



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه تربت حیدریه

آموزش نرم افزار الکترونیک ورک بنچ (ELECTRONICS WORK BENCH)

تهیه و تنظیم:

محمد باقر کالاشی

mbkalashi@gmail.com

Kalashibagher@yahoo.com

به نام نردان پاکبی

فهرست مطالب

۳	مقدمه
		فصل اول :
۴	آموزش نرم افزار EWB
		فصل دوم :
۱۳	مدارات DC
		فصل سوم :
۲۴	مدارات AC

مقدمه :

چندین مدل نرم افزاری در علم الکترونیک وجود دارد که گروه اول شبیه سازی کامپیوتری را برای طراحی و آنالیز مدارها فراهم می کند که میتوان به EWB، PSPICE، CIRCUIT MAKER، PROTEUS و اشاره کرد که EWB و PROTEUS دقیقاً به مانند یک آزمایشگاه مجازی می باشد و اغلب دستگاه های اندازه گیری از جمله اهم متر دیجیتالی ، اسیلوسکوپ ، لاجیک آنالیزر و را دارا می باشد.

گروه دوم نرم افزارهای طراحی فیبر مدار چاپی می باشد که معروفترین آنها PROTEL ، PROTEUS ، ORCAD و ... می باشد.

گروه دیگر مربوط به تست میکرو کنترلرها می باشد که شاخص آنها PROTEUS می باشد.

گروه آخر نرم افزارهای اتوماسیون می باشند که کنترل مانیتورینگ را انجام می دهند که میتوان به LABVIEW ، WINCC و اشاره کرد که برای یادگیری این گروه ابتدا نیاز به یادگیری PLC است.

برای دریافت آخرین نسخه های نرم افزارهای کامپیوتری و اندرویدی تخصصی برق به همراه آموزش به

وبلاگ انجمن برق دانشگاه تربت حیدریه به آدرس زیر مراجعه فرمایید:

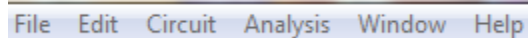
<http://feut-h.blog.ir>

فصل اول : آموزش نرم افزار EWB

آشنایی با نوار منوها در EWB

نوار منوها در اکثر نرم افزارها مشابه می باشند که در اینجا قصد داریم شما را بطور کامل با آنها آشنا کنیم.

نوار منو در EWB شامل FILE، EDIT، CIRCUIT، ANALYSIS، WINDOW و HELP می باشد.



لازم بذکر است که هر منو خود از چند زیر منو تشکیل شده است که به تشریح آنها می پردازیم.

منوی FILE:

این منو از چند زیر منو تشکیل شده است که مهمترین آنها عبارتند از :

NEW، OPEN، SAVE، PRINT و

File	Edit	Circuit	Analysis	Window
New				Ctrl+N
Open...				Ctrl+O
Save				Ctrl+S
Save As...				
Revert to Saved...				
Import...				
Export...				
Print...				Ctrl+P
Print Setup...				
Exit				Alt+F4
Install...				
Export to PCB				
Import from SPICE				
Export to SPICE				

تمام زیر منوهای FILE در شکل بالا دیده می شوند

:NEW

وقتی در طراحی نیاز به صفحه جدیدی داریم از این گزینه استفاده می کنیم .

:OPEN

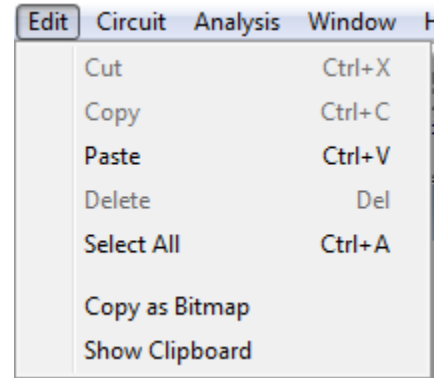
برای فراخوانی مداراتی که قبلاً ذخیره شده اند از این قسمت استفاده می کنیم.

:SAVE: وقتی مداری را طراحی کرده، برای ذخیره کردن آن در کامپیوتر از این گزینه استفاده می کنیم.

:EDIT منوی

این منو از چند زیر منوی تشکیل شده است که مهمترین آنها عبارتند از :

CUT ، COPY ، PASTE ، DELETE و



تمام زیر منوی های EDIT در شکل بالا نشان داده شده اند .

: COPY

اگر قطعه ای را بخواهیم کپی کنیم ابتدا بر روی آن کلیک می کنیم تا قرمز رنگ شود سپس بر روی کپی کلیک می کنیم.

: PASTE

برای منتقل کردن قطعه کپی شده بر روی صفحه کار از این گزینه استفاده می کنیم.

: CUT

برای برداشتن قطعه از روی میز کار از این گزینه استفاده می کنیم ولی می توان با کلیک بر روی گزینه PASTE دوباره آن را به روی میز کار انتقال داد.

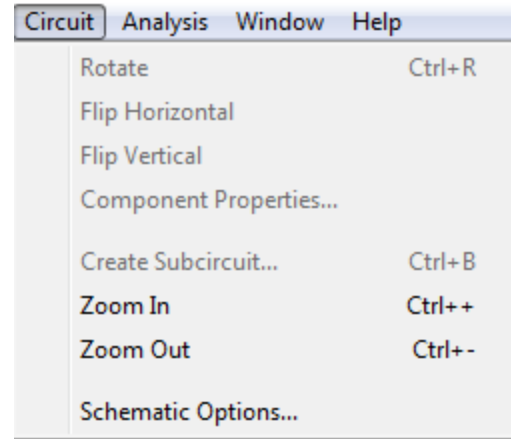
: DELETE

برای پاک کردن یک قطعه از روی صفحه کار ابتدا بر روی آن کلیک کرده تا قرمز رنگ شود سپس بر روی DELETE کلیک می کنیم تا قطعه پاک شود.

: CIRCUIT منوی

این منو از چند زیر منو تشکیل شده است که مهمترین آنها عبارتند از :

ZOOM OUT ، ZOOM IN ، FLIP HORIZONTAL ، FLIP VERTICAL ، ROTATE و.... می باشد.



: ROTATE

برای چرخش قطعات به اندازه ۹۰ درجه ، ابتدا بر روی قطعه کلیک کرده تا قرمز رنگ شود سپس بر روی ROTATE کلیک می کنیم.

: FLIP VERTICAL

برای قرینه کردن قطعات نسبت به محور عمود ابتدا بر روی قطعه کلیک می کنیم سپس بر روی FLIP VERTICAL تا عمل قرینه شدن نسبت به محور عمود انجام شود.

: FLIP HORIZONTAL

برای قرینه کردن قطعات نسبت به محور افقی ابتدا بر روی قطعه کلیک می کنیم سپس بر روی FLIP HORIZONTAL تا عمل قرینه شدن نسبت به محور افق انجام شود .

: ZOOM IN

با هر بار کلیک بر روی این گزینه بزرگنمایی قطعه یا صفحه نمایش افزایش پیدا می کند.

: ZOOM OUT

با هر بار کلیک بر روی این گزینه بزرگنمایی قطعه یا صفحه نمایش کاهش پیدا می کند.

: HELP منوی

منوی HELP همواره شامل اطلاعاتی درباره چگونه کار کردن با نرم افزار است اگر خواستید درباره قطعه اطلاعاتی بدست آورید ابتدا بر روی قطعه کلیک کرده تا قرمز رنگ شود سپس بر روی HELP کلیک کرده تا اطلاعات مربوط به آن بر روی صفحه نمایش ظاهر شود.

تذکر: به طور کامل طرز استفاده از کلید های میانبر را فرا گرفته تا کار با EWB و سایر نرم افزارها بر شما آسان گردد.

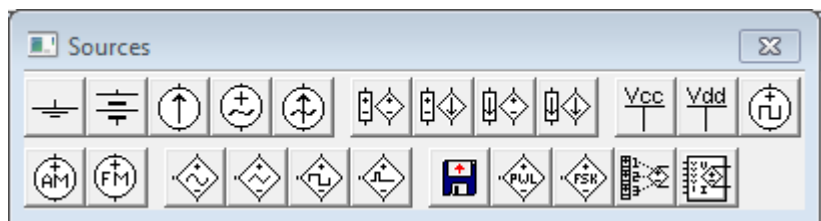
آشنایی با نوار قطعات و ابزار در EWB :



تمام المان ها و قطعات و ابزار های آزمایشگاهی موجود در EWB در شکل فوق مشاهده می شود که به توضیح همه آنها می پردازیم .

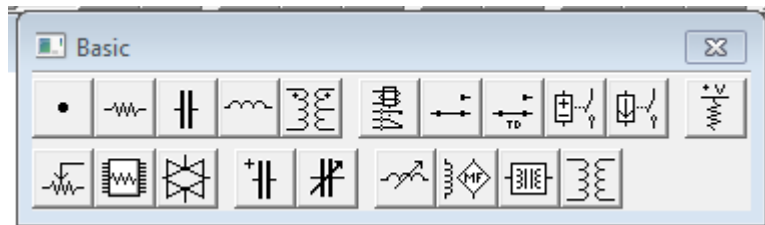
: SOURCES 

که شامل تمام منابع ولتاژ ، جریان می باشد برای انتقال منابع به میز کار کافی است که آن را به میز کار منتقل کنیم که این با کشیدن قطعه به میز کار انجام می شود.



