

دستور کار آزمایشگاه مدار الکتریکی

گروه مهندسی کامپیوتر

استاد مربوطه: دکتر رضا مصلی نژاد

عناصر مورد نیاز: مقاومت ۱۰ عدد در اندازه های مختلف، پتانسیومتر (با هر مقداری)

تئوری آزمایش:

میزان مقاومت یک ماده در برابر جاری شدن جریان را مقاومت آن ماده میگویند. واحد مقاومت اهم است. اندازه فیزیکی یک مقاومت به میزان توانائی آن در انتشار گرما محدود می شود (مقاومت بزرگتر، انتشار مقدار گرمای بیشتر)

مقاومت ها به دو دسته ثابت و متغیر تقسیم می شوند. مقاومت های ثابت، معمولاً با چهار نوار رنگی که میزان امپدانس و تolerانس مقاومت را نشان میدهند، کد گذاری می شوند. هر رنگ یک عدد را نشان میدهد. جدول زیر، اعداد رنگ های مختلف را نشان می دهد:

رنگ	مشکی	قهوه ای	قرمز	نارنجی	زرد	سبز	آبی	بنفش	خاکستری	سفید	طلایی	نقره ای	بی رنگ
رقم	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹			
تولرانس											۵٪	۱۰٪	۲۰٪

نحوه خواندن مقاومت:

نوار اول، رقم دهگان، نوار دوم را رقم یکان و عدد حاصل در ۱۰ به توان نوار سوم ضرب شده و مقدار مقاومت به دست می آید. علاوه بر رنگ های جدول فوق، رنگ طلایی برای نوار سوم، ۱/۱۰ و نقره ای ۱/۱۰۰ در نظر گرفته می شود. نوار چهارم تolerانس مقاومت را نشان میدهد. (نوار های رنگی باید از سمتی که به پایه نزدیک تر است خوانده شود.)

مقاومت نباید داخل مدار اندازه گیری شود زیرا مقاومت های دیگر مدار، می توانند روی مقدار خوانده شده تاثیر بگذارند. مقاومت باید از مدار خارج شود و به سیم های اهم متر وصل شود. مقاومتی که به سیم های اهم متر وصل است، نباید بین دو انگشت نگه داشته شود زیرا بدن میتواند روی مقدار خوانده شده مخصوصاً برای مقاومت های بزرگ تاثیر بگذارد.

عمومی ترین مقاومت متغیر، پتانسیومتر است؛ یک عنصر ۳ سر که بین دو سر کناری آن یک مقاومت ثابت وجود دارد. بین این دو سر یک سر مرکزی وجود دارد که به گیره متحرک وصل است. گیره متحرک به یک میله وصل شده که بوسیله آن میتوان مقاومت متغیر، بین گیره متحرک و دوسر کناری آن ایجاد کرد.

مراحل آزمایش:

۱- ده مقاومت ثابت با چهار نوار رنگی تهیه کنید. رنگ های هر مقاومت را در جدول یادداشت کنید. با استفاده از کد رنگ، میزان امپدانس هر مقاومت را بدست آورید. سپس امپدانس هر مقاومت را اندازه بگیرید و نتایج را در جدول، یادداشت کنید.

۲- درصد اختلاف را محاسبه کرده و نتایج را در جدول، یادداشت کنید.

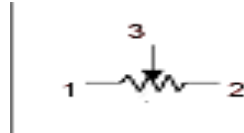
$$\% \text{ Diff} = \frac{R_{\text{measured}} - R_{\text{computed}}}{R_{\text{computed}}} * 100$$

ردیف	نوارهای رنگی روی مقاومت				مقدار مقاومت خوانده شده	مقدار مقاومت اندازه گیری شده	درصد اختلاف
	نوار اول	نوار دوم	نوار سوم	نوار چهارم			
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							
۷							

۸						
۹						
۱۰						

مرحله دوم :

۱- یک پتانسیومتر تهیه کنید . ترمینال های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب از سمت چپ به راست ۲، ۳، ۱ نامگذاری کنید . در حالیکه میله پتانسیومتر را می گردانید ، مقاومت بین



ترمینال های ۱ و ۲ را بخوانید . نتیجه را در جدول زیر ، یادداشت کنید .

۲- پتانسیومتر را در جهت عکس عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید ، مقاومت بین ترمینال های ۱ و ۳ را اندازه بگیرید . سپس مقاومت بین ترمینال های ۲ و ۳ را اندازه بگیرید . نتایج را در جدول یادداشت کنید . مجموع دو مقدار خوانده شده را محاسبه کرده و در ستون مورد نظر یادداشت کنید .

۳- میله را تا ۱/۳ دور در جهت حرکت عقربه های ساعت بچرخانید و اندازه گیری های مرحله ۲ را تکرار کنید.

۴- میله را تا ۲/۳ دور در جهت حرکت عقربه های ساعت بچرخانید و اندازه گیری های مرحله ۲ را تکرار کنید.

مقدار مقاومت اندازه گیری شده				
موقعیت میله	مقدار مقاومت بین ترمینال ۱ و ۳	مقدار مقاومت بین ترمینال ۲ و ۳	مجموع	
مرحله ۱				
مرحله ۲				
مرحله ۳				

آزمایش دوم : بررسی قانون اهم

وسایل مورد نیاز : DMM (مولتی متر)، منبع تغذیه DC ، مقاومت های ۲.۲k ، ۲.۷k و ۲۲k

تئوری آزمایش :

ایجاد جریان در یک مدار الکتریکی نیاز به اختلاف پتانسیل دارد. یکی از وسایل تولید اختلاف پتانسیل، باتری است . جرج سایمون اهم در قرن نوزدهم با انجام آزمایش هایی دریافت که مقدار جریان در یک سیم رسانا متناسب با اختلاف پتانسیل اعمال شده به آن است :

$$I \propto V \quad (۱)$$

به عنوان مثال اگر اختلاف پتانسیل دو سر مداری (ساده) از ۳ ولت به ۶ ولت افزایش پیدا کند ، آنگاه جریان مدار دو برابر خواهد شد. مقدار جریان تنها به مقدار ولتاژ بستگی ندارد بلکه تابعی از مقاومت سیم نیز می باشد. هر چه مقاومت بیشتر باشد، جریان کمتری (با فرض ثابت بودن ولتاژ) از مدار عبور می کند .

