

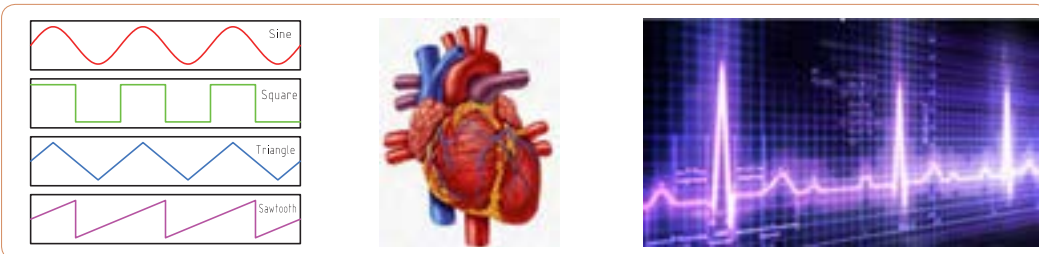
استاندارد عملکرد :

ترسیم شکل موج‌های مختلف و اندازه‌گیری کمیت‌ها با اسیلوسکوپ و نرم‌افزاری

۱-۳- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری  
سیگنال ژنراتور AF، اسیلوسکوپ، فرکانس‌متر، رایانه و نرم‌افزارهای مناسب  
ابزار عمومی برق یا الکترونیک، لوازم التحریر، منبع تغذیه،

مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است.

۲-۳- انواع شکل موج و مقایسه آنها  
آیا به امواج تولیدشده توسط قلب یا مغز انسان فکر کرده‌اید؟ چه نظمی بر این امواج حاکم است؟ چه دستگاه‌هایی این امواج را به ما نشان می‌دهند؟ اگر دستگاه نشان دهد که شکل موج تغییر کرده است، چه اتفاقی برای انسان رخ داده است؟ شکل ۱-۳ قلب و موج تولیدی توسط آن را نشان می‌دهد. چه شباهت‌هایی بین این امواج و امواج مورد مطالعه در این واحد یادگیری وجود دارد؟



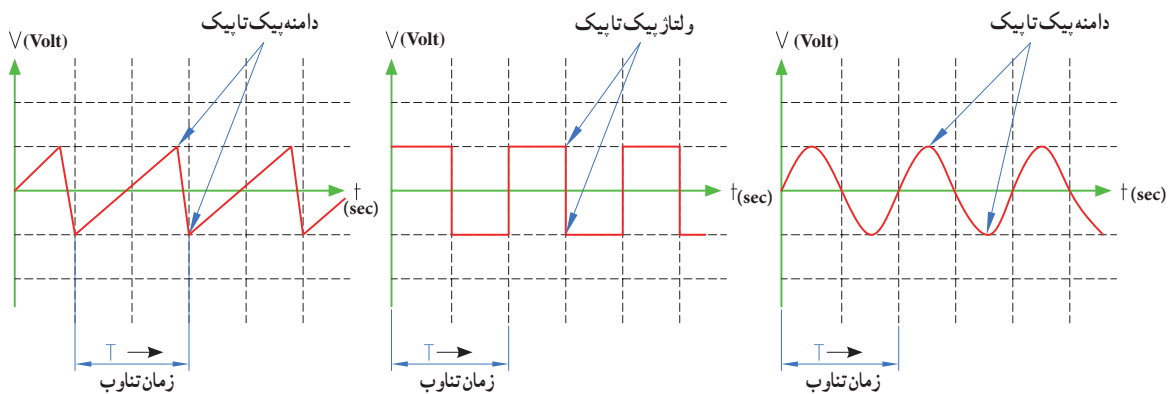
شکل ۲-۳- انواع شکل موج

شکل ۱-۳- قلب و شکل موج تولیدی توسط آن

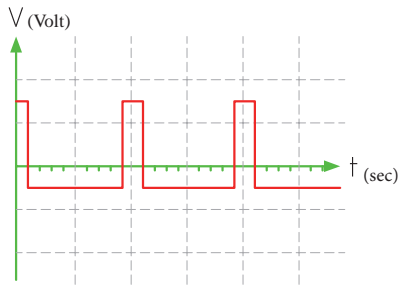
شکل ۳-۳ نشان داده شده است. در فصل دوم با انواع شکل موج‌های DC و AC و مؤلفه‌های موج آشنا شده‌اید. انواع شکل موج‌های AC متداول را در شکل ۲-۳ مشاهده می‌کنید. کمیت‌های ولتاژ بیک تا بیک و زمان تناوب در سه نوع شکل موج در

فیلم مربوط به انواع شکل موج را مشاهده کنید.

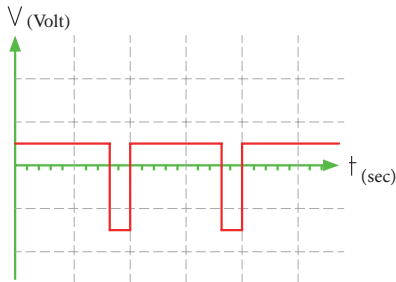
فیلم ۱



شکل ۳-۳- ولتاژ بیک تا بیک و زمان تناوب در سه نوع شکل موج



شکل ۵-۳ موج مربعی نامتقارن



شکل ۶-۳ موج مربعی نامتقارن

**مثال ۱-** اگر دامنه بیک تا بیک در موج‌های شکل ۳-۳ برابر  $20^\circ$  ولت و زمان تناوب  $4$  میلی ثانیه باشد، دامنه بیک و فرکانس موج را محاسبه کنید.  
پاسخ: ولتاژ قله تا قله در هر سه موج یکسان است.

ولت  $V_{PP} = 20^\circ$

ولت  $V_{PK} = \frac{V_{PP}}{2} = \frac{20^\circ}{2} = 10^\circ$  ولتاژ قله

زمان تناوب در هر سه موج یکسان و برابر  $4$  میلی ثانیه است.

$T = 4 \text{ msec} = 4 \times 10^{-3} \text{ sec}$

$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \text{ msec}} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ HZ}$

محاسبات نشان می‌دهد که کمیت‌های ولتاژ بیک تا بیک، زمان تناوب و فرکانس و شیوه محاسبه آنها در موج‌های مختلف از روش یکسانی برخوردار است. آیا معدل ولتاژ در این سه نوع موج در زمان یک سیکل یکسان است؟

فکر کنید



**پرسش:** چه تفاوت‌هایی بین موج مربعی متقارن و نامتقارن وجود دارد؟

**پرسش:** اگر زمان تناوب هر سه موج شکل‌های ۳-۴، ۳-۵، ۳-۶ و ۳-۳ یکسان و برابر  $20^\circ$  میکروثانیه باشد، فرکانس موج‌ها را محاسبه کنید.

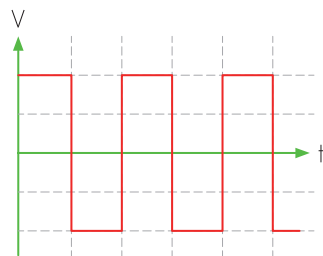
$T = \dots \mu \text{ Sec}$       $F = \frac{1}{T}$

فعالیت

**۳-۳ ساختار موج‌ها**

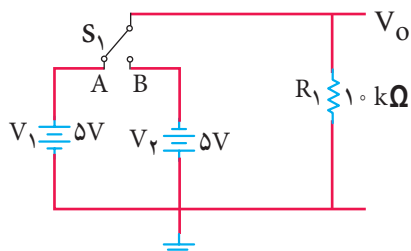
در مورد موج سینوسی و ساختار آن در فصل دوم شرح داده شد. در این واحد یادگیری به شرح موج مربعی و دندانه‌اره‌ای می‌پردازیم.