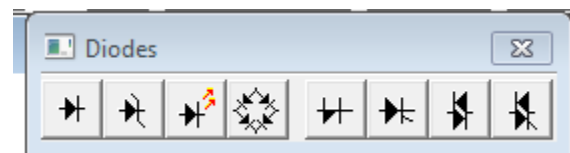
: BASIC (پایه) 

تمام قطعات پایه و کاربردی الکترونیک در این منو وجود دارد که شامل مقاومت، خازن، سلف و ... می باشد که چگونگی کاربرد آن به موقع توضیح داده خواهد شد بر روی آن کلیک کنید تا تمام المان های آن را مشاهده کنید.



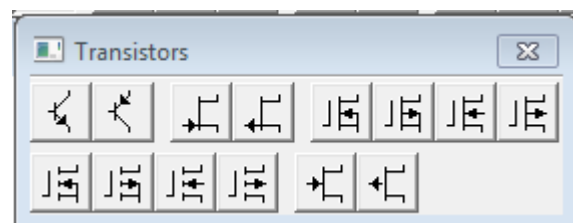
DIODES (دیودها)

تمام دیودها در این منو وجود دارد از جمله دیود زنر، معمولی، پل دیود و ... را میتوان اشاره کرد بر روی آن کلیک کنید تا المان های آن را مشاهده کنید.



TRANSISTORS (ترانزیستورها)

این منو شامل تمام ترانزیستورها می باشد که می توان به ترانزیستور های JFET، BJT و ... اشاره کرد بر روی آن کلیک کنید تا تمام المان های موجود در آن را مشاهده کنید.

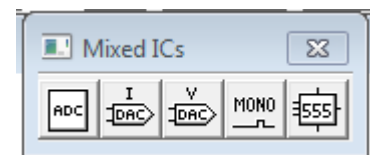


ANALOG ICS

با کلیک بر روی این گزینه می توان به انواع تقویت کننده های عملیاتی OPAMP ، PLL و ... دسترسی پیدا کرد.

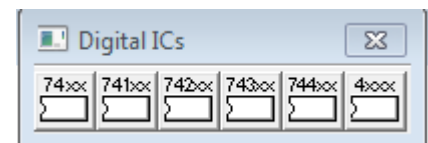
MIXED ICS

با کلیک بر روی این گزینه میتوان به انواع مبدل های ADC ، DAC ، آی سی های ۵۵۵ و ... دسترسی پیدا کرد.



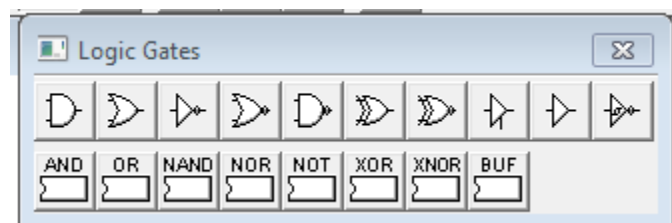
DIGITAL ICS (آی سی های دیجیتال)

اگر می خواهید انواع آی سی های TTL و CMOS دسترسی پیدا کنید بر روی این گزینه کلیک کنید.



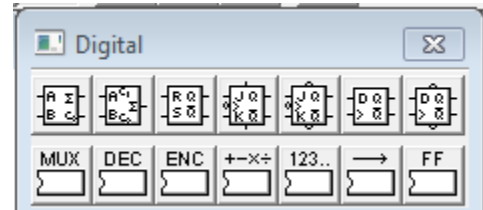
LOGIC GATES (گیت های منطقی)

گیت های AND ، OR ، NOT ، NAND و ... در این گزینه یافت می شود.

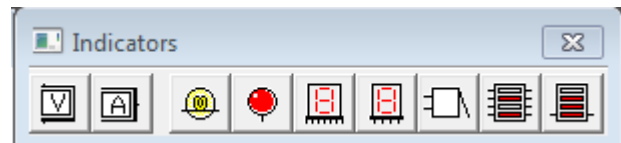


DIGITAL 

برای دسترسی به انواع فلیپ فلاپ، آی سی های شمارنده، دیکودرها و ... بر روی این گزینه کلیک کنید.

INDICATORS 

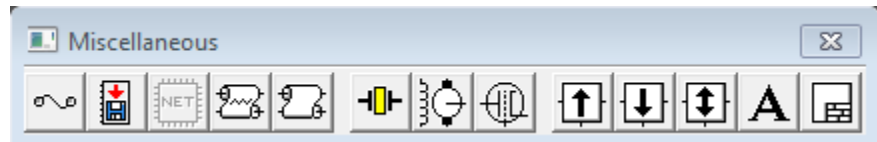
برای دسترسی به آمپر متر، ولت متر، لامپ، سون سگمنت معمولی و به این منوی رجوع کنید.

CONTROLS 

برخی از توابع کنترلی، از جمله مشتق گیر، انتگرال گیر، جمع کننده، ضرب کننده و ... را در این منوی می توان یافت.

MISCELLANEOUS 

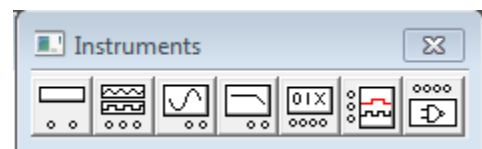
فیوز، کریستال، موتور DC و در این منویافت می شود.



INSTRUMENTS

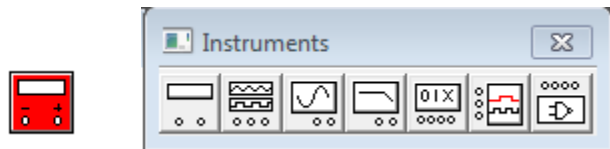
این منو به واقع ابزار آلات یک آزمایشگاه مجازی را برای کاربر فراهم می کند. ابزاری که در این منو یافت می شود عبارتند از:

مولتی متر، فانکشن ژنراتور، اسیلوسکوپ، بودپلاتر، ورد ژنراتور، لاجیک آنالیزر، لاجیک کانورتر



فصل دوم : مدارات DC

در این فصل هدف آشنایی شما با یک سری از مدارات DC و ابزار مرتبط با آن می باشد که در ابتدا به سراغ مولتی متر و در ابتدا به سراغ اهم متر آن می رویم بر روی Instrument کلیک کنید و مولتی متر را بر روی صفحه نمایش بیاورید شکل اول از سمت چپ مولتی متر می باشد.



برای آشنایی بیشتر شما با مولتی متر و کاربرد آن به مثال زیر توجه کنید لازم بذکر است شما در این مثال با نامگذاری و مقدار گذاری المانها نیز آشنا خواهید شد.

مثال :

در این مثال می خواهیم نحوه اندازه گیری مقاومت معادل (total) چند مقاومت را که بصورت سری قرار گرفته اند را بدست آوریم .

المان های لازم :

۱- مقاومت های ۲,۲k

۲- مقاومت ۱,۸k

۳- مقاومت ۵,۶k

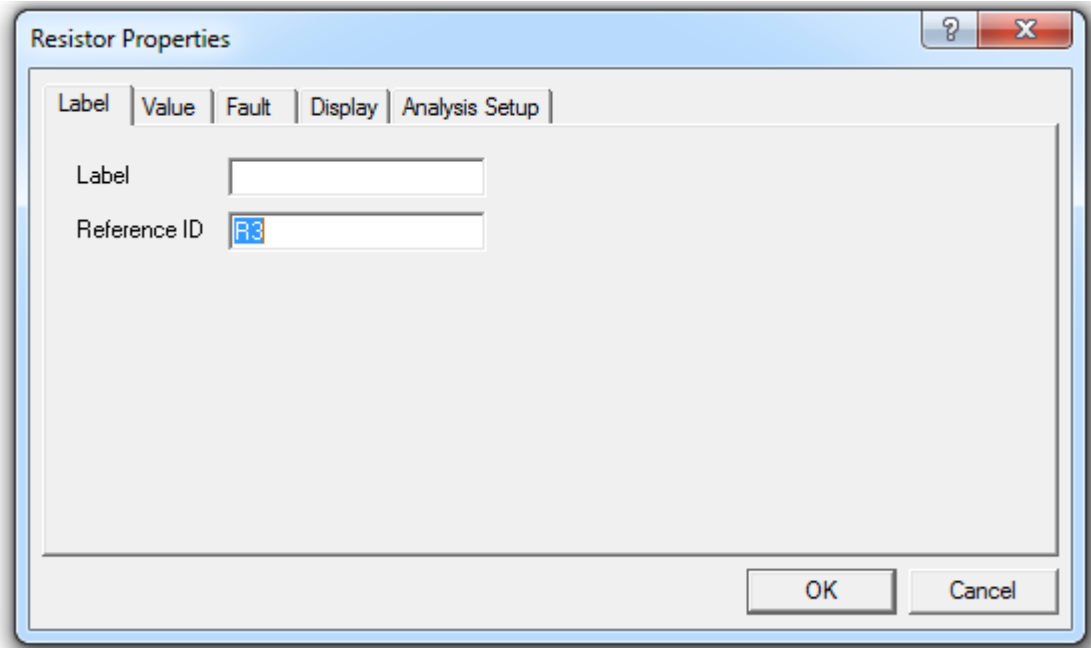
۴- ولت متر

حل : برای آوردن مقاومت بر روی میز کار کافی است بر روی منوی basic کلیک کنید و مقاومت را با ثابت نگه داشتن کلیک چپ و کشیدن به مکان دلخواه تثبیت کنید سه عدد مقاومت مثل شکل پایین بر روی صفحه کار بیاورید همانطور که می بینید مقاومت ها بطور پیش فرض ۱k هستند

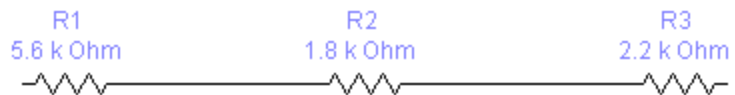


حال نوبت آن است که مقادیر دلخواه را با نام دلخواه بر روی مقاومت اعمال کنیم پس بر روی مقاومت ۲ بار کلیک کرده تا کادر RESISTOR PROPERTIES مطابق شکل زیر باز شود:

حال در کادر باز شده در منوی Value و در قسمت Resistance(R) مقدار دلخواه را وارد کنید بعد از این که مقدار تعیین شده در مثال را انجام دادید بر روی منوی Label کلیک کنید.



