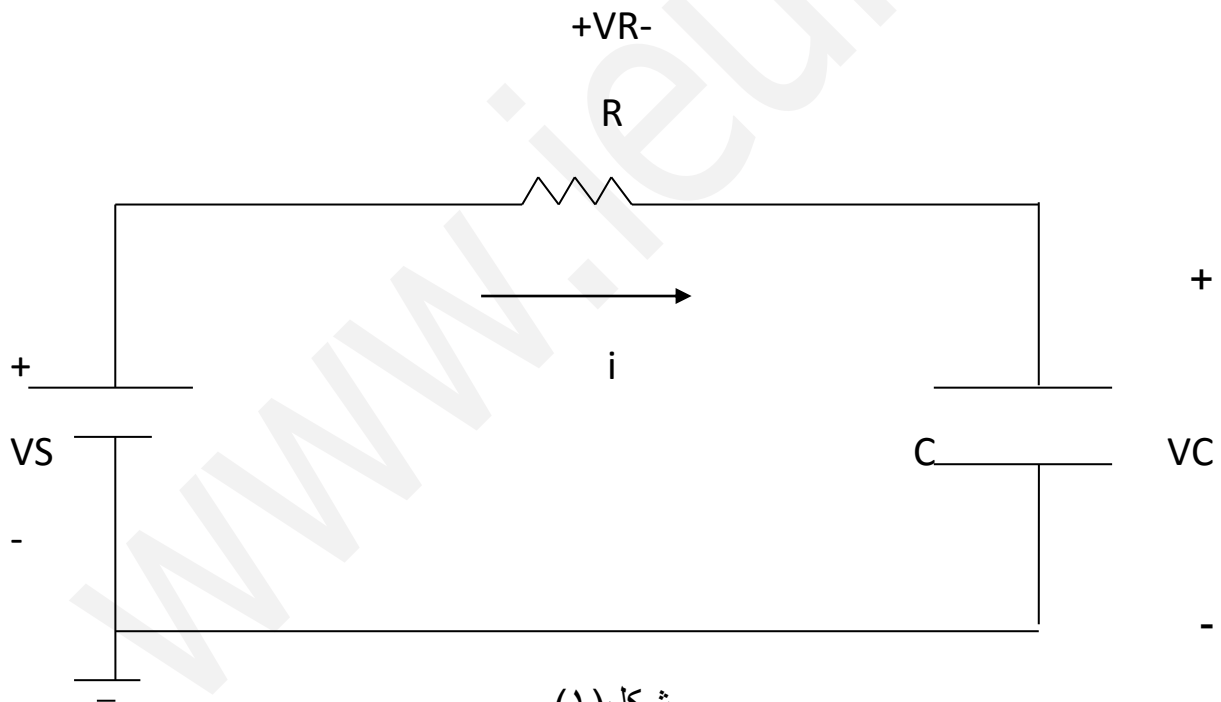
### هدف آزمایش:

می خواهیم شارژ و دشارژ خازن را در مدار ببینیم که به چه نحوی و با چه روابطی است.

ابتدا یک مدار به صورت زیر می بندیم و به یک منبع تغذیه وصل می کنیم

شارژ و دشارژ خازن در حد میکرو ثانیه است پس برای دیدن آن باید از یک اسیلوسکوپ استفاده کنیم. در جلوتر با این وسیله ونحوه ی کار آن آشنا می شویم.

منبع ورودی در اینجا به صورت دیسی نیست بلکه به صورت سیگنال مربعی است که بین ۲ مقدار تغییر می کند.



شکل (۱)

تفاوت سیگنال سینوسی و مربعی: سینوسی در هر لحظه مقدار دارد و کاملاً پیوسته است و متناوب است اما مربعی این گونه نیست.