موج مربعی (Square Wave): موج مربعی از نظر ساختاری به دو صورت متقارن (Symmetry) و نامتقارن (Non Symmetry) تولید می‌شود. در شکل ۳-۴ و ۳-۵ موج مربعی متقارن و در شکل‌های ۳-۶ و ۳-۳ موج مربعی نامتقارن رسم شده است.



شکل ۴-۳ موج مربعی متقارن

اگر در شکل ۷-۳ کلید K به مدت  $2$  میلی ثانیه در وضعیت A و  $2$  میلی ثانیه در وضعیت B قرار گیرد و این فرایند تکرار شود، شکل موج خروجی چه نوع موجی است؟ (الف) مربعی متقارن (ب) مربعی نامتقارن

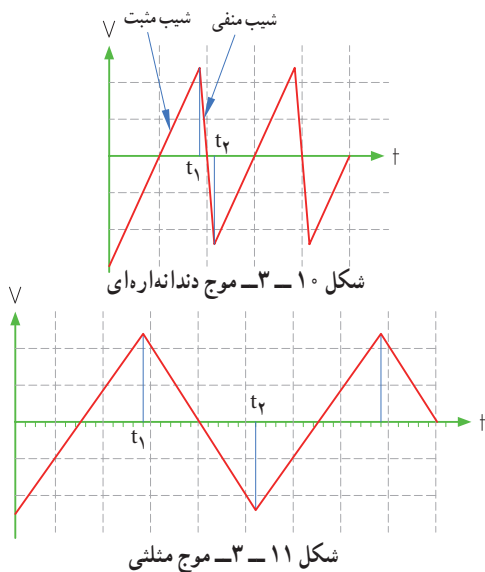


شکل ۷-۳

**موج دندانه اره‌ای (Sawtooth Wave): شکل ۱۰-۳**

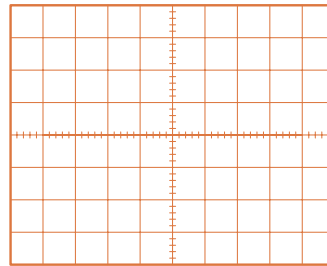
یک موج دندانه اره‌ای را نشان می‌دهد.

مشاهده می‌شود در موج دندانه اره‌ای، تغییرات ولتاژ نسبت به زمان خطی است. از زمان صفر تا  $t_1$  شیب خط مثبت و از زمان  $t_1$  تا  $t_2$  شیب خط منفی است. از زمان  $t_2$  تا  $t_1$  دامنه موج از مقدار منفی در حال افزایش است (براساس رابطه  $y = +ax$ ). این زمان را زمان رفت یا تریس (Trace) گویند. از لحظه  $t_1$  تا  $t_2$  دامنه موج در حال کم‌شدن با شیب منفی است (براساس رابطه  $y = -ax$ ). این زمان را زمان برگشت یا ریتریس (Retrace) گویند. در موج دندانه‌اره‌ای زمان رفت خیلی بیشتر از زمان برگشت است.



**پرسش ۴:** چه تفاوتی بین موج دندانه اره‌ای (شکل ۱۰-۳) و موج مثلثی (Triangle Wave) (شکل ۱۱-۳) وجود دارد؟

۲ شکل موج خروجی مدار ۳-۷ را در شکل ۳-۸ رسم کنید. دامنه و فرکانس موج را محاسبه کنید. مقیاس برای رسم موج را برای هر خانه عمودی معادل ۲ ولت و هر خانه افقی معادل ۱ میلی‌ثانیه در نظر بگیرید.

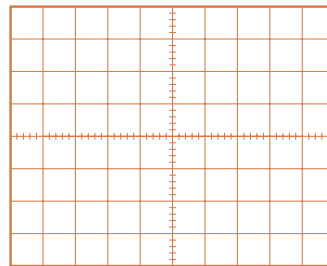


شکل ۳-۸ - موج مربعی

۲ اگر در شکل ۳-۷، ۲ میلی‌ثانیه کلید در وضعیت A و ۵ میلی‌ثانیه در وضعیت B قرار گیرد و این فرایند تکرار شود، شکل موج خروجی چگونه است؟

الف) مربعی متقارن ب) مربعی نامتقارن

۴ شکل موج خروجی مربوط به مرحله ۳ را در شکل ۳-۹ رسم کنید. مقیاس را برای رسم موج مناسب انتخاب کنید.



شکل ۳-۹

شکل ۳-۷ چگونه تولید موج مربعی را بیان می‌کند. در عمل از دو باتری و کلیدزنی دستی برای تولید موج مربعی استفاده نمی‌کنند، بلکه به کمک یک باتری و مدارهای الکترونیکی، موج مربعی تولید می‌شود.

نکته



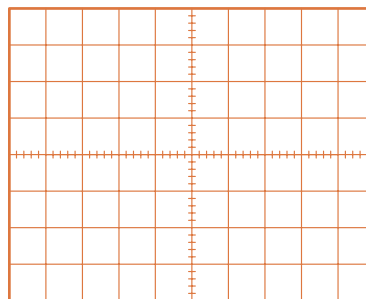
۴-۳- کار عملی شماره ۱: ترسیم شکل موج

هدف: کسب مهارت در ترسیم انواع شکل موج

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: خط‌کش، مداد، پاک‌کن  
مراحل انجام کار

۱- ترسیم شکل موج سینوسی: موجی سینوسی با

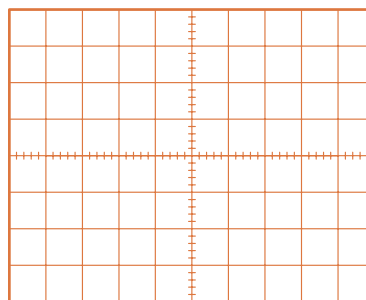
دامنه پیک (قله) ۳ ولت و فرکانس  $50^\circ$  هرتر را در شکل  
۱۲-۳ رسم کنید. مقیاس برای رسم شکل موج هر خانه  
عمودی را معادل ۱ ولت و هر خانه افقی معادل  $2/5$  میلی‌ثانیه  
در نظر بگیرید.



شکل ۱۲-۳- محل ترسیم موج سینوسی

۲- ترسیم شکل موج مربعی متقارن: موج مربعی

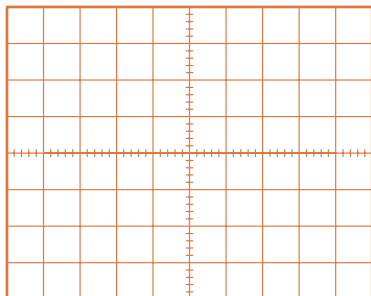
متقارن با دامنه پیک تا پیک ۸ ولت و زمان تناوب  $4^\circ$  میکروثانیه  
را در شکل ۱۳-۳ رسم کنید. برای رسم شکل موج هر  
خانه عمودی را معادل ۱ ولت و هر خانه افقی را معادل ۵  
میکروثانیه در نظر بگیرید.