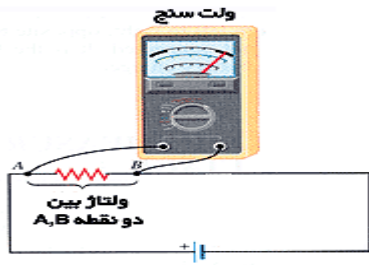
برای تبدیل رابطه (۱) از حالت تناسب به تساوی، باید از ضریب تناسب استفاده کرد. بنا به تعریف اندازه مقاومت بدین شکل تعریف می شود :

$$I = \frac{V}{R} \quad (۲)$$

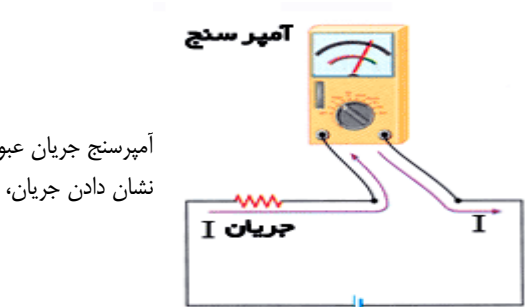
در این رابطه R مقاومت جسم ، V اختلاف پتانسیل اعمال شده به مقاومت و I جریان عبوری از آن می باشد.

ولت متر و آمپرسنج چگونه در مدار نصب می شوند؟

ولت سنج اختلاف پتانسیل بین دو نقطه را نشان می دهد، بنابراین باید به صورت موازی به قطعه مورد نظر وصل شود (شکل ۱).



شکل ۱: نحوه قراردادن ولت سنج در مدار

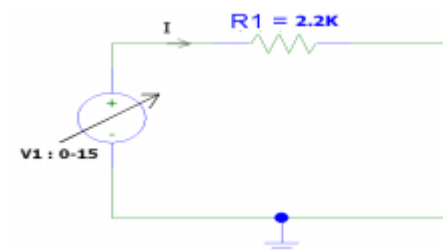


شکل ۲: نحوه قراردادن آمپرسنج در مدار

آمپرسنج جریان عبوری از یک قسمت مدار را نشان می دهد، بنابراین باید به صورت سری در مدار قرار گیرد. به عبارت دیگر برای نشان دادن جریان، باید یک قسمت از مدار را قطع نمود و دو سر محل قطع شده را به آمپرسنج وصل کرد (شکل ۲).

مراحل آزمایش:

الف) مدار شکل ۱-۲ را ببندید.



شکل ۱-۲: قانون اهم

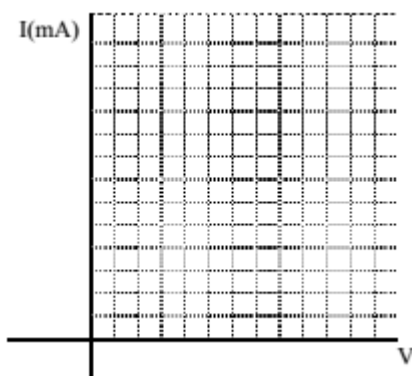
ب) با تغییر منبع ولتاژ مطابق جدول زیر، مقدار جریان مدار را اندازه گیری کرده و در جدول زیر یادداشت نمایید.

V1	0.5	1.5	2	3	4	5	6	8	10	12	15
I(mA)											
R											
درصد اختلاف											

جدول ۱-۲

ج) به جای مقاومت 2.2k یکبار مقاومت 2.7k و بار دیگر مقاومت 22k قرار داده و جدول را با مقادیر جدید تکرار نمایید.

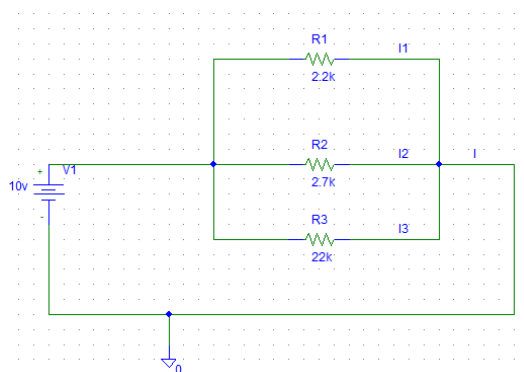
د) منحنی تغییرات جریان بر حسب ولتاژ را برای سه مقاومت دقیقاً رسم کنید.



ه) شیب نمودار چه چیزی نشان می دهد؟ از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

بررسی قانون KCL

الف) مدار شکل ۲-۲ را ببندید:



شکل ۲-۲: بررسی قانون kcl

ب) جریان هر شاخه را اندازه گیری کرده و جدول را کامل کنید.

جریان ها	I3	I2	I1	I	$I1+I2+I3-I$
مقادیر اندازه گیری شده					
مقادیر محاسبه شده					
درصد اختلاف					

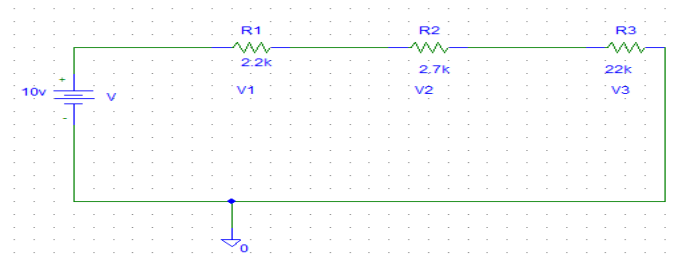
جدول ۲-۲

ج) مدار را تحلیل کرده و مقادیر تئوری را نیز در جدول ۲-۲ وارد نمایید.

د) در صورت اختلاف در مقادیر اندازه گیری شده با مقادیر تئوری، علت را بیان کنید.

بررسی قانون kvl

الف) مدار شکل ۲-۳ را ببندید:



شکل ۳-۲: بررسی قانون kvl

(ب) ولتاژ دو سر هر مقاومت را اندازه گیری کرده و جدول را کامل کنید .

ولتاژها	V3	V2	V1	V	$V1+V2+V3-V$
مقادیر اندازه گیری شده					
مقادیر محاسبه شده					
درصد اختلاف					

جدول ۳-۲

(ج) مدار را تحلیل کرده و مقادیر تئوری را نیز در جدول وارد کنید .