حال در قسمت **Label** نام دلخواه را وارد کنید مثلاً **R1** و این روند برای بقیه المان ها به همین صورت است حال قطعات را با نام دلخواه و مقادیر تعیین شده مرتب کنید و برای وصل کردن قطعات کافی است اشاره گر ماوس را در یک سمت مقاومت قرار داده و وقتی یک نقطه توپر ایجاد شد آن را به سمت مقاومت دیگر کشیده تا نقطه توپری ایجاد شود و در این حالت دست را در حالت کلیک چپ قرار می دهیم.



حال در اینجا به توضیح مولتی متر می پردازیم بر روی مولتی متر کلیک کنید تا مطابق شکل زیر نمایش داده شود.



همانطور که در شکل بالا می بینید مولتی متر از چهار قسمت تشکیل شده است از چپ به راست بترتیب آمپر متر ،



ولت متر ، اهم متر و افت ولتاژ بر حسب دسی بل می باشد .

و ۲ گزینه زیر آنها برای انتخاب کردن در حالت dc,ac می باشد که اولی از سمت چپ ac و دومی dc می باشد.

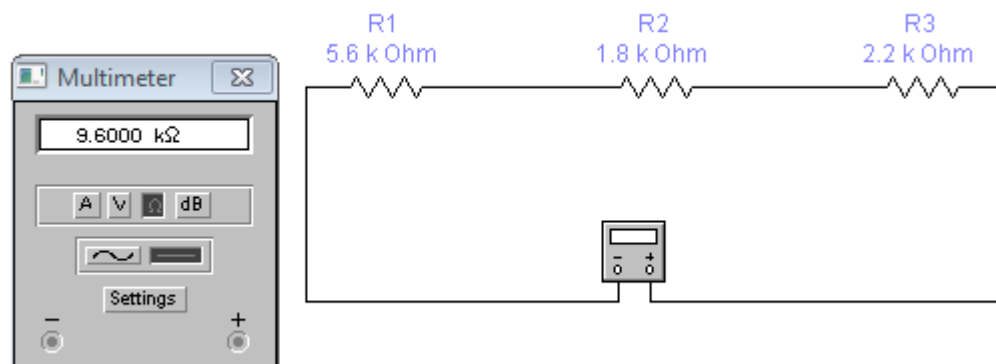


و setting برای تنظیمات است که در قسمت اهم متر نیازی به آن نداریم .

حال اهم متر مطابق شکل به مدار وصل کنید و بر روی مولتی متر کلیک کنید و در شکل باز شده تنظیمات را انجام

دهید یعنی در حالت dc و اهم متر قرار داده و برای شروع کار شبیه سازی کافی است بر روی طرف یک دکمه

Activate simulation که در بالا سمت راست قرار دارد کلیک کنید تا شبیه سازی انجام شود



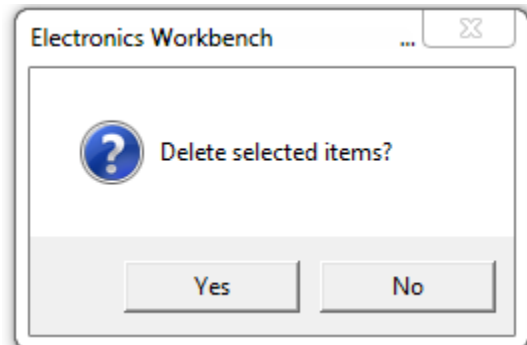
همانطور که مشاهده می کنید مقدار ۹,۶k بدست آمد که بدون شبیه سازی هم کار راحتی است ولی با یک مثال

مشکل تر ، اهمیت شبیه سازها بر ما روشن می شود.

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 = 1,8 + 2,2 + 5,6 = 9,6$$

تذکره: از کلید میانبر **Ctrl + R** برای **Rotate** کردن قطعات استفاده کنید.

برای پاک کردن یک المان کافی است فقط یک بار بر روی آن کلیک کنید و سپس با فشردن delete با پرسشی مشابه زیر مواجه می شویم حال بر روی yes کلیک کرده قطعه پاک می شود.



مثال :

در این مثال که مشکل تر از مثال قبلی است اهمیت شبیه سازها را در دنیای امروز الکترونیک بر ما روشن می کند.

المان های لازم :

۱- مقاومت ۲,۲K ۲ عدد

۲- مقاومت ۵,۶ ۲ عدد

۳- مقاومت ۱,۸K

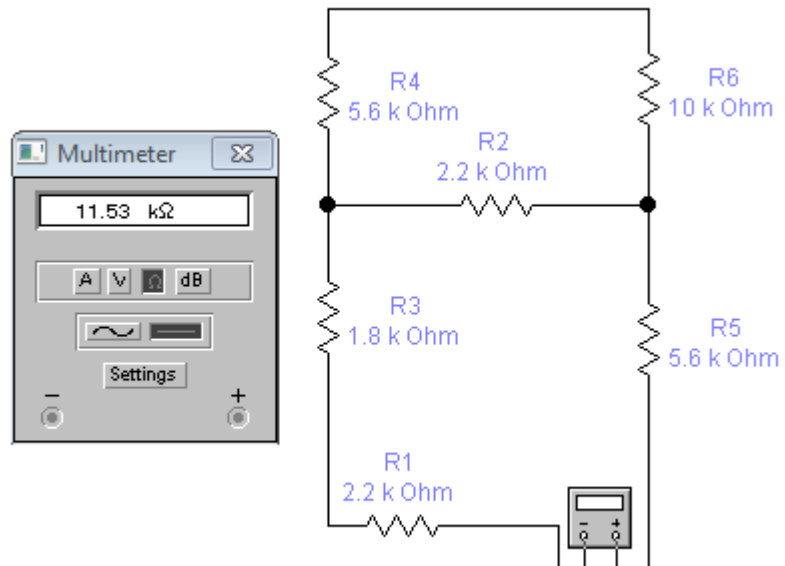
۴- مقاومت ۱۰K

۵- مولتی متر

المان ها را بر روی میز کار آورده و آنها را بطور کامل مرتب کنید می توان بر روی قطعات یک بار کلیک کرده تا قرمز رنگ شوند سپس با کلیک چپ ماوس ، آنها را به هر طرف که دلمان خواست ببریم قطعات را اگر خواستیم بطور عمودی قرار دهیم بر روی آن کلیک کرده تا قرمز رنگ شود سپس با کلید های (Ctrl + R) آنها را می چرخانیم.

حال مولتی متر را به روی میز کار آورده و سپس بر روی آن کلیک می کنیم و تنظیمات مربوطه را از جمله حالت dc، اهم متر انجام می دهیم. حال بر روی کلید activate simulation کلیک کرده تا شبیه سازی انجام شود.

نکته: کلید pause شبیه سازی را بطور موقت قطع می کند.

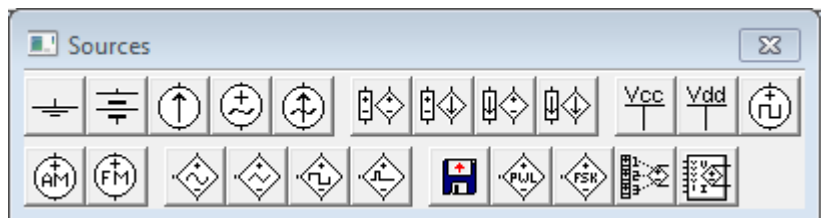


نتیجه را در بالا مشاهده می کنید و حتماً با من موافقت کنید که محاسبات آن کمی پیچیده است و شبیه سازها کار من را راحت می کند.