شکل ۱۳-۳- محل ترسیم موج مربعی متقارن

۳- ترسیم شکل موج مربعی نامتقارن: موج مربعی

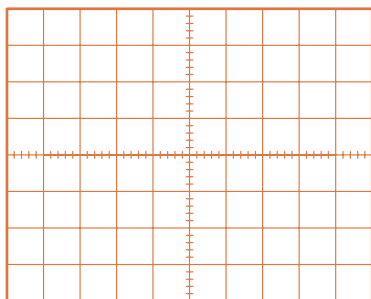
نامتقارن با مشخصات دامنه پیک  $3^\circ$  میلی‌ولت و زمان تناوب  
 $10^\circ$  ثانیه را در شکل ۱۴-۳ رسم کنید. قسمت دامنه مثبت  
موج در ۳ ثانیه و دامنه منفی موج به مدت ۷ ثانیه دوام دارد.  
مقیاس را مناسب انتخاب کنید. دامنه مثبت و منفی با هم  
برابر هستند.



شکل ۱۴-۳- محل ترسیم موج مربعی نامتقارن

۴- ترسیم شکل موج دندانه‌اره‌ای: موجی دندانه‌اره‌ای

با مقدار قله تا قله ۱۲ ولت و زمان تناوب  $10^\circ$  میلی‌ثانیه را  
در شکل ۱۵-۳ ترسیم کنید. زمان رفت موج معادل  $9^\circ$   
میلی‌ثانیه و زمان برگشت موج معادل  $1^\circ$  میلی‌ثانیه است.  
هر خانه عمودی را معادل ۲ ولت و هر خانه افقی را معادل  
 $1^\circ$  میلی‌ثانیه در نظر بگیرید.



شکل ۱۵-۳- محل ترسیم موج دندانه‌اره‌ای

فیلم کاربرد انواع موج‌های سینوسی، مربعی، مثلثی و دندانه‌اره‌ای را ببینید.

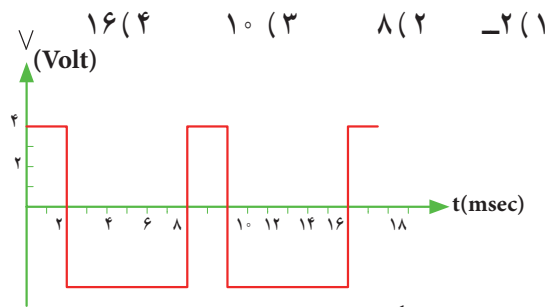
پرسش: در صورتی که زمان وجود موج مربعی ۵ میکروثانیه و زمان تناوب موج  $2^\circ$  میکروثانیه باشد چرخه دوام را محاسبه کنید.

فیلم ۲



## الگوی پرسش

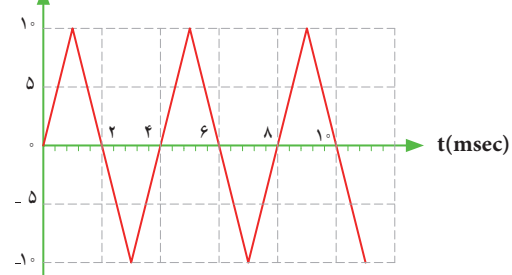
- ۱ Square Wave به معنی .....  
 ۲ Sawtooth Wave به معنی ..... است.  
 ۳ زمان تناوب موج شکل ۱۶-۳ چند میلی ثانیه است؟



شکل ۱۶-۳ موج مربعی نامتوازن

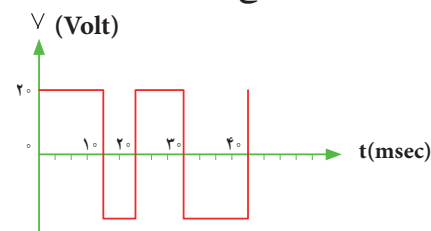
- ۳ موج شکل ۱۷-۳ الف در یک سیکل دارای مقدار معدل

(۱ صفر ۲ مثبت ۳ منفی) است.



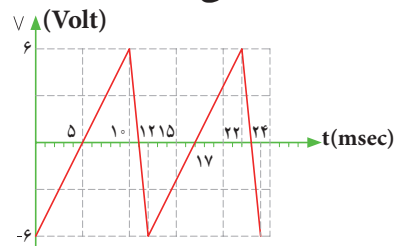
شکل ۱۷-۳ الف موج مثلثی

- ۴ زمان تناوب و فرکانس موج شکل ۱۷-۳ ب را محاسبه کنید.



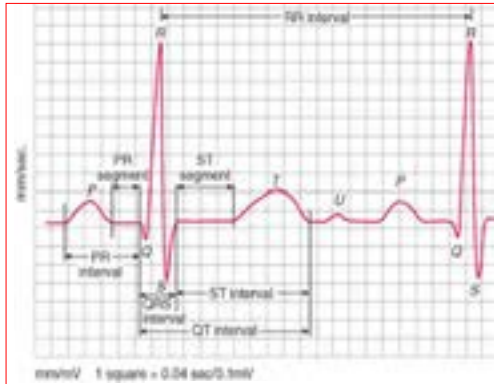
شکل ۱۷-۳ ب موج مربعی متوازن

- ۵ زمان تناوب و فرکانس موج شکل ۱۷-۳ پ را محاسبه کنید.



شکل ۱۷-۳ پ موج دنداناره ای

۶ شکل ۱۸-۳ موج تولیدی قلب (ضربان قلب) را نشان می دهد. اگر هر ضلع مربع در جهت افقی برابر ۴ / میلی ثانیه و در جهت عمودی برابر ۱ / میلی ولت باشد، مقدار ولتاژ قله تا قله و زمان تناوب (زمان R تا R) و فرکانس موج (تعداد ضربان قلب در یک ثانیه) را حساب کنید.



شکل ۱۸-۳ موج تولیدی توسط قلب

## ۳-۵ سیگنال ژنراتور صوتی

### Audio Frequency Signal Generator (AF SG)

دستگاه مولد سیگنال صوتی یا سیگنال ژنراتور صوتی، یک دستگاه آزمایشگاهی است که می تواند سیگنال سینوسی و مربعی در محدوده فرکانسی چند هرتز تا ۱۰۰ کیلوهرتز یا فرکانس های بیشتر تا حدود یک مگاهرتز (۱ M HZ) را تولید کند. این دستگاه انرژی خود را از طریق باتری یا برق شهر تأمین می کند و با استفاده از ولتاژ DC، موج متناوب تولید می کند. در شکل ۱۹-۳ یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور صوتی (AF) را مشاهده می کنید.

دستگاه هایی که علاوه بر موج های سینوسی و مربعی، امواج دیگری مانند موج های مثلثی و دنداناره ای تولید می کنند را فانکشن ژنراتور می نامند، (Function Generator).