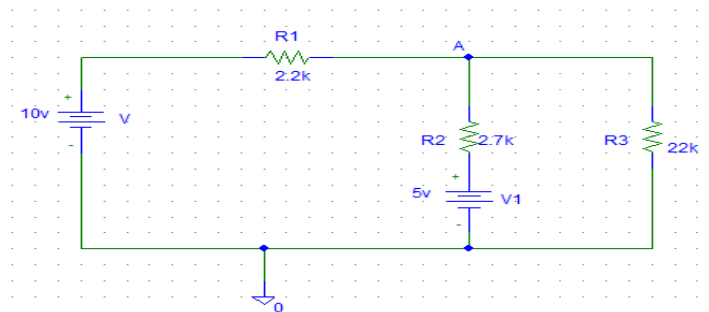
(د) در صورت اختلاف مقادیر اندازه گیری شده با مقادیر تئوری ، علت را بیان کنید .

تمرین شبیه سازی : قسمت های مختلف آزمایش بالا را با نرم افزار Pspice شبیه سازی کنید و با مقادیر اندازه گیری شده در آزمایشگاه مقایسه نمایید .

آزمایش سوم : بررسی قانون جمع آثار

طبق قانون جمع آثار در یک مدار خطی ، ولتاژ دوسر یک المان یا جریان عبوری از آن ، جمع جبری ولتاژها یا جریان های عبوری از هر منبع مستقل به طور مستقل می باشد.

مدار شکل ۳-۱ را در نظر بگیرید :



شکل ۳-۱: جمع آثار

(الف) فقط منبع ولتاژ V را در مدار قرار دهید و ولتاژ نقطه A را به دست آورده و در جدول ۳-۱ یادداشت نمایید .

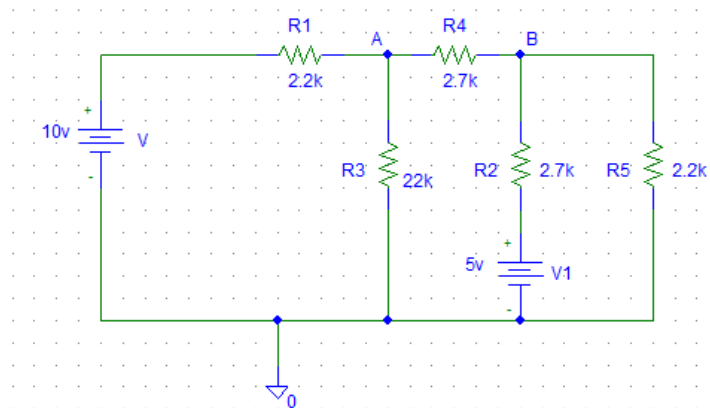
(ب) فقط منبع ولتاژ V1 را در مدار قرار دهید و ولتاژ نقطه A را به دست آورده و در جدول ۳-۱ یادداشت نمایید .

(ج) هر دو منبع ولتاژ را در مدار قرار دهید و ولتاژ نقطه A را به دست آورده و در جدول ۳-۱ یادداشت نمایید .

منبع	ولتاژ نقطه A تئوری	ولتاژ نقطه A اندازه گیری شده	درصد خطا
فقط $V=10$ ولت			
فقط $V1=5$ ولت			
V و $V1$ هر دو			

جدول ۱-۳: جمع آثار

برای مدار شکل ۳-۲ نیز، مراحل بالا را تکرار کنید با این تفاوت که ولتاژ دو نقطه A و B مد نظر ماست و سپس جدول ۳-۲ را کامل کنید.



شکل ۳-۲: قانون جمع آثار

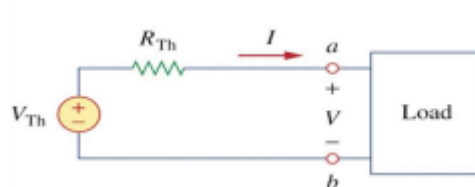
منبع	ولتاژ نقطه A تئوری	ولتاژ نقطه A اندازه گیری شده	درصد خطا	ولتاژ نقطه B تئوری	ولتاژ نقطه B اندازه گیری شده	درصد خطا
فقط $V=10$ ولت						
فقط $V1=5$ ولت						
V و $V1$ هر دو						

جدول ۳-۲: قانون جمع آثار

قانون جمع آثار را از نظر تئوری و عملی بررسی کنید.

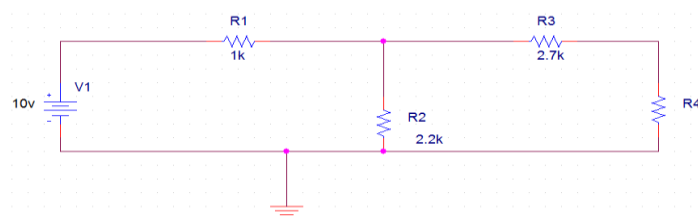
نتایج حاصل از شبیه سازی را با مقادیر اندازه گیری کرده مقایسه نمایید.

طبق تئوری تونن ، هر مدار خطی را می توان با یک منبع V_{Th} با یک مقاومت سری R_{Th} مدل سازی نمود بطوریکه V_{Th} ولتاژ مدار باز و R_{Th} مقاومت معادل کل مدار می باشد .



برای اندازه گیری مقاومت معادل تونن ، ابتدا مقاومت بار را از مدار جدا نموده ، سپس منبع ولتاژ مدار را بی اثر می کنیم و به جای مقاومت بار ، ولت متر قرار می دهیم .

در مدار شکل ۴-۲ ، ابتدا مقاومت بار را $2.2k$ و بار دیگر 470 اهم در نظر بگیرید و ولتاژ دو سر بار را از لحاظ تئوری و هم به کمک ولت متر به دست آورید و در جدول ۴-۱ یادداشت نمایید .



شکل ۴-۲: بررسی تونن

مقدار مقاومت R_4	ولتاژ دو سر بار تئوری	ولتاژ دو سر بار عملی	اختلاف
$2.2k$			
470Ω			

جدول ۴-۱

معادل تونن مدار شکل بالا را محاسبه و رسم نمایید و با نتایج اندازه گیری شده مقایسه کنید و نتایج را در جدول ۴-۲ یادداشت نمایید .