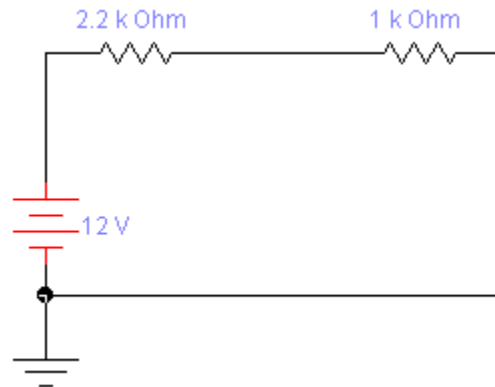
حال که آموزش به اینجا رسید می خواهیم شما را با ولت متر آشنا کنم پس به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

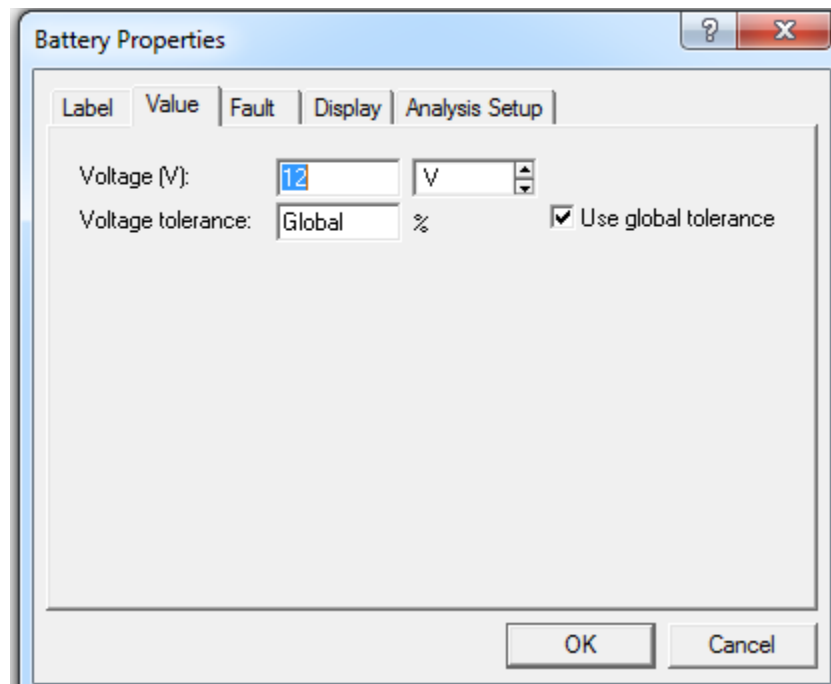
در این مثال می خواهیم از یک باتری برای تغذیه و ۲ مقاومت سری با آن استفاده کرده و ولتاژ آنها را محاسبه کنیم. در این مثال نیاز به یک باتری و زمین داریم پس به منوی Sources (منابع) رفته و آنها را به صفحه کار بیاورید.



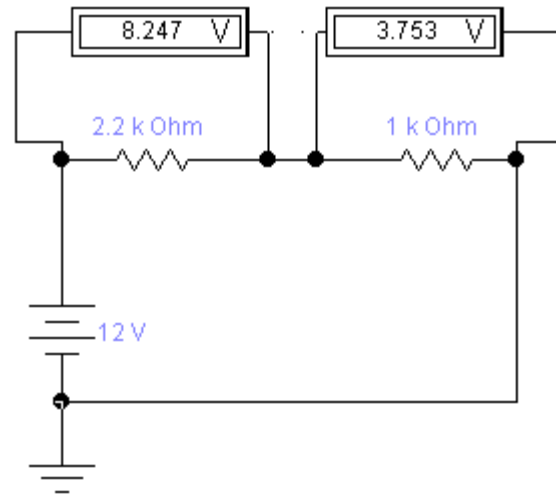
حال مدار را مطابق شکل زیر ترسیم کنید.



قبلاً چگونگی مقدار دادن مقاومت ها را آموزش دادم برای مقدار دادن به باطری بر روی آن دوبار کلیک کرده و در قسمت value مقدار دلخواه را وارد کنید.



حال که مدار را رسم و مقادیر مشخص را وارد کردید از منوی indicators ولت متر را بر روی صفحه کار آورده و مطابق شکل آن را رسم کنید. بر روی دکمه شبیه ساز (activate simulation) کلیک کنید تا ولتاژ دو سر مقاومت ها بر روی ولت متر مشخص گردد.

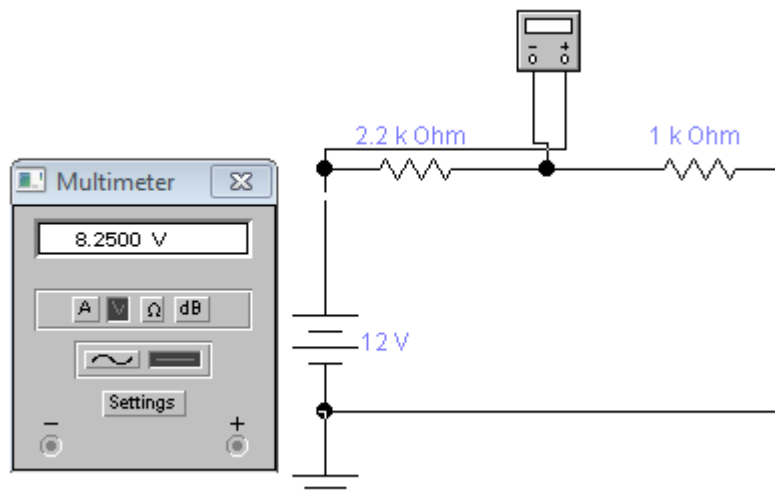


همانطور که در شکل بالا می بینید ولتاژ ۱۲ ولت بطور متناسب بر روی مقاومت ها تقسیم شده است

$$۸,۲۴۷+۳,۷۵۳=۱۲$$

حال همین مثال را می خواهیم با مولتی متر حل کنیم پس مولتی متر را از منوی instrument بر روی صفحه کار آورده و مطابق شکل آن را به مدار وصل کنید و آن را در حالت ولت قرار داده و بر روی آن دوبار کلیک کنید تا صفحه نمایش آن در پایین سمت چپ مشاهده گردد حال بر روی دکمه (activate simulation) کلیک کنید تا شبیه سازی شروع شده و مقدار بر روی صفحه نمایش نشان داده شود .

تذکر: به - و + مولتی متر در هنگام وصل به مدار توجه کنید.



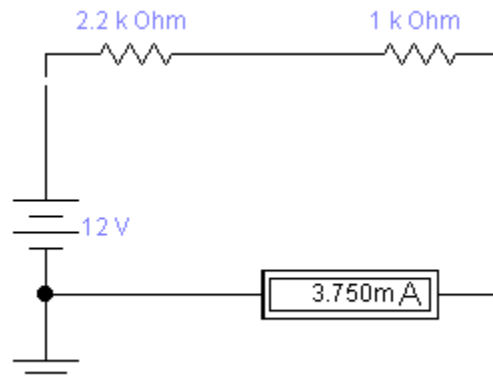
نکته: در این روش نمی توان همزمان از چند مولتی متر استفاده کرد و همانطور که مشاهده می گردد عدد بدست آمده مقدار ولت متر را ندارد.

لازم بذکر است که برای محاسبه آمپر نیز ۲ روش وجود دارد که با ذکر مثال به توضیح آن می پردازیم.

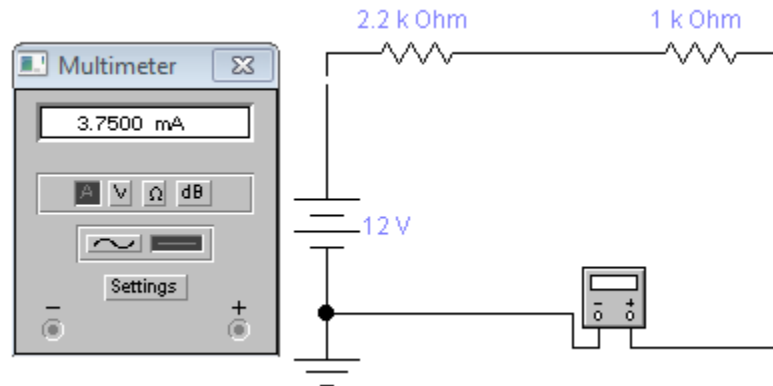
تذکر: برای وصل آمپر متر نباید آمپر متر را به دو سر المان وصل کرد بلکه آن را باید سر راه المان ها قرار داد به عبارتی آمپر متر به صورت سری وصل میگردد.

مثال:

مدار را مطابق شکل بسته و آمپر متر را از منوی indicators برداشته و به مدار وصل کنید و بر روی دکمه شیشه ساز کلیک کرده تا مقدار آمپر بر روی آن نمایش داده شود دقت کنید طرف مشکی رنگ که همان زمین می باشد در طرف زمین قرار گیرد پس بر روی آمپر متر کلیک کرده تا قرمز رنگ سپس با `Ctrl + R` آمپر متر را معکوس کنید آن هم دو بار



همین کار را با مولتی متر نیز می توان انجام داد فقط بر روی A کلیک کرده و سپس شیشه سازی را آغاز کنید.