شکل ۱۹-۳ یک نمونه سیگنال ژنراتور

### ۳-۷- عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال ژنراتور

برای کار با سیگنال ژنراتور صوتی یا هر دستگاه دیگری، لازم است از دفترچه راهنمای کاربر:

(owner manual – User manual – Instruction manual) استفاده کنید. معمولاً این دفترچه‌ها به زبان انگلیسی است. چنانچه استفاده از یک نمونه آن را یاد بگیرید به آسانی می‌توانید سایر نمونه‌های مشابه را با کمی مطالعه به کار ببرید. به منظور آشنایی اولیه، به شرح مختصر عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه از دستگاه سیگنال ژنراتور مانند شکل ۳-۲۱ می‌پردازیم. معمولاً عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای سایر دستگاه‌ها، شبیه عملکرد همین دستگاه است. در کنار شکل، شرح کلی هر یک از دگمه‌ها و سلکتورها نوشته شده است. شرح کامل عملکرد آنها در کتاب همراه آورده شده است.

#### پژوهش

- با توجه به اینکه سیگنال ژنراتورها ایده‌آل نبوده و مانند باتری‌ها مقاومت معادلی در داخل دستگاه به صورت سری با آن قرار می‌گیرد، نقش مقاومت داخلی در دستگاه سیگنال ژنراتور AF یا دستگاه‌های مشابه را بررسی کنید و نتایج پژوهش را به کلاس ارائه دهید.
- در مورد انواع سیگنال ژنراتور پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

#### نکته

در مورد کار با انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری باید به گونه‌ای عمل کنید که با مشاهده دگمه‌ها و سلکتورهای آن و مراجعه به راهنمای کاربرد، به آسانی بتوانید با آن کار کنید. درست مانند همان روشی است که در مورد کار با تلفن همراه انجام می‌دهید. به عبارت دیگر با تعویض تلفن همراه، با یک مطالعه مختصر می‌توانید با دستگاه جدید کار کنید.

### ۳-۶- انواع سیگنال ژنراتور صوتی (AF)

سیگنال ژنراتور صوتی (AF) از نظر کاربرد در دو نوع، با دگمه‌ها و سلکتورهای مکانیکی و با دگمه‌ها و سلکتورهای لمسی یا فشاری ساخته می‌شود. شکل ۳-۲۰ یک نمونه سیگنال ژنراتور AF با دگمه‌ها و سلکتورهای مکانیکی و شکل ۳-۲۱ نمونه‌ای از سیگنال ژنراتور با دگمه‌ها و سلکتورهای لمسی را نشان می‌دهد.



۳-۲۰- سیگنال ژنراتور با کلیدها و سلکتورهای مکانیکی

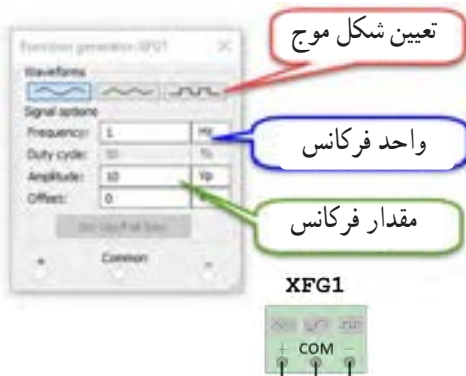


۳-۲۱- سیگنال ژنراتور با کلیدها و سلکتورهای لمسی

#### پژوهش

با درج Audio Frequency Signal Generator در یکی از موتورهای جست‌وجو مانند گوگل، چند نمونه دیگر از سیگنال ژنراتور را پیدا کنید و مشخصات آنها را استخراج و به کلاس ارائه دهید.

۴ فانکشن ژنراتور را از منوی ابزار، انتخاب و روی آن دوبار کلیک چپ کنید تا شکل ۲۳-۳ روی میز کار ظاهر شود.



شکل ۲۳-۳ فانکشن ژنراتور و صفحه تنظیم آن

برای دریافت ولتاژ پیک از ترمینال مثبت و GND استفاده کنید. در صورتی که از دو ترمینال + و - استفاده کنید، دو منبع هم اندازه باهم جمع شده و ولتاژی دو برابر حالت تنظیم شده در خروجی دریافت می کنید.

این فانکشن ژنراتور می تواند شکل موج های مربعی، مثلثی و سینوسی را تولید کند. توسط این دستگاه می توانید مقادیر فرکانس، واحد فرکانس و دامنه (پیک) موج را تغییر دهید.

۵ فانکشن ژنراتور را مطابق شکل ۲۴-۳ برای ایجاد ولتاژ سینوسی با دامنه ۱۰ ولت پیک و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید.



شکل ۲۴-۳ صفحه تنظیم فرکانس و دامنه در نرم افزار



شکل ۲۲-۳ یک نمونه سیگنال ژنراتور

توجه: در صورتی که نمونه های دیگری در آزمایشگاه شما وجود دارد می توانید با استفاده از راهنمای کاربرد آن، دگمه ها و سلکتورها را شناسایی کنید.

۸-۳ کار عملی شماره ۲: فانکشن ژنراتور در نرم افزار  
هدف: کسب مهارت در کار با فانکشن ژنراتور و دستگاه های اندازه گیری موجود در نرم افزار  
مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: نرم افزار مرتبط- رایانه  
مراحل انجام کار

۱ به فیلم کار با فانکشن ژنراتور موجود در نرم افزار توجه کنید و چگونگی کار با دگمه ها و سلکتورهای آن را به خاطر بسپارید.

۲ با توجه به محتوای فیلم و توضیحات آن و مشاهده عملکرد کلیدها و دگمه های فانکشن ژنراتور موجود در نرم افزار که توسط معلم در کلاس به نمایش در آمده است

و مشاهده فیلم کار با نرم افزار در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه ها و ولوم های فانکشن ژنراتور نرم افزار بحث کنید.

۳ در صورتی که نرم افزاری مانند مولتی سیم یا هر نرم افزار مرتبط دیگر روی رایانه نصب نیست آن را نصب و راه اندازی کنید.

فیلم ۳

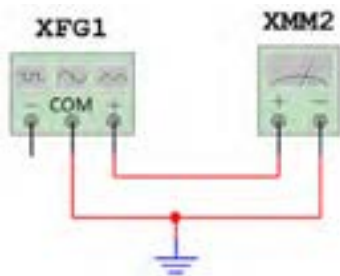


فعالیت گروهی



مؤثر ولتاژ را نشان می‌دهد، آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده توسط رابطه زیر برابر است؟

$$\text{ولت} = \frac{V_{pk}}{\sqrt{2}} = V_e = \text{ولتاژ مؤثر برق شهر}$$



شکل ۲۷ - ۳ - شبیه‌سازی ولتاژ برق شهر

### الگوی پرسش

شکل ۲۸ - ۳ یک نمونه سیگنال ژنراتور دیجیتالی و مشخصات آن را به زبان اصلی نشان می‌دهد. با توجه به متن انگلیسی به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

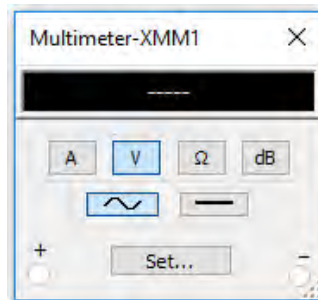
۱) محدوده فرکانس تولیدی توسط دستگاه چقدر است؟

۲) در صفحه نمایش، فرکانس و دامنه تا چند رقم نشان داده می‌شود؟



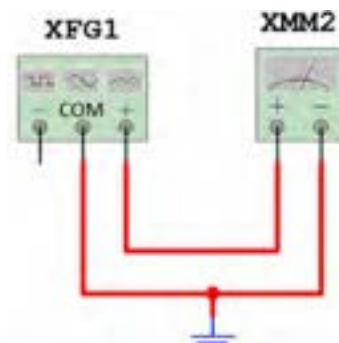
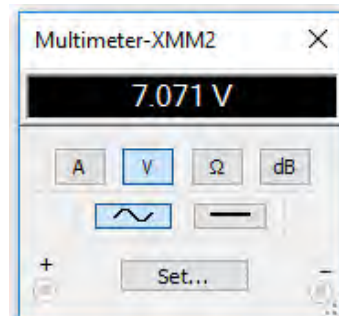
شکل ۲۸ - ۳ - نمونه‌ای از سیگنال ژنراتور دیجیتالی

۶) مولتی‌متر را از منوی ابزار به روی صفحه کار آورده و آن را برای اندازه‌گیری ولتاژ AC مانند شکل ۲۵ - ۳ تنظیم کنید.