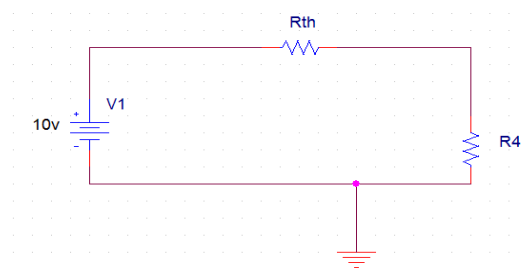
تئوری	محاسبه شده
E_{th}	
R_{th}	

جدول ۴-۲

نکته : برای محاسبه R_{Th} دو روش وجود دارد . روش اول اینکه کلیه منابع ولتاژ مستقل را اتصال کوتاه و منابع جریان مستقل را اتصال باز می کنیم . آنگاه مقاومت معادل دو سر A و B را اندازه می گیریم .

در روش دوم ، R_4 را برمی داریم و ولتاژ A و B را اندازه گیری می کنیم : $V_{oc} = V_{th}$ ، سپس A و B را اتصال کوتاه می کنیم و جریان ISC را به دست می آوریم . $R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}}$

مدار شکل ۴-۳ را با مقادیر محاسبه شده مقاومت و ولتاژ روی برد ببندید و ابتدا مقاومت بار را $2.2k$ و بار دیگر 470 اهم در نظر بگیرید و ولتاژ دو سر بار را از لحاظ تئوری و هم به کمک ولت متر به دست آورید و در جدول ۴-۳ یادداشت نمایید.



شکل ۴-۳

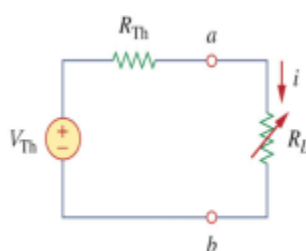
مقدار مقاومت R_4	ولتاژ دو سر بار تئوری	ولتاژ دو سر بار عملی	اختلاف
$2.2k$			
470Ω			

جدول ۴-۳

آزمایش پنجم: انتقال توان ماکزیمم

تئوری آزمایش

ماکزیمم توان هنگامی به بار منتقل می گردد که $R_4 = R_{th}$



مدار شکل ۴-۳ (آزمایش قبل) را به ازای مقاومت های بار $2.2k$ ، $22k$ ، $2.7k$ و 470 اهم ببندید و جدول زیر را تکمیل کنید.

R_L	V_L	P_L	P_T	درصد اختلاف
$2.2k$				
$2.7k$				
$22k$				
470Ω				

منحنی توان بار به ازای مقاومت بار را با دقت مناسب برای داده های نظری و بار دیگر برای داده های عملی رسم نمایید و در مورد آن بحث نمایید.

رابطه ماکزیمم توان منتقل شده به بار را ذکر نمایید.

اسیلوسکوپ وسیله ای است که به وسیله آن می توان تصویر ولتاژ در یک مدار را به صورت تابعی از زمان مشاهده کرد. اسیلوسکوپ را می توان به چهار بلوک عملیاتی تقسیم نمود. در بخش های مختلف آزمایش این جلسه، با عملکرد هر قسمت آشنا می شوید.

آزمایش ۱-۶

این آزمایش مربوط به شناخت پانل یک اسیلوسکوپ است. قبل از روشن کردن اسیلوسکوپ مراحل زیر را اجرا کنید.

الف) کلید سلکتور Time/div را روی عدد 1ms قرار دهید.

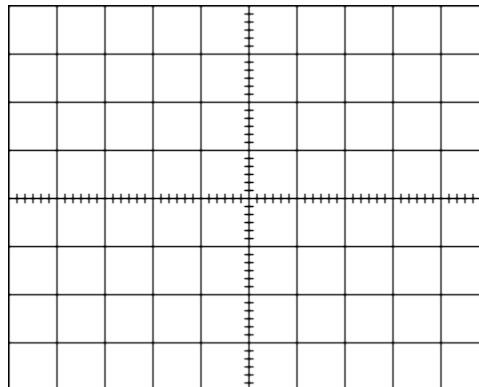
ب) کلید سلکتور Volt/Div را روی عدد ۵ ولت قرار دهید.

پ) ولوم تغییر وضعیت افقی و عمودی را در وسط بگذارید.

ت) کلید AC-GND-DC را در حالت GND قرار دهید.

ث) کلید Source trig را در حالت INT و CH1 قرار دهید.

ج) اسیلوسکوپ را روشن کنید، بعد از مدت کوتاهی روی صفحه حساس اسیلوسکوپ یک خط ظاهر می شود. ولوم های INTEN و FOCUS را طوری تغییر دهید که خط ظاهر شده در روی صفحه حساس دارای شدت نور کافی در کمترین ضخامت باشد. حال خط مشاهده شده را در شکل زیر رسم کنید.



سیس کلید سلکتور Time/Div را روی ۰,۱ ثانیه قرار دهید. آنچه را که روی صفحه حساس می بینید در شکل زیر رسم کنید و همین آزمایش را در حالت 1ms نیز تکرار کنید و شکل موج را در همان شکل با رنگ متفاوت رسم کنید.

- چرا وقتی کلید سلکتور Time/Div روی حالت 1ms است شکل موج آن با شکل موج در حالت ۰,۱ ثانیه متفاوت است.

- نقش کلید Time/Div چیست و ضرایب این کلید بیان کننده چه چیزی هستند؟

حال کلید سلکتور Time/Div را روی عدد 50ms قرار دهید و اثرهای اشعه را روی صفحه حساس ببینید. در این حالت ولوم Time Variable را بر عکس عقربه های ساعت بچرخانید و همزمان با چرخاندن ولوم اثرهای آن را روی صفحه حساس مشاهده کنید.