اول ببینیم خازن چه رابطه‌ی شارژی دارد:

KVL در مدار شکل (۱):

$$V_S = R_i + V_c$$

$$i = c * dv/dt$$

$$q = cv$$

$$i = dq/dt = c * dv/dt + v * dc/dt$$

0

$$v_s = R_c * dv/dt + v_c$$

فرض کنیم:

$$V(s) = 5v$$

$$v_c(0) = 0$$

شارژ خازن:

$$V_c(t) = 5(1 - e^{-t/Rc})$$

دشارژ خازن:

فرض کنیم:

$$V_c(0) = 5v \quad v(s) = 0v$$

$$V_c(t) = 5e^{-t/Rc}$$

نکته: اگر بخواهیم خازن کاملاً شارژ شود و دشارژ شود پریود سیگنال باید به صورت زیر باشد.

$$T > 10Rc$$

**مثال)** فرض کنیم مقاومت یک اهم باشد و خازن یک نانوفاراد. فرکانس ورودی باید حداکثر چه قدر باشد تا خازن شارژ و دشارژ شود؟

$$\zeta = RC = 1 * 10^3 * 10^{-9} = 10^{-6}$$

$$f < 1/10\zeta \text{ ----- } f < 1/10 * 10^{-6} \text{ ----- } f < 10^{-5} \text{ ----- } f < 1000000$$

پس فرکانس حداکثر کمتر از ۱۰۰ کیلوهرتز باشد تا کاملاً شارژ و دشارژ شود.

نکته) هرچه قدر حاصل ضرب RC کوچکتر باشد زمان کمتر و خازن زودتر شارژ و دشارژ می شود.

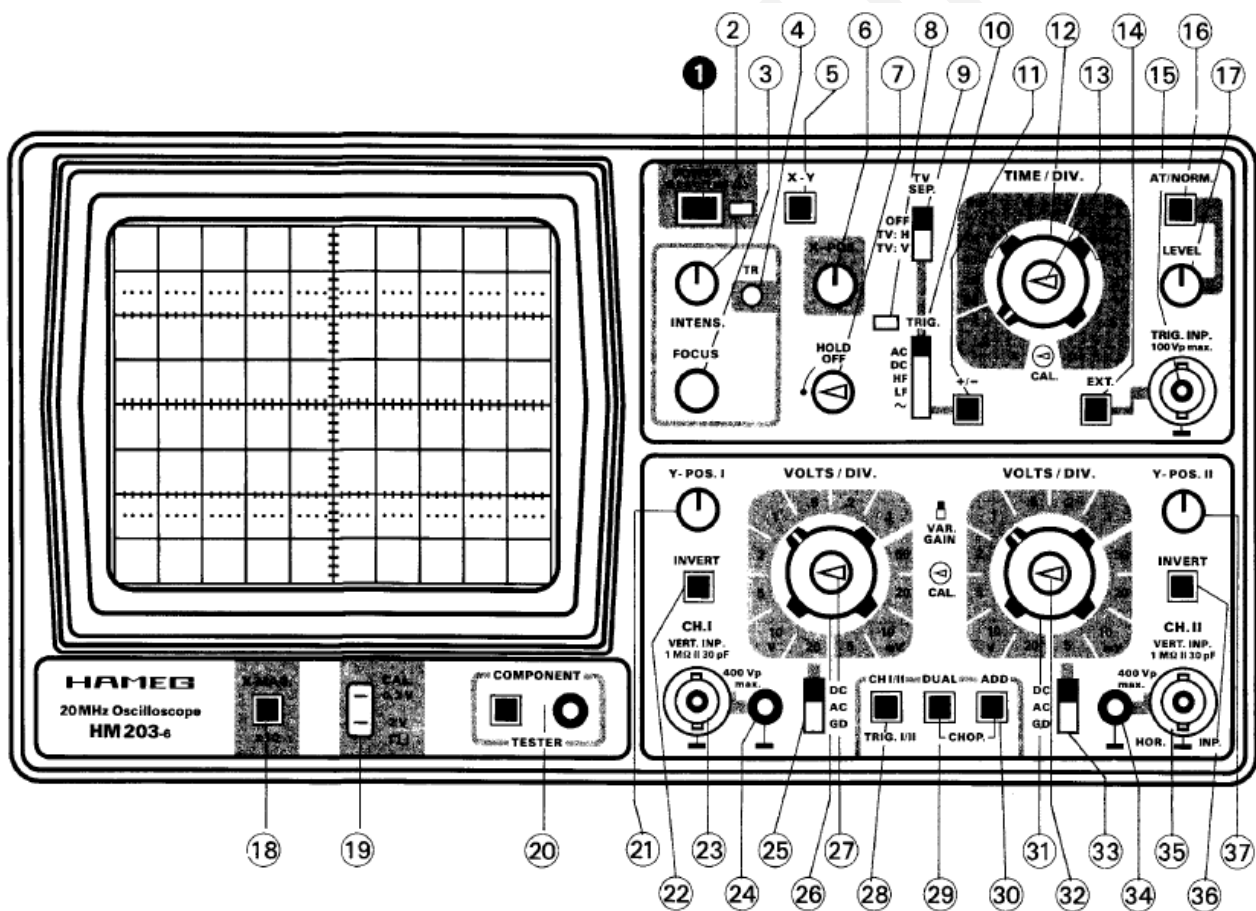
## آشنایی با اسیلوسکوپ:

در اسیلوسکوپ صفحه ی ما تقسیم شده به قسمت های مساوی که هر خانه نشان دهنده ی یک مقدار ولتی است که به وسیله ی کلید VOLT DIV تعیین می شود.

در این صفحه خانه عمودی برای اندازه گیری دامنه به کار می رود.

برای اندازه گیری یک پریود باید خانه های افقی یک سیکل را شمارش کرد و آن را ضربدر عددی که به وسیله ی کلید TIME مشخص شده بکنیم.

در شکل زیر اسیلوسکوپ را مشاهده می کنید توضیحات لازم با توجه به شماره ی مربوط به هر قسمت دستگاه در زیر آورده شده است:



۱-کلید اصلی دستگاه power on off :جهت روشن و خاموش کردن اسیلوسکوپ در کنار این کلید یک دیود نورانی وضعیت روشن یا خاموش بودن دستگاه را مشخص می کند.

۲-پیچ تنظیم شدت نور intens: جهت تنظیم میزان شدت نور اشعه جاروب کننده صفحه لامپ تصویر.

توجه: هنگام شروع کار با دستگاه این پیچ را در قسمت وسط قرار دهید.

۳-پیچ تنظیم focus: جهت تنظیم و متمرکز کننده ی اشعه ی جاروب کننده در صورتی که اشعه تنظیم نشده باشد منحنی های تشکیل شده روی صفحه ی لامپ پهن تر از معمول دیده میشوند.

۴-پیچ تنظیم TR: جهت افقی نمودن خط ground اسیلوسکوپ.

توجه: این پیچ توسط آچار دو سو تنظیم می گردد.

۵-کلید x...y: فشار دادن این کلید به داخل باعث می شود موج جاروب افقی لامپ اسیلوسکوپ به جای اسیلاتور موج دنداناره ای از کانال 2 در یافت شود.

۶-x-pos: جهت کنترل موقعیت موج در محور x ها .

توجه: هنگام شروع کار این پیچ را در وسط قرار دهید .

۷-پیچ Hold Off: جهت کنترل نمودن زمان بین موج دنداناره ای جاروب افقی به کار می رود.

۸-لامپ TRIG: اگر موج دنداناره ای جاروب افقی بتواند خود را با موج ورودی به کانال های ۱ و ۲ اسیلوسکوپ هم زمان نماید در این صورت تصویر بدون هیچ حرکتی تشکیل مش شود و لامپ TRIG نیز روشن می شود.

۹-کلید سه وضعیتی TVSEP: که دارای سه وضعیت به شرح زیر می باشد:

OFF: حالت کار عادی اسیلوسکوپ.

H:TV: جهت کار در قسمت های مربوط به پالس های هم زمانی افقی تلویزیون

V:TV: جهت کار در قسمت های مربوط به پالس های هم زمانی عمودی تلویزیون.