شکل ۲۵ - ۳ - تنظیم مولتی‌متر برای اندازه‌گیری ولتاژ AC

۷) مولتی‌متر را مطابق شکل ۲۶ - ۳ به فانکشن ژنراتور وصل کنید و مقدار ولتاژ دستگاه را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V = \dots\dots\dots$



شکل ۲۶ - ۳ - اتصال ولت‌متر به فانکشن ژنراتور

۸) برای شبیه‌سازی ولتاژ برق شهر، فانکشن ژنراتور را روی موجی سینوسی با دامنه پیک ۳۱۱ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز تنظیم کنید. مطابق شکل ۲۷ - ۳، توسط ولت‌متر AC مقدار ولتاژ دستگاه را اندازه بگیرید. چون ولت‌متر AC مقدار



The frequency, amplitude and duty cycle can be adjusted continuously.  
 .Frequency range: 0.2 - 2 MHz  
 .5 - digit LED frequency display, 3-digit amplitude display synchronous  
 . Attenuation: 20dB/40dB

**Specifications:**

|                   |   |
|-------------------|---|
| Basic function    |   |
| Frequency range   | 0.2 MHz/2Hz/20Hz/ 200Hz/2kHz/200kHz/2MHz                    |
| Amplitude         | (2Vp-p~20Vp-p) ±20%   |
| Output signal     | 50Ω   |
| impedance         |   |
| Attenuation       | 20dB/40dB   |
| Duty cycle        | 20%~80%±(10%)   |
| Display           | 5 digits CED frequency display synchronously                |
| Sine Wave         | Distortoin<2%   |
| Triangle Wave     | Linearity>99%   |
| Square Wave       | Rise edge times/fall edge times<100nS                       |
| Time base         | Symmetry frequency: 12 MHz, frequency stability:<br>±5×10-5 |
| Signal frequency  | < 0.1 Minutes   |
| Stability         |   |
| Measurement error | ≤0.5%   |
| Dimension         | 270 mm×215mm×100mm  |



شکل ۲۹-۳- دستگاه‌های الکترونیکی آسیب‌پذیر هستند.

**سؤال ایمنی**

۲ علامت شکل ۳-۳ روی یک دستگاه چه مفهومی دارد؟



شکل ۳-۳- علامت روی دستگاه

۳ حداکثر دامنه تا چند ولت یک تایپیک قابل تنظیم است؟

۴ دستگاه چه نوع شکل موج‌هایی تولید می‌کند؟

۵ دگمه تضعیف (ATT) چند حالت دارد و مقدار تضعیف چند دسی‌بل است؟

۶ حداکثر خطا در اندازه‌گیری چند درصد است؟

۷ ابعاد دستگاه را بنویسید.

۸ صفحه‌نمایش این دستگاه چه کمیت‌هایی را نشان می‌دهد؟

BNC اول چه کلماتی است؟ در این مورد پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



۹-۳- کار عملی شماره ۳: کار با سیگنال ژنراتور موجود در آزمایشگاه

هدف: کسب مهارت در کار با سیگنال ژنراتور واقعی  
 مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: مولتی‌متر دیجیتالی  
 یک دستگاه، سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه، سیم رابط  
 یک سر BNC یک سر سوسماری، سیم رابط یک سر  
 BNC یک سر موزی (فیشی)

مراحل انجام کار

۱ علت آسیب دیدن دستگاه شکل ۲۹-۳ را مشخص کنید.  
 دستگاه‌های الکترونیکی مانند سیگنال ژنراتور آسیب‌پذیر هستند لذا قبل از کار با هر نوع دستگاهی، ابتدا راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید و در خلال انجام کار عملی، حتماً دستورات ارائه شده در آن را به اجرا در آورید. هنگام اتصال دستگاه به برق شهر، حتماً به ولتاژ کار آن توجه کنید. به سلکتورها و دگمه‌های دستگاه فشار بیش از حد وارد نکنید.

فکر کنید





۳ فیلم مربوط به عملکرد کلیدها، دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال‌ژنراتور واقعی را ببینید.

۴ باتوجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با سیگنال‌ژنراتور نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با سیگنال‌ژنراتور در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های سیگنال‌ژنراتور بحث و نتیجه‌گیری کنید.

۵ آیا می‌توان به یک پریز برق، دو شاخه چندین دستگاه را مانند شکل ۳۱-۳ متصل نمود؟ در صورت عدم رعایت استانداردها، این کار چه خطراتی دارد؟



شکل ۳۱-۳- علامت روی دستگاه

۶ سیگنال ژنراتور AF موجود در کارگاه را مورد بررسی قرار دهید و ورودی‌ها، خروجی‌ها، کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای آن را شناسایی کنید. سپس نام و عملکرد هر کدام

جدول ۱-۳- نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌ها و سلکتورهای سیگنال ژنراتور

| شماره | نام کلید، ولوم یا سلکتور به زبان اصلی | نام کلید، ولوم یا سلکتور به زبان فارسی | شرح مختصر عملکرد کلید، ولوم یا سلکتور |
|-------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| ۱     |                                       |  |                                       |
| ۲     |                                       |  |                                       |
| ۳     |                                       |  |                                       |
| ۴     |                                       |  |                                       |
| ۵     |                                       |  |                                       |
| ۶     |                                       |  |                                       |
| ۷     |                                       |  |                                       |
| ۸     |                                       |  |                                       |

۷ راهنمای کاربرد دستگاه موجود در آزمایشگاه را مورد مطالعه قرار دهید و محدوده فرکانس تولیدی توسط دستگاه، حوزه کار (رنج) تغییر فرکانس، ضرایب تغییر فرکانس،

جدول ۲-۳ بنویسید.