- نقش ولوم Time Variable چیست؟

نکته: باید در تطبیق مقدار اندازه گیری شده از اسکوپ با مقدار خوانده شده از ولتمتر دقت کافی به عمل آورد. مولتی مترهای دیجیتال مقدار rms موج سینوسی را نشان می دهند. این مقدار نمایانگر مقدار موثر از یک ولتاژ ac است که معادل ولتاژ dc ای است که همان مقدار گرما روی یک بار معین تولید می کند. عموماً اندازه گیری مقدار پیک

توپیک روی اسیلوسکوپ راحت تر است . نسبت مقدار پیک توپیک که توسط اسیلوسکوپ می تواند اندازه گیری شود و مقدار rms که توسط مولتی متر دیجیتال خوانده می شود برابر است با : $V(rms) = 0.354 * V(pp)$

آزمایش ۲-۶: کالیبره کردن اسیلوسکوپ

برای اعمال ولتاژ به اسیلوسکوپ از پروب استفاده می کنند. همچنین در روی پانل اسیلوسکوپ پینی وجود دارد که روی این پین ولتاژ مربعی با دامنه حدود ۰.۵ ولت و فرکانس تقریبی 1KHz که در داخل اسیلوسکوپ تولید می شود، قابل دریافت است. این ولتاژ مربعی برای تنظیم پروب بکار می رود.

برای انجام این کار موج مربعی روی پانل اسیلوسکوپ را توسط پروب به ورودی اسیلوسکوپ وصل می کنیم.



شکل موج روی صفحه حساس را مطابق شکل بالا تنظیم کنید. برای این کار کلید سلکتور Time/Div را روی 0.2ms و کلید سلکتور Volt/Div را روی 0.1 V قرار دهید و با تغییر ولوم قرمز رنگی که روی سلکتور Time/Div قرار دارد پربود آن موج را به 10 ms تنظیم نمایید. و تا پایان آزمایش نبایستی به این ولوم ها دست بزنید همین کار را برای کانال دیگر انجام دهید.

زمانی که موج مربعی به اسیلوسکوپ وصل است مراحل زیر را انجام دهید:

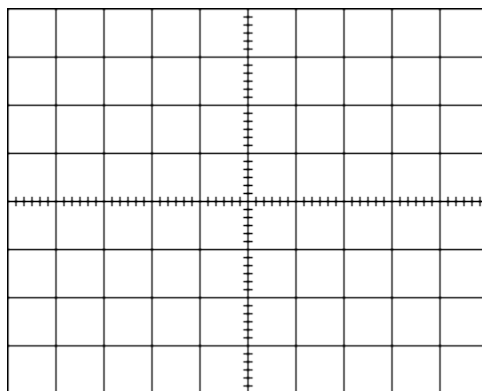
الف) کلید AC-GND-DC را در حالت GND قرار دهید.

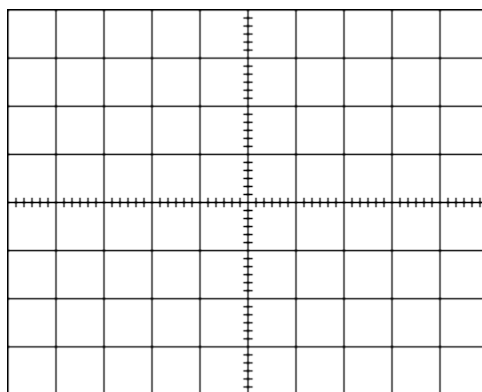
ب) نقطه صفر را روی اولین خانه از پایین تنظیم کنید.

پ) کلید AC-GND-DC را در حالت DC قرار دهید.

ت) کلید Volt/Div را یک بار روی ۰.۵ ولت و بار دیگر روی ۰.۱ ولت قرار دهید.

ث) در هر دو حالت شکل مشاهده شده را روی شکل زیر رسم کنید. (با دو رنگ مختلف)





سوال: نقش کلید Volt/Div چیست؟

سوال: ضرایب کلید Volt/Div چه چیزی را نشان می دهند؟

آزمایش ۳-۶

همان طور که در درس تئوری نیز خوانده اید یکی از موارد کاربرد اسیلوسکوپ، اندازه گیری ولتاژ است. برای انجام آزمایش مراحل زیر را انجام دهید.

الف) ولتاژ منبع تغذیه DC را به کمک مولتی متر دقیقاً روی ۳ ولت تنظیم کنید.

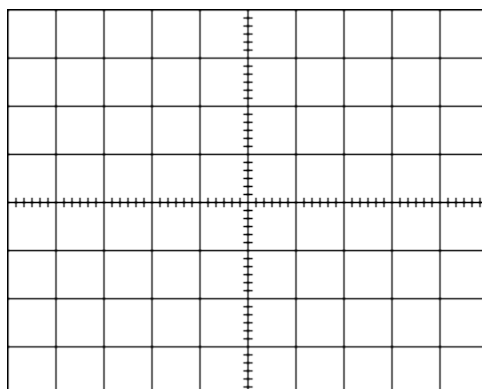
ب) کلید انتخاب AC-GAN-DC را روی حالت DC قرار دهید.

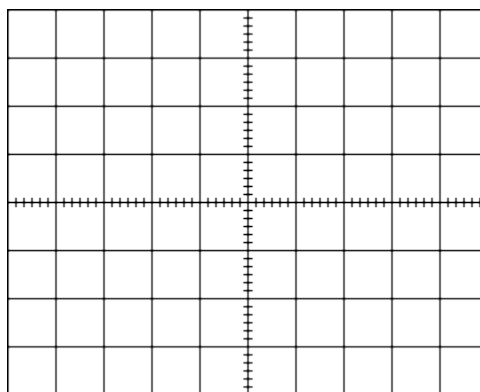
پ) به کمک سیم های رابط و پروب این ولتاژ را به اسیلوسکوپ که نقطه صفر آن را قبلاً تنظیم کرده اید وصل کنید.

ت) کلید سلکتور Time/Div را روی ۱ بگذارید.

ث) مکان سلکتور Volt/Div را روی ۱ ولت بگذارید.

مکان صفر و مکان جدید خط مشاهده شده (تغییر مکان اشعه در جهت عمودی) را در شکل زیر رسم کنید.





سؤال: آیا به ازای هر ولت به اندازه یکی از تقسیمات انحراف اشعه داشته ایم؟

ج) حال کلید سلکتور Volt/Div را روی عدد ۰.۵ ولت قرار دهید و شکل انحراف اشعه در جهت عمودی را در شکل بالا با رنگ دیگر رسم کنید.