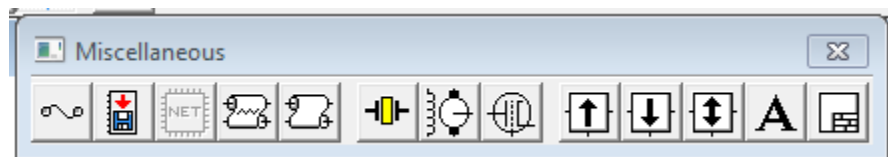


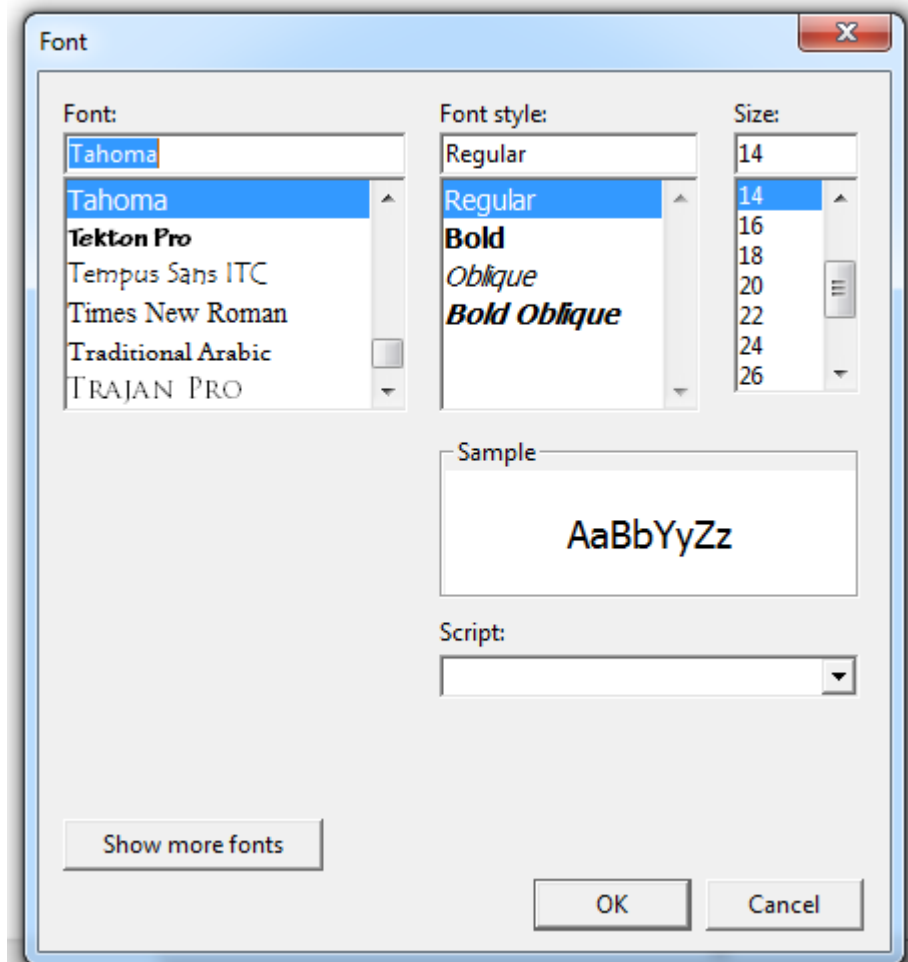
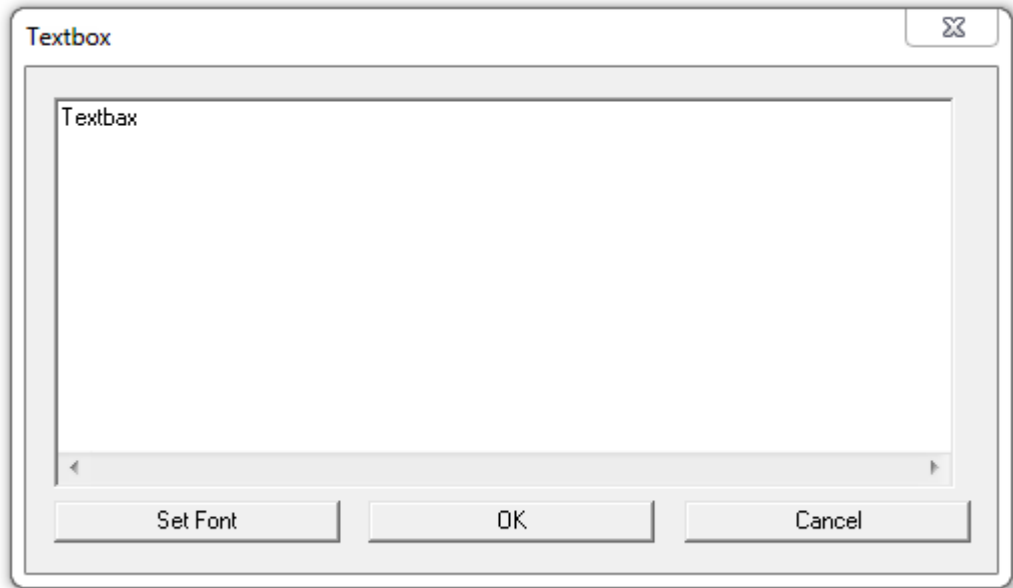
حال که با روند استفاده از ابزاری همچون مولتی متر، آمپر متر و ولت متر آشنا شدید چگونگی وارد کردن یک متن را در این قسمت به شما آموزش خواهیم داد.

بر روی منوی Miscellaneous کلیک کرده و Textbox را که با حرف A نمایش داده شده است را به وسط میز کار آورده و بر روی آن دوبار کلیک کنید تا صفحه Textbox باز شده و متن دلخواه را در آن نوشته و سپس بر روی Ok کلیک کنید تا متن بر روی صفحه قرار گیرد.

بر روی متن آورده شده به صفحه یک بار کلیک کنید تا قرمز رنگ شود و سپس به هر مکانی که خواستید آن را منتقل کنید.

در صفحه Textbox و در قسمت Setfont می توانید تنظیماتی از قبیل فونت و اندازه فونت را تنظیم کنید.

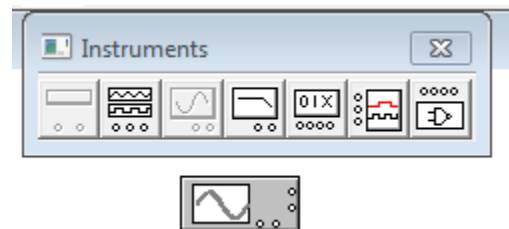




فصل سوم : مدار AC

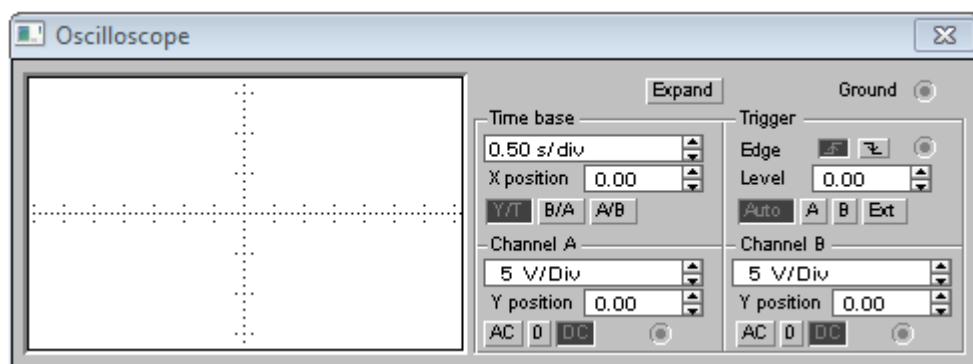
در این فصل قصد داریم شما را با تحلیل مدارات ac آشنا کنیم به همین منظور ابتدا به سراغ آموزش اسیلوسکوپ می رویم.

بر روی گزینه instruments در نوار ابزار کلیک کنید و Oscilloscope را به میز کار خود آورده، دقیقاً مطابق شکل زیر



دایره سمت چپ بر روی اسیلوسکوپ کانال A و در سمت راست کانال B می باشد و دو دایره بالا برای اتصال زمین و منبع تریگر خارجی می باشد که وقتی از منبع تریگر داخلی اسیلوسکوپ استفاده می کنیم نیازی به وصل آنها نیست.

بر روی اسیلوسکوپ ۲ بار کلیک کنید تا صفحه شبیه ساز آن باز شود مطابق شکل زیر :



حال به تشریح همه قسمت های آن می پردازیم .

: Time base

این قسمت برای تنظیمات شکل موج در راستای افقی می باشد درست به مانند اسیلوسکوپ واقعی که این کار با پیکان های افزایشنده و کاهشنده انجام می گیرد.

: X position

این قسمت شکل موج را در جهت افقی جابجا می کند تا شکل موج دلخواه در صفحه بدست آید.

: Y position

این قسمت شکل موج را در جهت عمودی جابجا می کند.