جدول ۲-۳- مشخصات فنی دستگاه

| شماره             | ۱                     | ۲                                   | ۳                  | ۴                       | ۵         | ۶          | ۷          | ۸           | ۹              |
|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------|------------|------------|-------------|----------------|
| مشخصات فنی دستگاه | حداقل و حداکثر فرکانس | حوزه تغییرات فرکانس Frequency Range | ماکزیم ولتاژ خروجی | ضرایب تضعیف Attenuation | ولتاژ کار | توان مصرفی | دقت فرکانس | ابعاد و وزن | درجه حرارت کار |
|                   |                       |                                     |                    |                         |           |            |            |             |                |

۸ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰ هرتز تنظیم کنید. به وسیله مولتی متر دیجیتالی حداقل و حداکثر ولتاژی که دستگاه می تواند تولید کند را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

= عدد ضرب (حوزه کار یا رنج فرکانس)

= عدد سلکتور فرکانس

$$F = ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad \text{HZ}$$

ولت  $V_{out \max}$  (ولتاژ خروجی ماکزیمم)

ولت  $V_{out \min}$  (ولتاژ خروجی مینیمم)

۹ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱۰۰۰۰ هرتز تنظیم کنید. مجدداً به وسیله مولتی متر دیجیتالی حداقل و حداکثر ولتاژی که دستگاه می تواند تولید کند را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

= عدد ضرب (حوزه کار یا رنج فرکانس)

= عدد سلکتور فرکانس

$$F = ( \quad ) \times ( \quad ) = \quad \text{HZ}$$

ولت  $V_{out \max}$  (ولتاژ خروجی ماکزیمم)

ولت  $V_{out \min}$  (ولتاژ خروجی مینیمم)

۱۰ آیا در مرحله ۹ حداقل و حداکثر مقدار ولتاژ خروجی تغییر نموده است؟

در صورتی که پاسخ مثبت است، علت را توضیح دهید.

۱۱ فرکانس موج سینوسی را روی ۵۰۰ هرتز و دامنه ولتاژ ماکزیمم تنظیم کنید. دکمه تضعیف (Att) دستگاه را فعال کنید. ولتاژ خروجی را به وسیله مولتی متر اندازه بگیرید.

(ولتاژ خروجی ماکزیمم بدون تضعیف)

$$V \dots \dots \dots = V_{out \max} = V_1$$

(ولتاژ خروجی ماکزیمم با تضعیف)

$$V \dots \dots \dots = V_{out \max} = V_2$$

۱۲ ولتاژ خروجی دستگاه چند برابر (مرتبه) تضعیف شده است؟

$$\text{مرتبه} \dots \dots \dots = \frac{V_1}{V_2} = \text{مقدار تضعیف}$$

۱۲ کلید تضعیف سیگنال ژنراتور را به حالت معمولی (در نمونه شکل ۳۲ - ۳ به حالت HIGH) برگردانید و دستگاه را روی موج مربعی با فرکانس ۵۰۰ هرتز تنظیم کنید (شکل ۳۳ - ۳). حداقل و حداکثر مقدار ولتاژ موج خروجی دستگاه را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ولت  $V_{out \max}$  (ولتاژ خروجی ماکزیمم)

ولت  $V_{out \min}$  (ولتاژ خروجی مینیمم)

توجه:

اگر کلید تضعیف دستگاه شما وضعیت های مختلفی دارد، میزان تضعیف هر وضعیت کلید را می توانید اندازه بگیرید. مرحله ۱۳ برای دستگاهی مانند شکل ۳۲ - ۳ مطرح شده است که کلید تضعیف دو حالت HIGH و LOW دارد.



شکل ۳۲ - ۳ کلید در وضعیت موج

### الگوی پرسش

۱ سیگنال ژنراتور AF مولد سیگنال هایی با شکل موج ..... و ..... است.

۲ کار کلید سلکتور Attenuator ..... سیگنال است.

۳ اگر صفحه مدرج انتخاب فرکانس سیگنال ژنراتور روی عدد ۲۰ و کلید انتخاب حوزه کار روی ۱k باشد، فرکانس تولیدی توسط سیگنال ژنراتور ..... کیلوهرتز است.

چند هرتز تا ده‌ها مگا هرتز تغییر می‌کند. در کتاب همراه هنرجو کار کلیدها، دکمه‌ها و ولوم‌های دستگاه شرح داده شده است.



شکل ۳۵-۳- فرکانس متر دیجیتالی

۱۱-۳- کار عملی شماره ۴: کار با فرکانس متر در فضای نرم افزاری

هدف: کسب مهارت در کار با فرکانس متر نرم افزار  
مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: نرم افزار مرتبط- رایانه  
مراحل انجام کار:

فیلم ۵

۱- فیلم مربوط به عملکرد کلیدها، دکمه‌ها و ولوم‌های یک نمونه فرکانس متر دیجیتالی را در فضای نرم افزار مشاهده کنید.

فعالیت گروهی

۲- با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با فرکانس متر دیجیتالی نرم افزار)، با همکار گروه خود در مورد کار دکمه‌ها و ولوم‌های فرکانس متر دیجیتالی بحث کنید.

۲- فانکشن ژنراتور را مطابق آزمایش‌های قبل روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰۰ هرتز و دامنه ۱۰ ولت پیک تنظیم کنید.

۴- فرکانس متر را از منوی ابزار، انتخاب و روی آن دوبار کلیک چپ کنید تا روی میز کار ظاهر شود.

۴- اگر کلید سلکتور Attenuator روی صفر دسی بل باشد، دامنه سیگنال تولید شده توسط سیگنال ژنراتور صفر است.

صحيح  غلط

۵- ۱۰ db- تضعیف، دامنه سیگنال تولید شده را  $\frac{1}{3}$  و  $20\text{ db-}$  تضعیف، دامنه سیگنال را  $\frac{1}{10}$  کاهش می‌دهد.

صحيح  غلط

۶- نمونه‌ای از فانکشن ژنراتور دیجیتالی را در شکل ۳۴-۳ مشاهده می‌کنید. برخی اطلاعات دستگاه به زبان اصلی نوشته شده است. با توجه به این اطلاعات به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- محدوده فرکانس تولیدی دستگاه
- شکل موج‌های تولیدی توسط دستگاه
- حداکثر تضعیف بر حسب دسی بل



شکل ۳۴-۳- فانکشن ژنراتور دیجیتالی

- .Frequency is selectable from 1 H to 5 MHz
- .Sine, Square, or triangle waveform output
- .Direct digital synthesis (DDS) architecture
- .Bright, eye- to - read LED display
- .Number pad for quick inout of frequency
- .Front panel push button and pull knob can .attenuate output by up to 40 dB
- .Adjustable duty cycle and DC offset

۱۰-۳- فرکانس متر دیجیتالی  
(Digital Ferequency Meter)

فرکانس متر دیجیتالی، دستگاهی است که فرکانس سیگنال متناوب را اندازه می‌گیرد و مقدار آن را روی صفحه نمایش (Display) نشان می‌دهد. در شکل ۳۵-۳ یک نمونه فرکانس متر دیجیتالی را مشاهده می‌کنید. حوزه اندازه‌گیری فرکانس در انواع آنها متفاوت است و با توجه به نوع دستگاه از

## مراحل انجام کار

فیلم ۶

۱ فیلم مربوط به عملکرد کلیدها، دگمه‌ها و ولوم‌های یک نمونه فرکانس متر دیجیتالی واقعی را ببینید.

- قبل از کار با هر نوع دستگاهی، حتماً راهنمای کاربرد آن را به دقت مطالعه کنید و در خلال انجام کار عملی دستورات ارائه شده را به اجرا درآورید.
- کلیه نکات ایمنی مربوط به دستگاه سیگنال ژنراتور را در مورد دستگاه فرکانس متر نیز رعایت کنید.