سؤال: از منحنی های شکل بالا چه نتیجه ای می گیرید؟

سؤال: برای خواندن ولتاژ چگونه باید عمل کرد؟

سؤال: اندازه گیری ولتاژ در کدام حالت از شکل بالا دقیقتر صورت می گیرد؟

آزمایش هفتم: اندازه گیری موج سینوسی

در این قسمت از آزمایش، می خواهیم شکل موج سیگنال AC را روی صفحه اسیلوسکوپ ببینیم. برای این کار مراحل زیر را انجام دهید:

الف) سیگنال ژنراتور صوتی را روشن کنید و آن را روی فرکانس 1kHz قرار دهید.

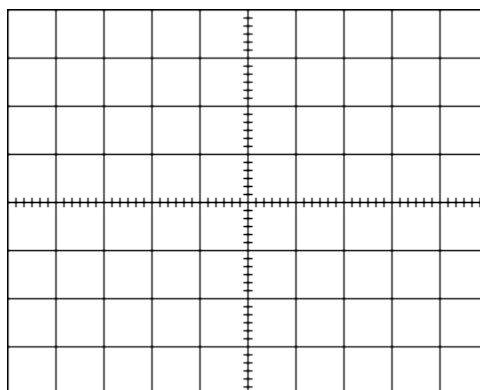
ب) پروب اسیلوسکوپ را به ترمینال های خروجی سیگنال ژنراتور صوتی وصل کنید.

پ) شکل ولتاژ خروجی را در حالت سینوسی قرار دهید.

ت) با ولوم تنظیم، دامنه سیگنال را طوری تنظیم کنید که دامنه سیگنال روی صفحه حساس برابر ۳ خانه شود و شکل موج را در شکل زیر رسم کنید.

ث) در شکل زیر کلید AC-GAN-DC را در حالت AC قرار دهید و شکل موج را مشاهده کنید. چه فرقی بین شکل موج نشان داده شده در در حالت AC و DC دارد؟

ج) دامنه و مقدار موثر موج سینوسی شکل زیر را حساب کنید.



اندازه گیری زمان تناوب

همان طور که دیدید مدت زمانی طول می کشد تا اشعه از یک خانه به خانه دیگر حرکت کند. لذا می توان زمان تناوب (مدت زمان یک سیکل کامل) سیگنال ها را محاسبه کرد. برای انجام این عمل مراحل زیر را انجام دهید:

الف) فرکانس سیگنال ژنراتور را در حدود 25 KHz در حالت موج سینوسی قرار دهید.

ب) پروب اسیلوسکوپ را به سیگنال ژنراتور وصل کنید.

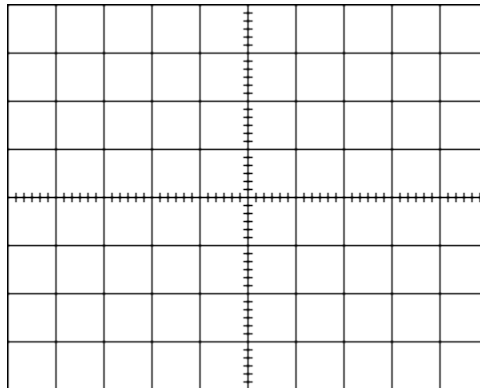
پ) شکل موج نقش بسته روی صفحه حساس را در شکل زیر رسم کنید.

ت) زمان تناوب سیگنال اعمالی به اسیلوسکوپ را با کمک رابطه زیر محاسبه نمایید.

رنج کلید سلکتور Time/Div * تعداد خانه های در بر گرفته شده ی یک سیکل کامل = زمان تناوب T

با داشتن زمان تناوب یک سیگنال می توان با استفاده از رابطه فوق فرکانس را محاسبه کرد.

$$f = \frac{1}{T(\text{sec})} \text{ Hz}$$



بنابراین توسط اسیلوسکوپ های معمولی نمی توان فرکانس را به طور مستقیم اندازه گیری کرد؛ بلکه ابتدا باید زمان تناوب آن را از روم صفحه حساس محاسبه کرد و سپس به کمک رابطه بالا مقدار فرکانس را به دست آورد.

ث) حال دامنه و فرکانس سیگنال ژنراتور را به دلخواه تغییر دهید و کلید سلکتور های Time/Div را طوری تنظیم کنید که حدود دو سیکل کامل و دامنه ۳ خانه روی صفحه حساس نقش بندد.

ج) شکل موج روی صفحه حساس را در شکل رسم کنید.

چ) دامنه و فرکانس موج رسم شده در شکل را محاسبه کنید.

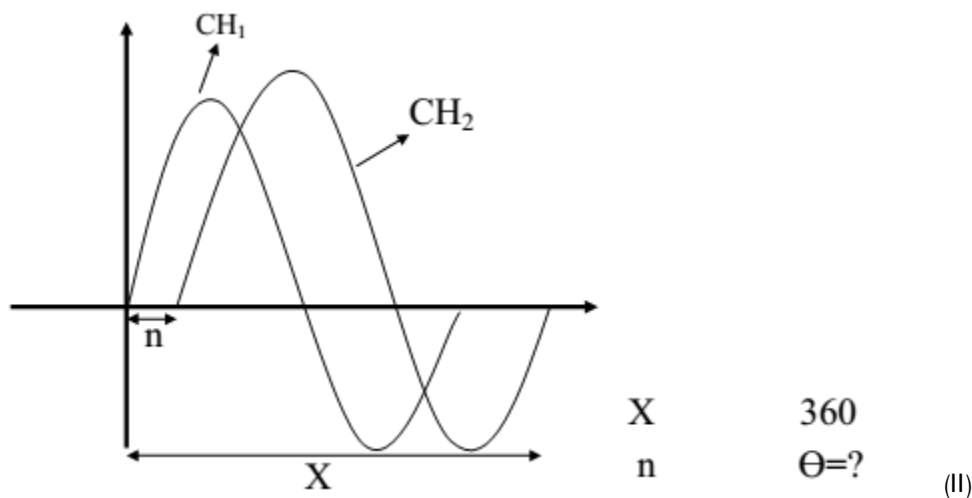
سوال: به طور مشروح توضیح دهید که از این آزمایش ها چه نتیجه ایی گرفته اید.