۱۰- کلید پنچ وضعیتی TRIG: این کلید جهت هم زمان کردن موج ورودی با موج دنداناره  
اره ای داخل اسیلوسکوپ به کار می رود و دارای پنچ وضعیت به شرح زیر می باشد:

AC: برای تریگر کردن موج AC

DC: برای تریگر کردن موج DC

HF: برای تریگر کردن موج HF

LF: برای تریگر کردن موج LF

~~~~~  
حالت تریگر خط داخلی

۱۱- کلید +/-: جهت انتخاب شیب سیگنال نمایش داده شده.

+ : شروع موج با سه بالا روند (نیم سیکل مثبت)

- : شروع موج با سه پایین روند (نیم سیکل منفی)

۱۲- کلید سلکتور Time/Div: جهت تنظیم فرکانس موج دنده اره ای جاروب افقی دارای  
رنج های  $\mu s$  الی ثانیه.

۱۳- پیچ تنظیم  $\odot$ : این پیچ در قسمت مرکزی سلکتور Time/Div قرار دارد و برای  
تنظیم نهایی فرکانس موج دنده اره ای جاروب افقی به کار می رود.

توجه: این پیچ در حالت کار عادی  $\odot$  قرار گیرد.

۱۴- کلید Ext: جهت انتخاب حالت تریگر نمودن موج در حالت خارج به وسیله ی موج  
داخلی تر حالت داخل به وسیله ی موج خارجی تریگر می شود.

۱۵- اتصال *TRIGINP*: جهت اعمال موج تریگر خارجی برای اعمال موج تریگر خارجی کلید شماره ۱۴ باید در حالت داخل باشد.

۱۶- کلید *AT/NORM*: جهت انتخاب حالت اتوماتیک یا نرمال تریگر، کلید در حالت خارج تریگر اتوماتیک می باشد و در حالت داخل باشد عمل تریگر توسط پیچ شماره ۱۷ انجام میشود.

۱۷- پیچ *LEVEL*: در صورتیکه کلید ۱۶ در حالت داخل باشد عمل تریگر توسط این پیچ انجام میشود.

۱۸- *X-Mag\*10*: توسط فشار دادن این کلید موج نمایش داده شده در جهت محور *x*ها، 10 برابر انبساط پیدا میکند و برای اندازه گیری فرکانس تا 50HTZ به کار می رود.

۱۹- اتصال *CAL 0.2V-2V*: عمل کنترل کالیبراسیون اسیلوسکوپ را انجام میدهد.