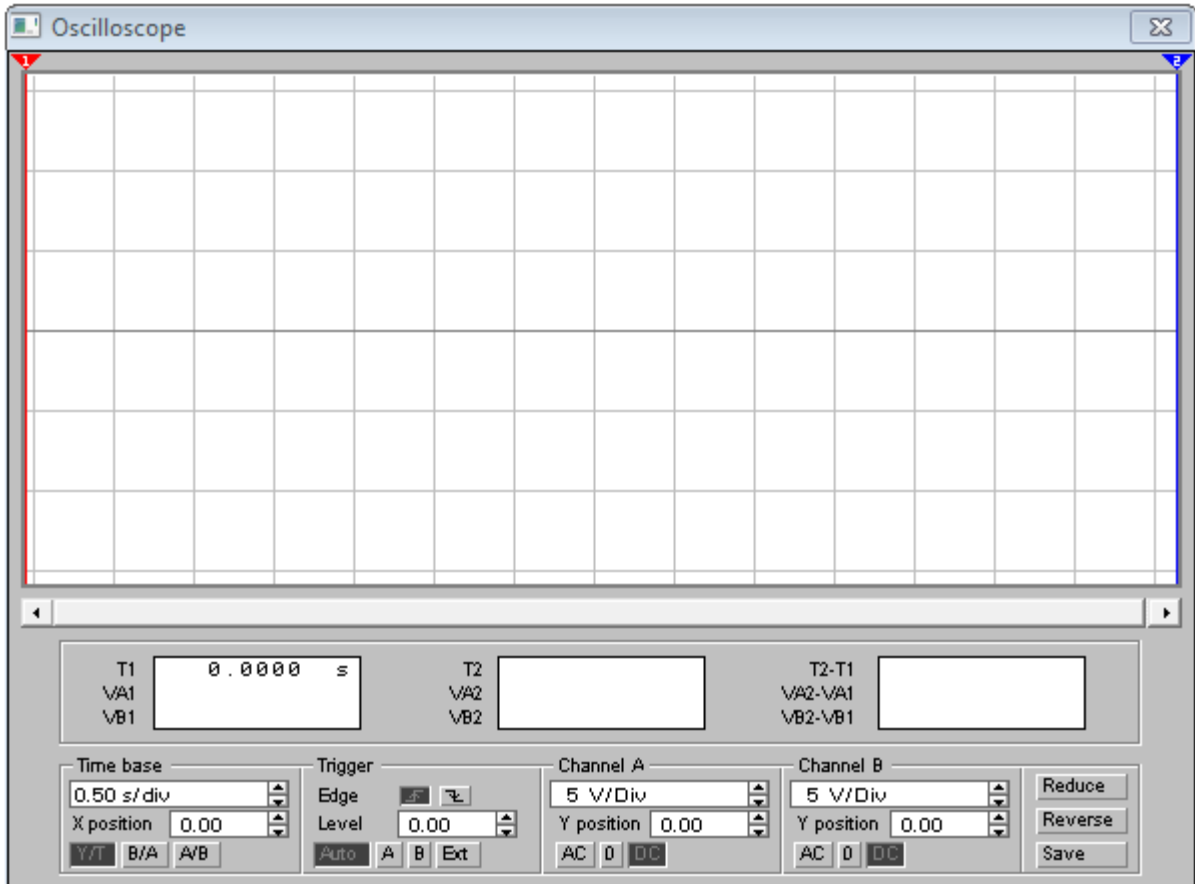
: Volt div

زیر channel A و channel B تنظیمات مربوط به Volt div انجام می گیرد.

: A/B – B/A – Y/T

Y/T برای ترسیم تغییرات بر حسب زمان و A/B و B/A برای ترسیم منحنی های لیسازور بکار می رود.

بر روی EXPAND کلیک کنید تا صفحه نمایش بزرگ گردد.

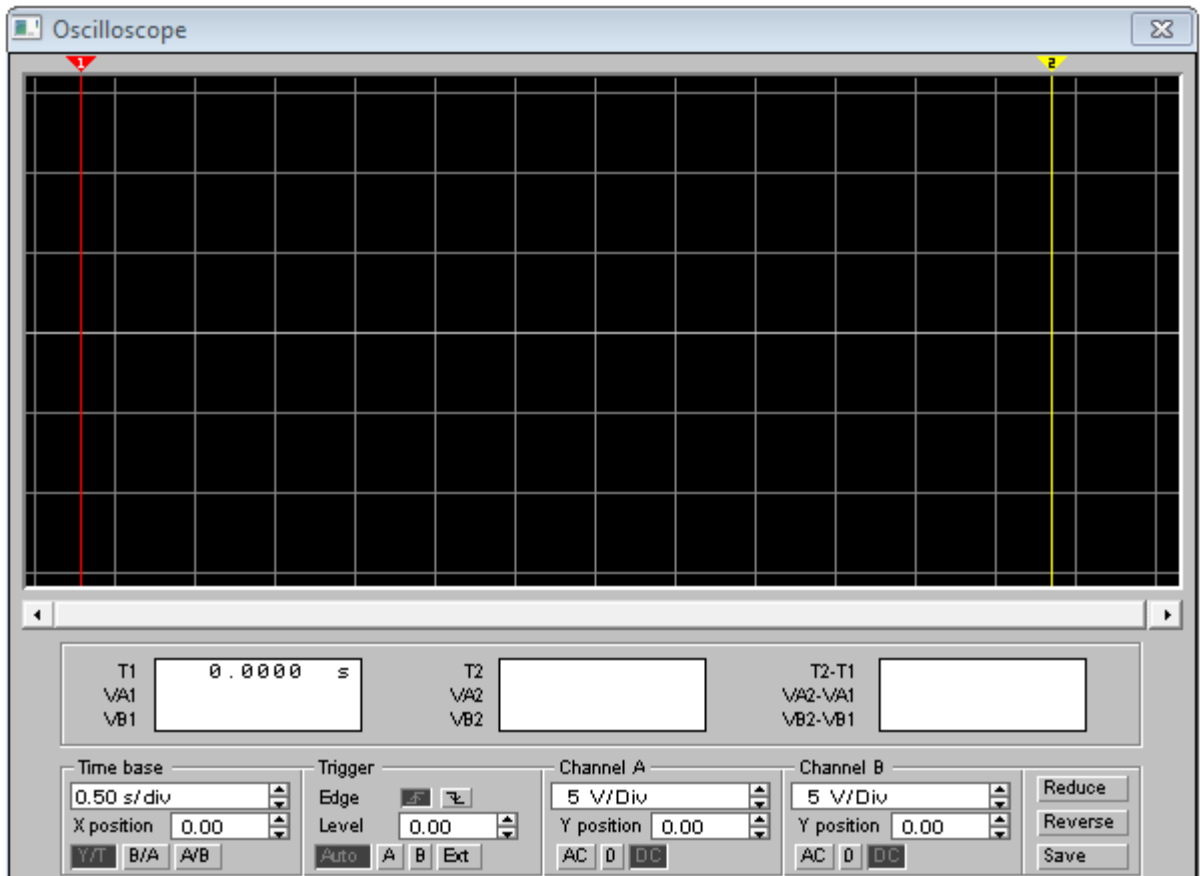


بر روی Reduce در سمت صفحه کلیک کنید تا صفحه کوچک و به حالت قبلی خود باز گردد.

Revers صفحه نمایش را مشکی رنگ می کند.

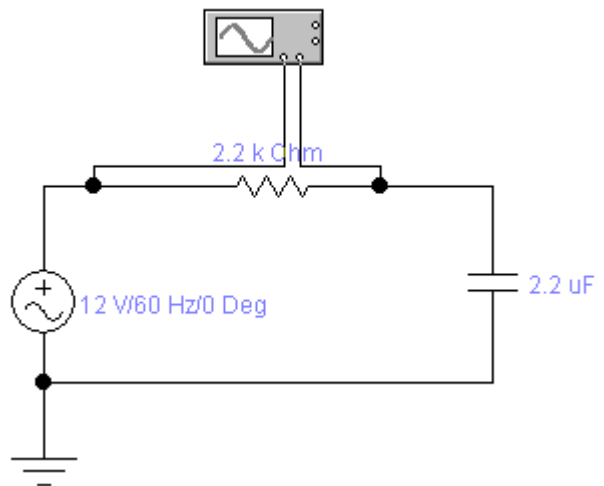
Save نیز برای ذخیره شکل موج منحنی می باشد.

۲ کرسور با رنگ قرمز و آبی برای پیدا کردن نقاط تلاقی می باشد.

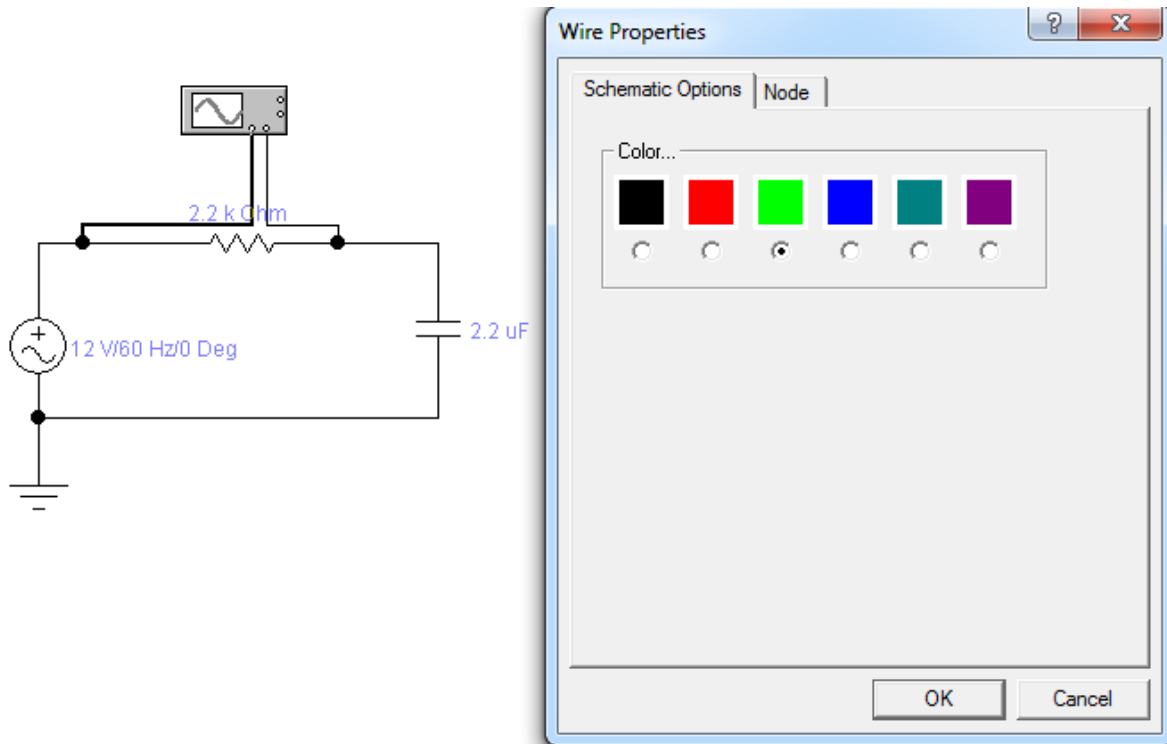


حال در اینجا به تشریح یک مثال می پردازیم.