آزمایش هشتم : کاربرد اسیلوسکوپ برای اندازه گیری اختلاف فاز

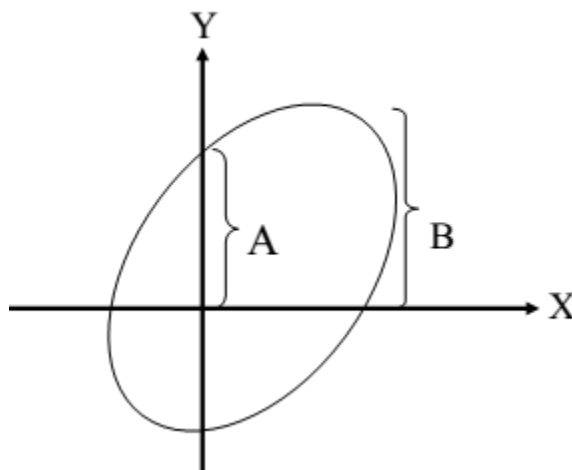
تئوری آزمایش :

همانطور که می دانیم برای اندازه گیری اختلاف فاز می توان از روش مستقیم و غیر مستقیم استفاده نمود.

(I) به این ترتیب که در روش مستقیم (روش حوزه زمانی) دکمه Mode را در حالت Dual قرار داده و سپس شکل موج های CH1 و CH2 را بطور همزمان مشاهده می نماییم. سپس از روی نمودار و با توجه به مقادیر n و X و از روابط زیر اختلاف فاز را محاسبه می کنیم:



(II) برای بدست آوردن اختلاف فاز از روش غیرمستقیم (روش لیسازور) ابتدا کلید Time/Div را در مد X-Y قرار داده و سپس با توجه به شکل بدست آمده اختلاف فاز را بدست می آوریم. (بعد از وصل دو سیگنال به کانال ها ابتدا هر دو کانال را روی مد GND قرار می دهیم تا نقطه نورانی ایجاد شده را در وسط محور مختصات تنظیم کنیم و سپس روی مد DC قرار داده تا اختلاف فاز را به دست آوریم.)



A : نقطه تلاقی بیضی بر محور Y ها

B : نقطه تلاقی بیضی بر محور X ها

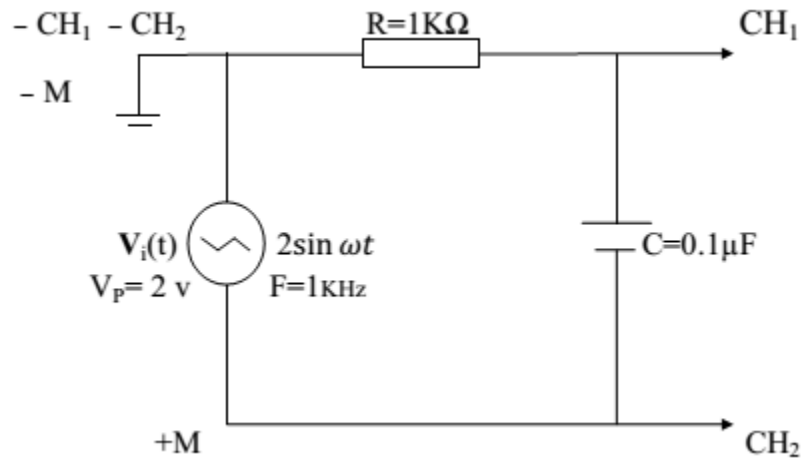
$$\sin \theta = A / B$$

$$\theta = \sin^{-1}(A/B)$$

وسایل مورد نیاز : مقاومت ، خازن ، بردبرد ، اسیلوسکوپ

انجام آزمایش :

(I) مدار شکل زیر را ببندید.

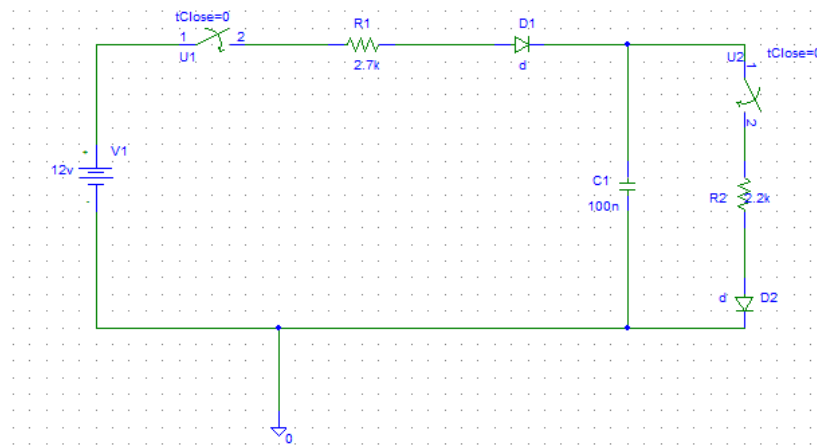


شکل ۸

- (۱-۱) اختلاف فاز بین شدت جریان و ولتاژ مدار فوق را به دو روش مستقیم و غیرمستقیم بدست آورید و سپس با هم مقایسه کنید.
- (۲-۱) شکل موج های مربوط به دو حالت را رسم نموده و توضیح دهید که دقت اندازه گیری در کدام حالت بیشتر خواهد بود.

آزمایش نهم : خازن ها

مدار شکل زیر را ببندید . کلیدها را می توانید با استفاده از سیم بسازید . هر دو کلید را باز بگذارید . LED ها و خازن جزو عناصری هستند که باید در اتصال درست دوسر آنها در مدار دقت کنید تا به درستی کار کنند.