۲۰- کلید ژاک *Component tester*: این کلید در حالت کار عادی باید در وضعیت خارجی قرار گیرد در صورتی که این کلید فشار داده شود خطی افقی روی صفحه اسیلوسکوپ ظاهر میشود و در صورت وصل نمودن ژاک مربوط به زمین این خط تبدیل به خط عمودی میشود.

۲۱- پیچ *y-pos-1*: جهت کنترل عکودی تصویر کانال ۱


۲۲- کانال *Invert Ch1*: با فشار دادن این کلید موج نمایش داده شده روی صفحه معکوس می شود.

۲۳- اتصال *CH-1*: ورودی کانال ۱ با امپدانس داخلی  $30PF || 1M\Omega$ .

۲۴- اتصال (ژاک) زمین: این اتصال از داخل به زمین دستگاه متصل میباشد.



۲۵- کلید AC/DC/GD: به وسیله این کلید حالت کار دستگاه به شرح زیر تعیین میگردد.  
AC: در این حالت مقدار موج DC حذف شده و تنها مقدار AC نمایش داده می شود.  
DC: در این حالت هم مقدار DC هم مقدار AC نمایش داده می شود.  
GD: در این حالت یک خط مستقیم بر روی صفحه اسیلوسکوپ ظاهر میشود.  
۲۶- کلید سلکتور Volts/Div: جهت تنظیم دامنه موج نمایش داده شده روی صفحه لامپ تصویر اسیلوسکوپ می باشد.


۲۷- پیچ : این پیچ در قسمت مرکزی سلکتور Volts/Div قرار دارد برای افزایش رنج اندازه گیری ولتاژ به کار می رود.

۲۸- کلید CH/ I II: جهت انتخاب کانال ورودی به کار میرود. در حالت خارج کانال I در حالت داخل کانال II نمایش داده می شود.

۲۹- کلید Dual: در صورتیکه این کلید در حالت خارج باشد تنها موج یک کانال بسته به حالت کلید ۲۸ نمایش داده میشود و در حالت داخل هر دو موج روی صفحه ظاهر میشوند.

۳۰- کلید ADD: توسط این کلید میتوانیم موجهای ورودی به کانالهای I II را روی صفحه نمایش با هم جمع جبری کنیم.

۳۱- کلید سلکتور VOTS/Div: مانند کلید شماره ۲۶ است.

۳۲- پیچ تنظیم : طرز عمل این پیچ مانند پیچ شماره ۲۷ است.