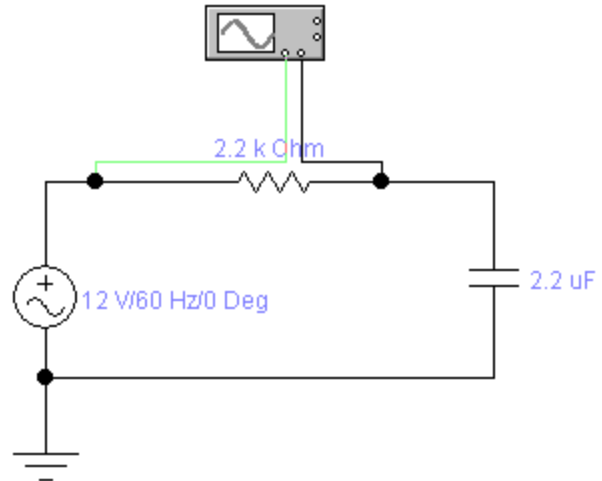
می خواهیم یک مدار RC را تحلیل و شکل موج آن را نشان دهیم. پس مدار را مطابق شکل زیر بکشید و اسیلوسکوپ را مطابق شکل وصل کنید.



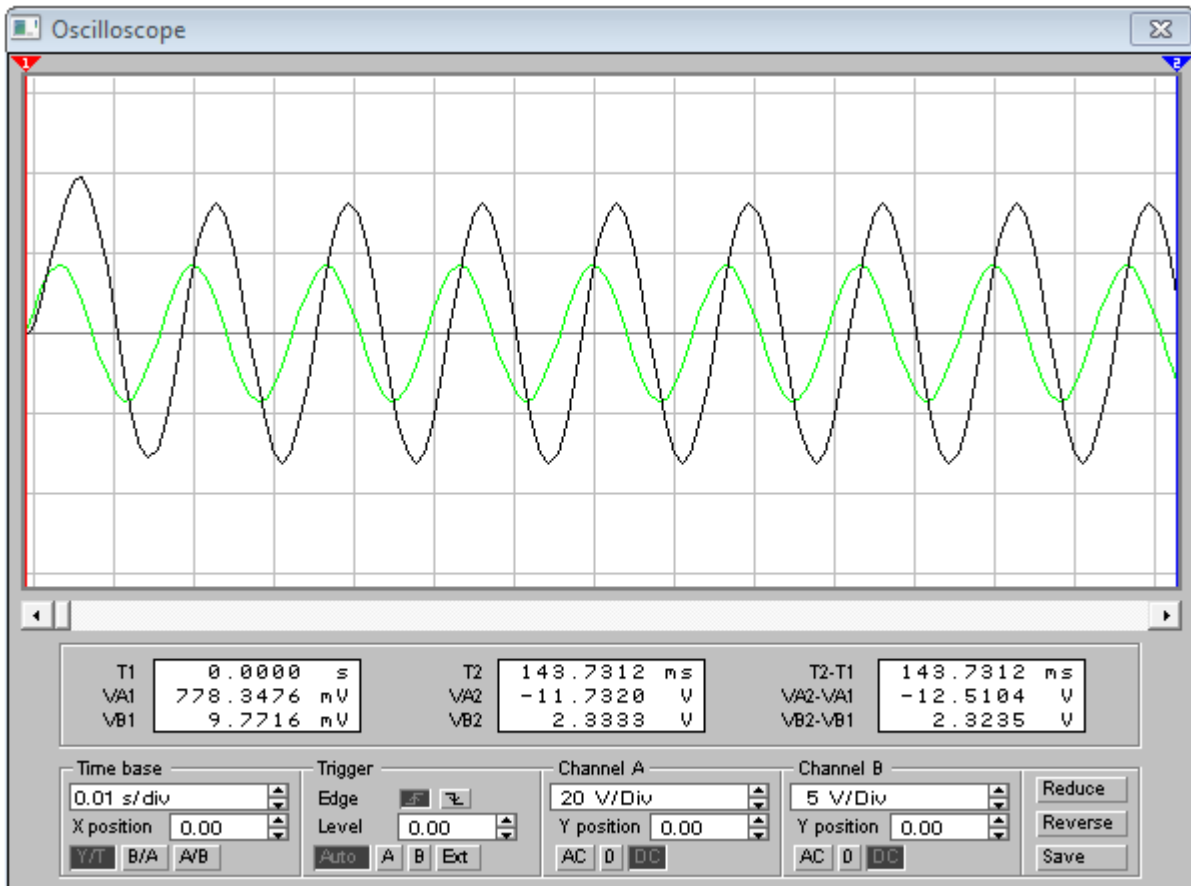
نکته: می توان رنگ پروپ های متصل به مدار را تغییر داد پس بر روی هر کدام به دلخواه کلیک کرده ، کادر Wire Properties باز می شود و رنگ دلخواه را انتخاب کنید سود این کار آن است که شکل موج ها با همان رنگ نشان داده می شود.



حال در اینجا من رنگ پروپ کانال A را سبز رنگ می کنم.



در این قسمت نوبت به تحلیل مدار می رسد بر روی اسیلوسکوپ کلیک کرده و بر روی صفحه Activate simulation کلیک تا صفحه نمایش آن مطابق شکل زیر باز شده و تنظیمات آن را درست مانند زیر تنظیم کنید.

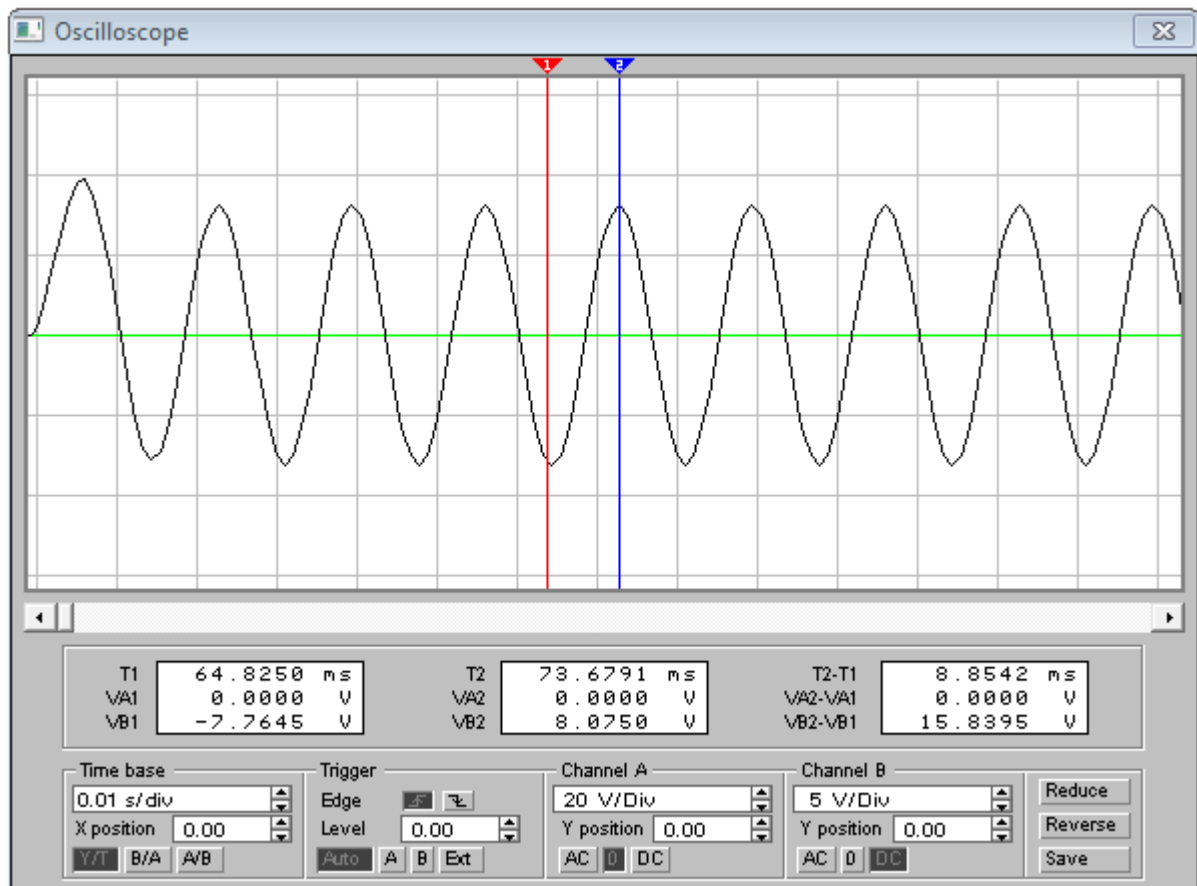


برای آوردن شکل موج به وسط مونیتورینگ بر روی پیکان سمت چپ کلیک کرده تا شکل موج کاملاً به وسط صفحه نمایش آمده و مقادیر عددی کامل گردد.