شکل ۹

۱. U1 را ببندید و LED ها را مشاهده کنید . سپس U1 را باز و پس از آن U2 را ببندید . نتایج مشاهدات خود را در ردیف ۱ جدول زیر ثبت کنید:

مرحله	VR1	VR2	Q1	Q2	مشاهدات
۱					
۲					
۳					

					۴
					۵

جدول ۹

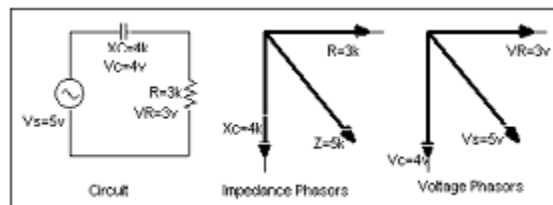
۲. در مرحله بعد $C1, C2$ را باهم سری کنید . هر دو کلید را باز کنید . مطمئن شوید که هر دو خازن به طور کامل تخلیه شده اند . این کار را با زدن یک سیم به دو سر خازن ها انجام دهید . $u1$ را ببندید . ولتاژ هر دو خازن را اندازه بگیرید . این عمل را سریع انجام دهید تا اندازه گیر باعث تخلیه خازن نشود . نتایج را در ردیف ۲ جدول ثبت کنید .
۳. با استفاده از ولتاژ اندازه گیری شده ، بارالکتریکی هر کدام از خازن ها را محاسبه کنید . پس از آن $u1$ را باز و $u2$ را ببندید . نتایج محاسبات و مشاهدات خود را در ردیف ۳ جدول منعکس کنید .
۴. خازن ها را از سری به موازی تبدیل کنید . هر دو کلید را باز کنید . مطمئن شوید که هر دو خازن کاملاً تخلیه شده اند . سپس $u1$ را ببندید . ولتاژ دو سر خازن های موازی را اندازه بگیرید و نتایج را در ردیف ۴ جدول وارد کنید .
۵. با استفاده از ولتاژ اندازه گیری شده ، بارالکتریکی هر کدام از خازن ها را محاسبه کنید . پس از آن $u1$ را باز و $u2$ را ببندید . نتایج محاسبات و مشاهدات خود را در ردیف ۵ جدول منعکس کنید .

مسائل :

- ۱- چرا زمان روشن شدن LED ها در مرحله ۲ و ۳ کمتر از مرحله ۱ است ؟
- ۲- چه اتفاقی به وجود خواهد آمد اگر خازن های بیشتری را در مرحله ۳ سری کنید ؟
- ۳- محدودیت های استفاده از یک ولت متر یا اهم متر را در تست یک خازن عنوان کنید .

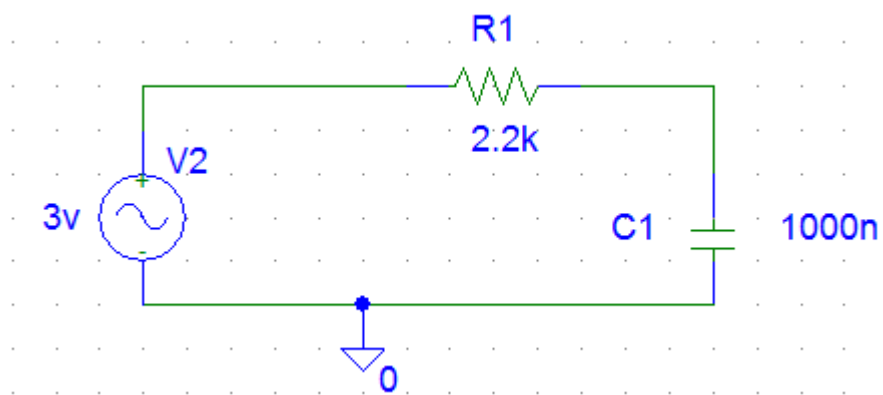
آزمایش دهم : مدارهای سری RC

وقتی یک موج سینوسی در یک فرکانس مشخص به یک مدار که فقط شامل عناصر خطی است (مقاومت ، سلف و خازن) اعمال شود ، شکل موج خروجی مدار نیز سینوسی با همان فرکانس خواهد بود . برای نمایش نسبت بین ولتاژها و جریان های سینوسی ، شکل موج ac را با یک کمیت فازوری نمایش می دهیم . یک کمیت فازوری ، یک عدد مختلط است که برای نمایش دامنه و فاز موج سینوسی بکاربرده می شود .



مراحل آزمایش :

مدار سری RC شکل ۱۰ را ببندید . سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی ۵۰۰ هرتز و ولتاژ پیک تو پیک ۳ ولت تنظیم کنید . نکته اینکه ولتاژ باید در حالی که مدار بسته است اندازه گرفته شود . ولتاژ را با اسکوپ تنظیم کنید .



شکل ۱۰

نکته : تمام ولتاژها و جریان ها در کل این آزمایش به صورت کمیت های پیک –پیک گزارش شوند .

با استفاده از تکنیک تفریق دو کانال که در آزمایش های قبل توضیح داده شد ، ولتاژ پیک –پیک دوسر خازن را اندازه بگیرید . سپس ولتاژ پیک –پیک دوسر مقاومت را اندازه بگیرید . ولتاژهای خوانده شده را در سطر اول جدول یادداشت کنید .

فرکانس	V_R	V_C	I	X_C	Z
500HZ					
1000HZ					
1500HZ					
2000HZ					
4000HZ					
8000HZ					

جدول ۱۰

جریان پیک – پیک مدار را با استفاده از قانون اهم محاسبه کنید .

راکتانس خازنی را با بکاربردن قانون اهم در دوسر خازن محاسبه کنید و در جدول وارد کنید .

امپدانس معادل مدار را با بکاربردن قانون اهم برای کل مدار محاسبه و در جدول وارد کنید .

فرکانس ژنراتور را به ۱۰۰۰ هرتز تغییر دهید و ولتاژ ژنراتور را چک کنید و اگر لازم بود مجدداً روی ۳ ولت پیک – پیک تنظیم کنید . مراحل بالا را تکرار و اطلاعات را در جدول وارد کنید .

- با بررسی اطلاعات جدول ، چه نتیجه ای می گیرید ؟

- فرض کنید می خواهید با استفاده از مدار سری RC یک فیلتر پایین گذر طراحی کنیم که فرکانس های بالا را تضعیف کند . فکر می کنید خروجی را باید از دو سر خازن بگیرید یا از دو سر مقاومت ؟ توضیح دهید .
- اگر فرکانس افزایش پیدا کند چه اتفاق برای امپدانس معادل یک مدار سری RC خواهد افتاد ؟
- فرض کنید که جریان در مدار به خاطر باز شدن مدار قطع شود . چگونه می توانید سریعاً تشخیص دهید خازن باز شده است یا مقاومت ؟