فعالیت گروهی

۲ با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با فرکانس متر دیجیتالی نرم افزار)، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های فرکانس متر دیجیتالی بحث کنید و اطلاعات مهم را مرور کنید.

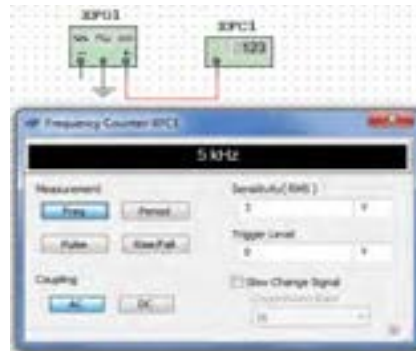
۳ فرکانس متر دیجیتالی موجود در کارگاه را مورد بررسی قرار دهید و با استفاده از راهنمای کاربرد، ورودی‌ها، کلیدها و ولوم‌های آن را شناسایی کنید. سپس نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌ها را در جدول ۳-۳ بنویسید. در صورتی که تعداد کلیدها و ولوم‌ها بیش از ۸ کلید است، روی کاغذ جداگانه‌ای جدولی با سطرهای بیشتر ترسیم کنید.

جدول ۳-۳ نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های فرکانس متر دیجیتالی

| شماره | نام کلید ورودی‌ها، یا ولوم به زبان انگلیسی | نام کلید ورودی‌ها، یا ولوم به زبان فارسی | شرح مختصر عملکرد کلید یا ولوم |
|-------|--|--|-------------------------------|
| ۱     |  |  |                               |
| ۲     |  |  |                               |
| ۳     |  |  |                               |
| ۴     |  |  |                               |
| ۵     |  |  |                               |
| ۶     |  |  |                               |
| ۷     |  |  |                               |
| ۸     |  |  |                               |

۵ فرکانس متر را مطابق شکل ۳۶-۳ به سیگنال ژنراتور وصل کنید و فرکانس موج را اندازه بگیرید.

$$F = \dots\dots\dots \text{ HZ}$$



شکل ۳۶-۳ اتصال سیگنال ژنراتور به فرکانس متر نرم افزار

۶ دگمه زمان تناوب فرکانس متر را فعال کنید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = \dots\dots\dots \text{ ثانیه}$$

۷ با استفاده از رابطه  $T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Sec}$  بررسی کنید آیا زمان تناوب صحیح اندازه گیری شده است؟ در صورتی که پاسخ منفی است چرا؟

۱۲-۳ کار عملی شماره ۵: کار با فرکانس متر دیجیتالی موجود در کارگاه

هدف: کسب مهارت در کار با فرکانس متر واقعی  
مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: فرکانس متر، یک دستگاه سیگنال ژنراتور، یک دستگاه سیم‌های رابط به تعداد کافی

توجه: می‌توانید آزمایش را برای چند فرکانس دلخواه دیگر تکرار کنید تا در کار با فرکانس متر تسلط کامل پیدا کنید.



شکل ۳۷-۳- ورودی‌های فرکانس متر دیجیتالی

پرسش: با توجه به شکل ۳۷-۳ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) ورودی A برای اندازه‌گیری چه محدوده فرکانس و حداکثر چند ولت rms به کار می‌رود؟

ب) ورودی B برای اندازه‌گیری چه محدوده فرکانس به کار می‌رود؟

۴ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی و با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و مقدار ۴ ولت مؤثر تنظیم کنید.

۵ فرکانس تولیدی توسط سیگنال ژنراتور را توسط فرکانس متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$F = \dots\dots\dots \text{HZ}$$

۶ آیا فرکانس اندازه‌گیری شده توسط فرکانس متر با فرکانس تنظیم شده روی دستگاه انطباق دارد؟ شرح دهید.

۷ دگمه زمان تناوب دستگاه (Period) را فشار دهید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = \dots\dots\dots \text{ثانیه}$$

۸ زمان تناوب را از رابطه زیر به دست آورید.

$$T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{Sec}$$

۹ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده تطابق دارد؟ شرح دهید.

۱۰ سیگنال ژنراتور را روی موج مربعی با مقدار ۵ ولت مؤثر و فرکانس ۲۰۰ کیلوهرتز بگذارید و مقدار فرکانس را با فرکانس متر اندازه بگیرید. آیا مقدار اندازه‌گیری شده با آنچه که روی دستگاه تنظیم کرده اید انطباق دارد؟ شرح دهید.

۱۱ دگمه زمان تناوب دستگاه (Period) را فشار دهید و زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = \dots\dots\dots \text{ثانیه}$$

۱۲ زمان تناوب را از رابطه زیر به دست آورید.

$$T = \frac{1}{F} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{Sec}$$

۱۳ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده تطابق دارد؟ شرح دهید.

### ۱۳-۳- الگوی آزمون نظری

۱ سیگنال ژنراتور AF مولد سیگنال‌های .....  
و ..... است و فرکانس‌هایی در محدوده چند  
هرتز تا ..... تولید می‌کند.

۲ کار کلید Reset در دستگاه فرکانس‌متر  
..... است.

۳ اگر صفحه مدرج انتخاب فرکانس سیگنال ژنراتور روی  
عدد ۵ و کلید انتخاب رنج روی  $1k \times$  باشد، فرکانس تولیدی  
توسط سیگنال ژنراتور .....  
کیلوهرتز است.

۴ فانکشن ژنراتور (Function Generator) همان  
سیگنال ژنراتور است که علاوه بر موج مربعی و سینوسی،  
تعدادی موج دیگر مانند مثلثی تولید می‌کند.

صحيح  غلط

۵ با فشردن کدام کلید روی فرکانس‌متر دیجیتال، می‌توانیم  
زمان تناوب موج مورد نظر را اندازه‌بگیریم؟

Function (۱) Counter (۲)

Period (۳) Reset (۴)

۶ با استفاده از رابطه  $T = \frac{1}{F}$  زمان تناوب را محاسبه کنید.

$$T = \frac{1}{F} = \dots \text{ sec}$$

۷ آیا مقدار اندازه‌گیری‌شده با مقدار محاسبه‌شده انطباق

دارد؟

بلی  خیر

چرا؟

### ۱۵-۳- الگوی آزمون عملی با دستگاه آزمایشگاه

۱ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس  $500^\circ$   
هرتز تنظیم کنید. به وسیله مولتی‌متر دیجیتالی حداقل و  
حداکثر ولتاژی که دستگاه می‌تواند تولید کند را اندازه‌بگیرید  
و یادداشت کنید.

ولت  $V_{out\ max} = \dots$  (ولتاژ خروجی ماکزیمم)

ولت  $V_{out\ min} = \dots$  (ولتاژ خروجی مینیمم)

۲ موج سینوسی را روی مقدار ۴ ولت مؤثر تنظیم کنید.

۳ به وسیله ولت‌متر، ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه  
بگیرید و یادداشت کنید.