۳۳- کلید AC /DC/GD: طرز عمل این پیچ مانند پیچ شماره ۲۵ است.

۳۴- اتصال (ژاک) زمین: این اتصال در در شماره ۲۴ توضیح داده شده است.

۳۵- اتصال CH- II: ورودی کانال II با امپدانس  $30PF || 1M\Omega$

۳۶- کلید Invert CH-II: جهت مولکولی کردن موج نمایش داده شده کانال II

۳۷- کلید  $\gamma$ -post II: جهت کنترل عمودی تصویر کانال II

## مدار RC :

رابطه مدار RC به صورت زیر می باشد . که در آن به جای  $t$  ، RC قرار داده ایم تا ولتاژ مدار را در این لحظه بدست آورده و از روی مقدار آن در نمودار ، زمان را در آن ولتاژ بخوانیم :

$$\frac{q}{C} = \varepsilon(1 - e^{-t/RC}) \Rightarrow \frac{q}{C} = \varepsilon(1 - e^{-RC/RC}) \Rightarrow \frac{q}{C} = \varepsilon(1 - e^{-1}) \Rightarrow V(v) = \varepsilon(1 - e^{-1})$$

که در آن  $q$  بار خازن ،  $C$  ظرفیت خازن و  $\varepsilon$  نیروی محرکه مدار است که محدوده تغییر آن ۱۰ ولت است.

$$\varepsilon = 10(v) \Rightarrow V = 10(1 - e^{-1}) \approx 6/32(v)$$

با توجه به مدار شکل (۱) :

خازن  $0.22$  میکرو فاراد، منبع  $V_s(t)$  یک منبع مربعی با دامنه  $4$  ولت و فرکانس  $1$  کیلو هرتز انتخاب شود.

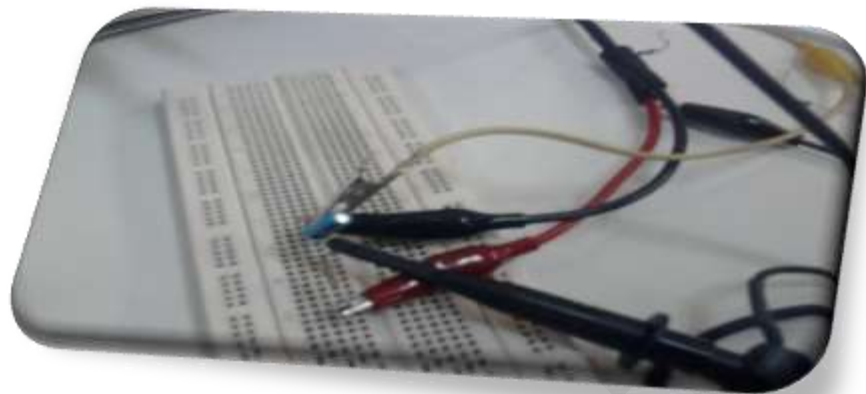
وسایل مورد نیاز: اسیلوسکوپ و پراب - مقاومت - فانکشن ژنراتور - منبع ولتاژ DC متغیر - خازن - مولتی متر دیجیتال  
شکل زیر یک فانکشن ژنراتور را نشان می دهد.



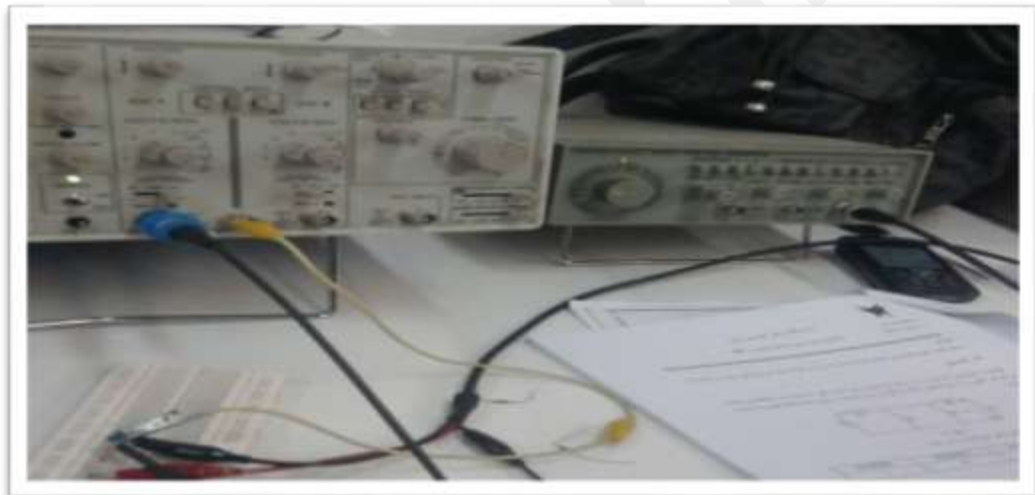
شرح آزمایش:

هدف در این آزمایش بدست آوردن منحنی های شارژ و دشارژ خازن است.