برای تمرین بهره ولتاژ را بدست می آوریم :

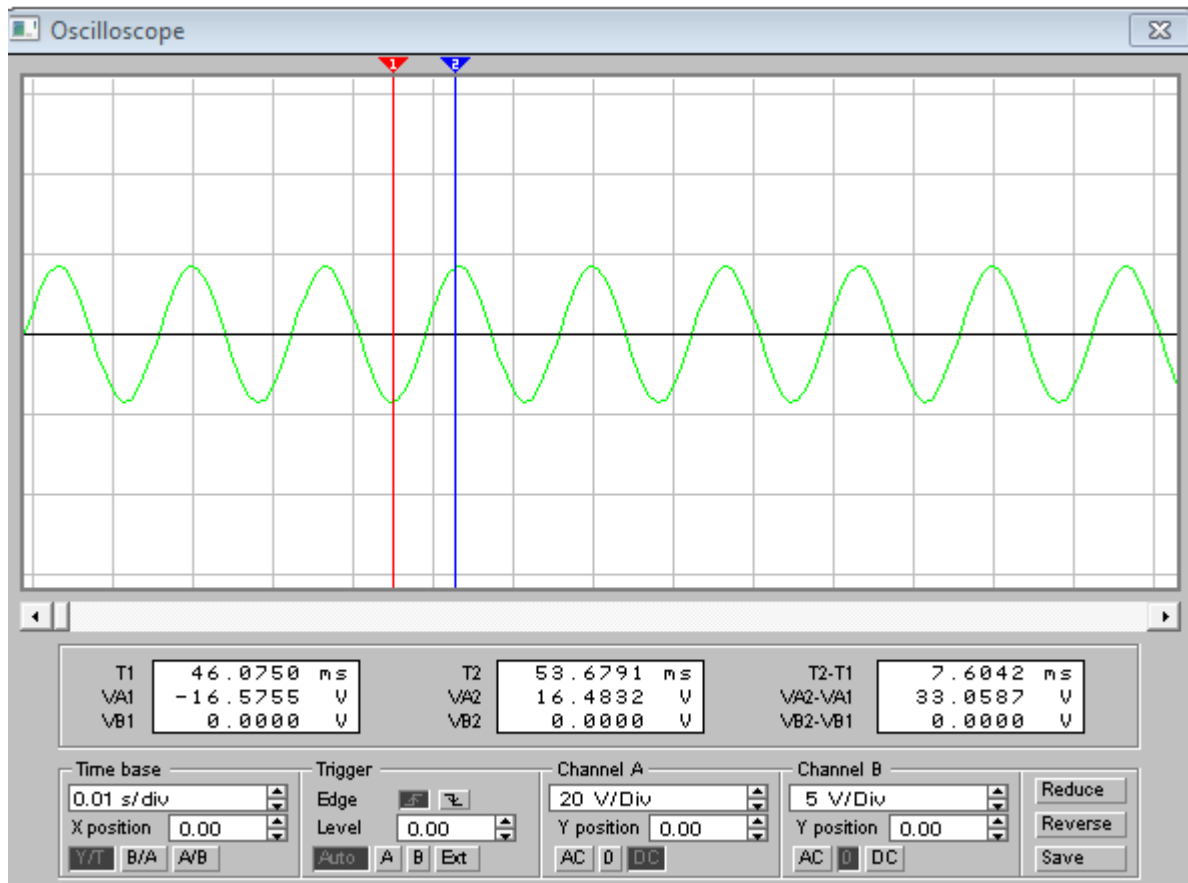
بهره ولتاژ عبارت است از ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی که با نماد $A_v = V_o / V_i$

برای بدست آوردن ولتاژ خروجی به سراغ شکل موج مشکی رنگ رفته و با کلیک بر روی صفر در زیر Channel A شکل موج قرمز رنگ محو می گردد. حال در این قسمت کرسورهای آبی و قرمز رنگ را دقیقاً مطابق شکل بر روی شکل موج مشکی رنگ قرار می دهیم.



همانطور که می دانید ولتاژ در اسیلوسکوپ از تفاضل بالا و پایین یک شکل موج بدست می آید (پیک تو پیک) در مانیپولرینگ $V_{B1} = -7,7645 \text{ V}$ و $V_{B2} = 8,0750 \text{ V}$ می باشد که تفاضل آنها $V_{B2}-V_{B1} = 15,8395 \text{ V}$ که همان V_o (ولتاژ خروجی) ما می باشد.

برای ولتاژ ورودی نیز همین فرایند را تکرار می کنیم.



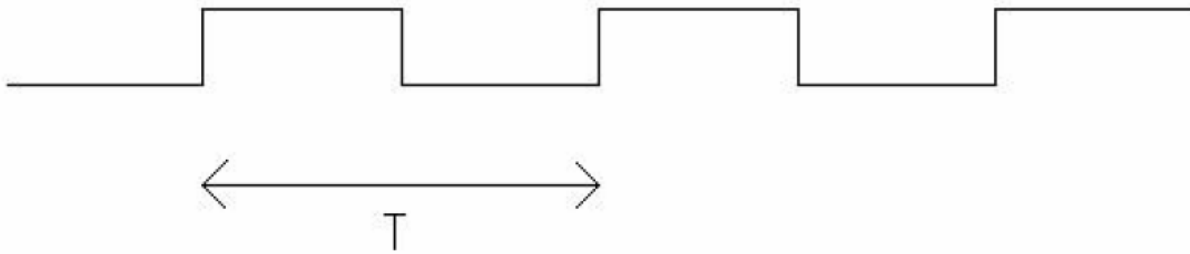
همانطور که در شکل بالا مشاهده می کنید بر روی صفر در زیر Cannel B کلیک کرده تا شکل موج مشکی رنگ محو گردد به اعداد بدست آمده توجه کنید:

$$V_{A2}-V_{A1} = 33,0587 \text{ V} \text{ و } V_{A2} = 16,4832 \text{ V} \text{ و } V_{A1} = -16,5755 \text{ V}$$

حال با یک تقسیم می توان بهره ولتاژ را بدست آورد:

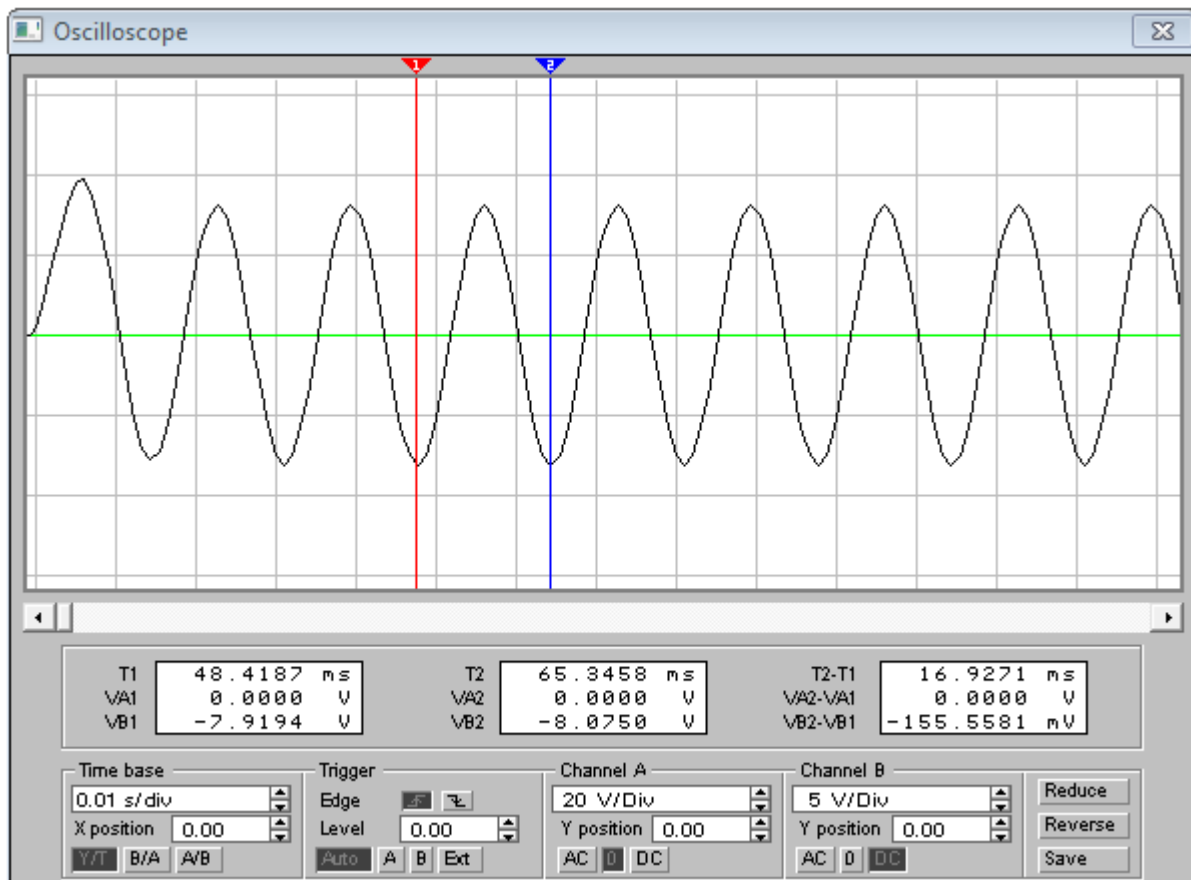
$$A_v = V_o / V_i = 15,8395 / 33,0587$$

حال در این قسمت به طرز بدست آوردن دوره تناوب توجه کنید:



دوره تناوب: شروع یک پالس یا شکل موج تا انتهای آن

پس کرسورها را مطابق شکل قرار داده (دوره تناوب برای هر ۲ شکل موج باید یک مقدار بدست آید)



در قسمت $T_2 - T_1$ مقدار دوره تناوب نوشته شده است: ۱۶,۹۲۷۱ ms

برای دریافت نسخه کاملتر و بروز شده این آموزش و هم چنین نسخه فارسی شده الکترونیک ورک بنچ به وبلاگ
انجمن برق دانشگاه تربت حیدریه به آدرس زیر مراجعه فرمایید:

<http://Feut.blog.ir>

پایان