شکل موج دو سر  $R$  و  $C$  را به ازای مقادیر مختلف  $R=0\Omega$ ،  $R=100\Omega$ ،  $R=500\Omega$  و  $R=1000\Omega$  روی اسیلوسکوپ مشاهده کرده و شکل یک پرپود کامل آن را در دستگاه مختصات مناسبی رسم کنید. دقت کنید که ولتاژ دوسر  $C$  در بعضی حالات شبیه به انتگرال موج ورودی است. شرط لازم برای آن که این مدار انتگرال گیر باشد را ثابت کرده و این مطلب را روی منحنی های ترسیم شده نشان دهید.



مقاومت و خازن به کیت و وصل کردن آن توسط کروکدیل و سیم ها به اسیلوسکوپ و ژنراتور وصل می شود.



برای انجام آزمایش ابتدا دو سر خازن را اتصال کوتاه می کنیم و سپس مدار اول را در حالی که منبع جریان خاموش است وصل می کنیم. همزمان با روشن کردن منبع زمان را اندازه می گیریم و ولتاژ را در فواصل زمانی معین می خوانیم.

می دانیم که در یک مدار RC ولتاژ دوسر خازن در حالت شارژ و دشارژ به ترتیب از روابط زیر به دست می آیند:

$$V_C = V_B(1 - e^{-t/\tau})$$

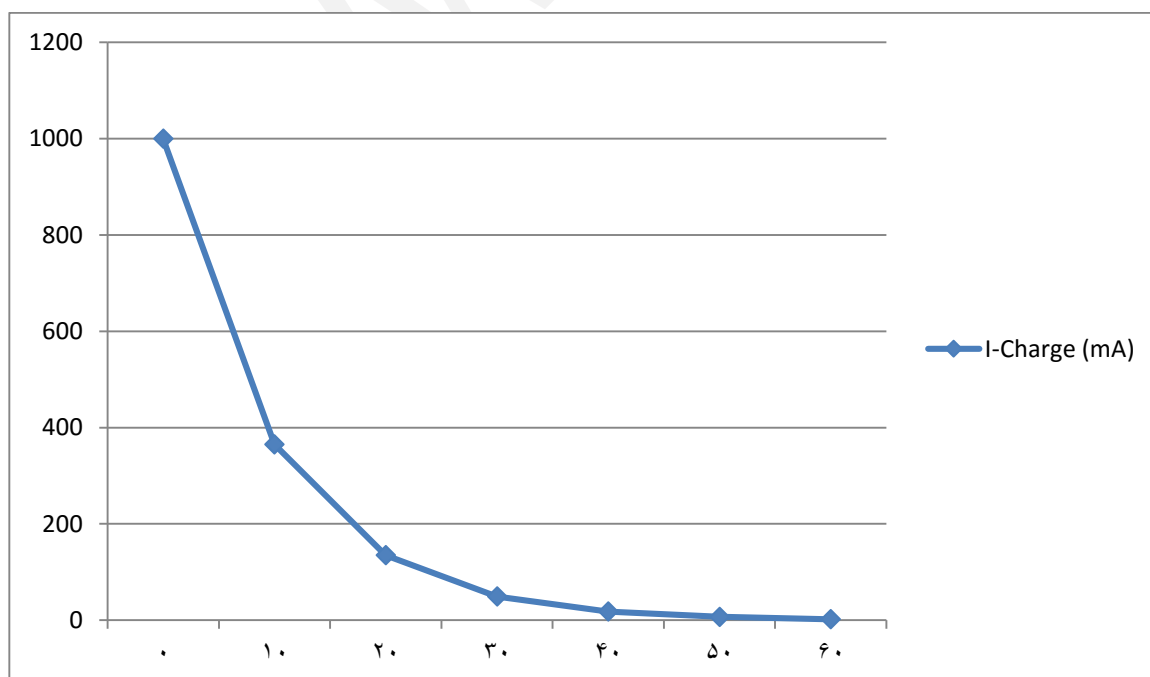
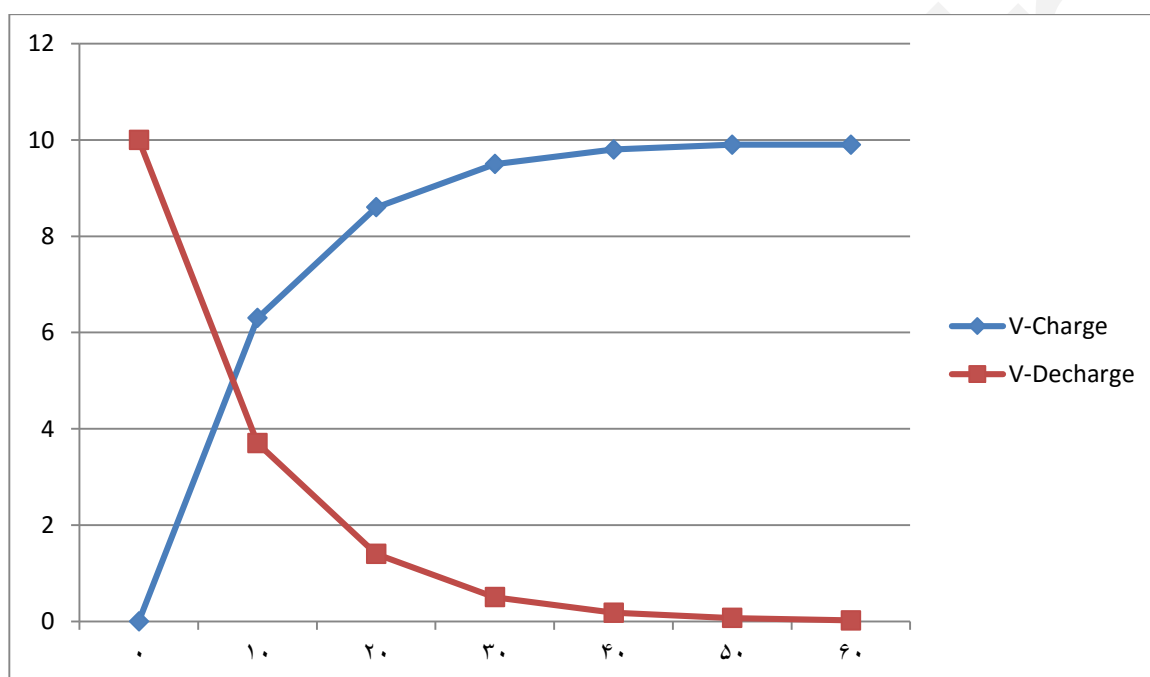
$$V_C = V_B e^{-t/\tau}$$

که در آنها T ثابت زمانی مدار و برابر RC است.

با توجه به این روابط یک خازن پس از گذشت ثابت زمانی خود تا حدود 63% ولتاژ نهایی خود شارژ می شود. با گذشت 5 ثابت زمانی خازن تقریباً شارژ شده است. بنابراین مدت زمانی که باید در این مدار صبر کنیم تا خازن شارژ گردد به صورت زیر محاسبه می شود:

$$t_{final} = 5\tau = 5 * RC = 50 \text{ sec.}$$

بنابراین منحنی های شارژ و دشارژ به صورت زیر خواهند بود:

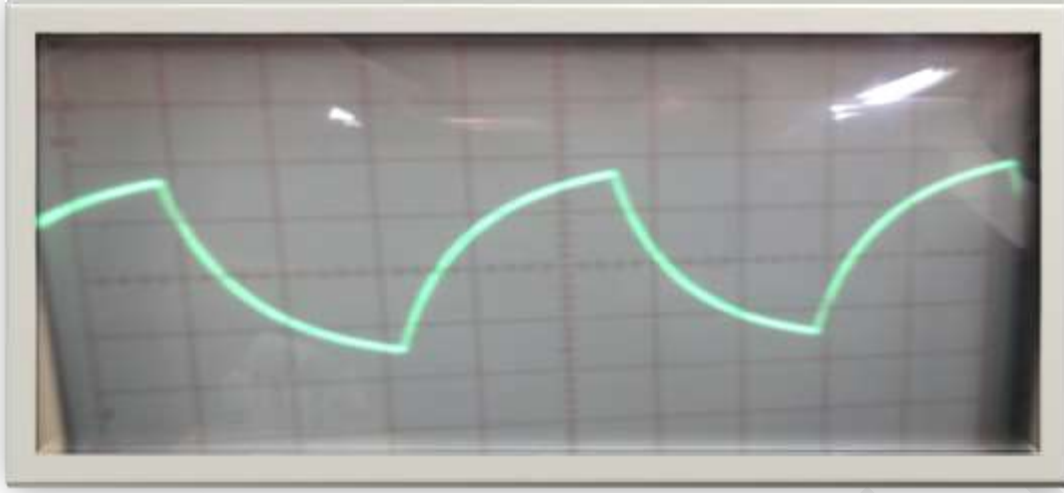




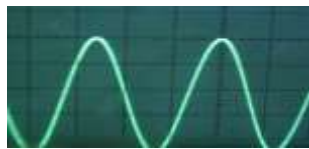

## الف – اندازه گیری فرکانس :







ابتدا اتصالات لازم را بین اسیلوسکوپ ، ژنراتور و ولت متر ها برقرار کردیم و سپس سرعت جاروب کردن مربع ها ( واحد های ) اسیلوسکوپ را  $1\text{ms}$  تنظیم کردیم . سپس فرکانس سیگنال خروجی از ژنراتور را  $200\text{ Hz}$  قرار داده و از روی شکل نمودار نمایش داده شده در صفحه نمایش اسیلوسکوپ ، دوره تناوب سیگنال را با توجه به فاصله دو قله متوالی از هم اندازه گرفته و با معکوس کردن دوره تناوب ، بسامد نمایش داده شده در اسیلوسکوپ را محاسبه کردیم و این کار را برای  $10$  فرکانس مختلف هر بار با اضافه کردن  $100\text{ Hz}$  به بسامد قبلی انجام داده و نتایج را یادداشت کردیم.

جدول فرکانس های ژنراتور و نتایج بدست آمده از اندازه گیری ها روی اسیلوسکوپ به همراه نمودارهای مربوطه:





| فرکانس ژنراتور<br>(Hz) | فرکانس اسیلوسکوپ (Hz) | شکل امواج                                                                            |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 200                    | $1000 / 5.1 = 196.08$ |  |
| 300                    | $1000 / 3.4 = 294.12$ |  |
| 400                    | $1000 / 2.6 = 384.62$ |  |
| 500                    | $1000 / 2 = 500$      |  |

|      |                        |                                                                                      |
|------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 600  | $1000 / 1.7 = 588.24$  |    |
| 700  | $1000 / 1.5 = 666.67$  |    |
| 800  | $1000 / 1.3 = 769.23$  |    |
| 900  | $1000 / 1.1 = 909.09$  |   |
| 1000 | $1000 / 1 = 1000$      |  |
| 1100 | $1000 / 0.9 = 1111.11$ |  |

نکته : برای خواندن فرکانس از اسیلوسکوپ استفاده می کنیم. اما کم و زیاد شدنش توسط اسیلوسکوپ انجام نمی شود.

نکته: هر اسیلوسکوپ ۲ کانال دارد یعنی ۲ موج را میتواند هم زمان نشان دهد. , (CH1  
CH2)



www.ieuni.ir