ولت  $V = \dots$

۴ فرکانس‌متر را به سیگنال ژنراتور وصل کنید و فرکانس  
موج را اندازه‌بگیرید.  $F = \dots$  HZ

۵ دگمه زمان تناوب فرکانس‌متر را فعال کنید و زمان تناوب  
موج را اندازه‌بگیرید.  $T = \dots$  sec

۶ با استفاده از رابطه  $T = \frac{1}{F}$  زمان تناوب را محاسبه  
کنید.

$$T = \frac{1}{F} = \dots \text{ sec}$$

۷ آیا مقدار اندازه‌گیری‌شده با مقدار محاسبه‌شده انطباق

دارد؟ چرا؟ بلی  خیر

### ۱۴-۳- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری

۱ فانکشن ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس  $4000^\circ$   
هرتز و دامنه ۸ ولت پیک تنظیم کنید.

۲ به وسیله ولت‌متر ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه  
بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V = \dots$

۳ فرکانس‌متر را از منوی ابزار انتخاب و روی میز کار ظاهر  
کنید.

۴ فرکانس‌متر را به سیگنال ژنراتور وصل کنید و فرکانس  
موج را اندازه‌بگیرید.  $F = \dots$  HZ

۵ دگمه زمان تناوب فرکانس‌متر را فعال کنید و زمان تناوب  
موج را اندازه‌بگیرید.  $T = \dots$  sec

دستگاه ولت‌متری دقیق است که می‌تواند ولتاژهای DC و AC از یک هزارم ولت (mv) تا چندصد ولت را اندازه‌گیری نماید. از کاربردهای دیگر اسیلوسکوپ، رسم منحنی‌های مشخصه قطعات مختلف مانند مشخصه ولت آمپر عناصر نیمه‌هادی مانند دیود و ترانزیستور است. محدوده فرکانس کار اسیلوسکوپ از فرکانس صفر (DC) تا چندصد مگاهرتز است. در شکل ۳۸-۳ یک نمونه اسیلوسکوپ با فرکانس کار ۱۰۰ مگاهرتز را مشاهده می‌کنید. در شکل ۳۹-۳ نمونه‌ای دیگر از اسیلوسکوپ نشان داده شده است.

### ۱۶-۳- اسیلوسکوپ: (oscilloscope)

نمایش‌گرهای تصویر، یکی از وسایل مهم زندگی روزمره ما را تشکیل می‌دهند. نمایشگر (مونیتور-Monitor) رایانه، تلویزیون، صفحه تلفن همراه و در بازکن تصویری هر یک به نوعی اطلاعات مختلفی را به ما منتقل می‌کنند. یکی دیگر از دستگاه‌های نمایشگر تصویر، اسیلوسکوپ است. اسیلوسکوپ یا نوسان‌نما دستگاهی است که می‌تواند شکل موج یک سیگنال الکتریکی را به ما نشان دهد. همچنین از روی شکل موج می‌توان مقدار ولتاژ، زمان تناوب و اختلاف فاز را اندازه گرفت و فرکانس موج را محاسبه کرد. این



شکل ۳۹-۳- نمونه‌ای دیگر از اسیلوسکوپ

شکل ۳۸-۳- نمونه‌ای از اسیلوسکوپ

فیلمی از انواع اسیلوسکوپ و کاربرد آن را ببینید.

فیلم ۷



شکل ۴۰-۳- ساختمان داخلی یک نوع اسیلوسکوپ

### ۱۷-۳- ساختمان داخلی اسیلوسکوپ

ساختمان داخلی اسیلوسکوپ از دو قسمت اصلی تشکیل شده است.

الف) صفحه نمایش

ب) مدارهای آماده‌سازی سیگنال

در شکل ۴۰-۳ ساختمان داخلی یک نوع اسیلوسکوپ را مشاهده می‌کنید.





به فیلم در مورد ساختمان داخلی اسیلوسکوپ و صفحه نمایش CRT توجه کنید و اطلاعات آن را یادداشت کنید.

### ۱۸-۳- صفحه نمایش

روی صفحه نمایش، شکل موج ترسیم می‌شود. صفحه نمایش اسیلوسکوپ‌های قدیمی صفحه لامپ اشعه کاتدیک (CRT = Cathode Ray Tube) است. شکل ۴۱-۳ لامپ اشعه کاتدیک و صفحه نمایش آن را نشان می‌دهد.



شکل ۴۲-۳- یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه‌نمایش LCD

### صفحه نمایش LED (Light Emitting Diode) :

صفحه تصویر LED یا صفحه نمایش با دیود نوردهنده در اسیلوسکوپ‌ها تاکنون بیشتر در حد اسیلوسکوپ‌های ساده نمونه‌سازی شده‌اند. در شکل ۴۳-۳ یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه‌نمایش LED را مشاهده می‌کنید. امروزه صفحه نمایش‌های تمام LED در تابلوهای روان، تبلیغاتی و تلویزیون به کار می‌رود.



شکل ۴۳-۳- یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه‌نمایش LED



پژوهش

در مورد صفحه تصویرهای LCD، CRT و LED مزایا و معایب هریک تحقیق کنید و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۴۱-۳- لامپ اشعه کاتدیک

صفحه نمایش

جباب لامپ

تفنگ الکترونیکی

### صفحه نمایش LCD (Liquid Cristal Display) :

فیلم در مورد صفحه نمایش LCD و LED را ببینید و اطلاعات آن را یادداشت کنید.



امروزه نمایشگرهای لامپ اشعه کاتدیک موجود با توجه به وزن، حجم و توان مصرفی زیاد به تدریج از رده خارج می‌شوند و نمایشگرهای LCD یا صفحه‌نمایش کریستال مایع جایگزین آنها می‌شوند. البته به دلیل زمان استفاده محدود صفحه‌تصویر اسیلوسکوپ، عمر کارکرد آنها طولانی است و روند از رده خارج شدن آنها نسبت به سایر نمایشگرها اندکی کُندتر است. در شکل ۴۲-۳ یک نمونه اسیلوسکوپ با صفحه‌نمایش LCD را مشاهده می‌کنید.

در نمایشگرهای LCD برای تولید تصویر از موادی که از نظر خواص فیزیکی بین جامد و مایع قرار دارند و به کریستال مایع



نکته

توجه داشته باشید که همه فعالیت‌های انجام شده در ساعات درسی و غیر درسی توسط معلم شما مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد. همچنین برای آشنایی بیشتر با چگونگی کار با اسیلوسکوپ توصیه می‌کنیم در ساعات غیر درسی فیلم‌های مرتبط را چندین بار مشاهده کنید.

### ۱۹-۳- کار با پروب (PROBE)

برای انتقال سیگنال‌های الکتریکی به اسیلوسکوپ، از پروب که به آن پراب نیز می‌گویند استفاده می‌شود سیم رابط پروب معمولاً از جنس کابل کواکسیال می‌باشد تا میزان نویز به حداقل برسد. نوک پروب به صورت گیره‌ای فنی است که می‌توان آن را به یک نقطه از مدار وصل کرد. اگر پوشش پلاستیکی نوک پروب را برداریم، نوک آن به صورت سوزنی می‌شود که در بعضی مواقع از آن استفاده می‌گردد. انتهای فلزی سیم رابط که به ورودی اسیلوسکوپ وصل می‌شود BNC نام دارد. BNC دارای یک شیار مورب است که وقتی آن را به ورودی اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم و  $90^\circ$  درجه در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم این قطعه کاملاً به اسیلوسکوپ متصل می‌شود. همچنین روی پروب کلیدی با دو حالت  $\times 1$  و  $\times 10$  وجود دارد که در حالت  $\times 1$ ، سیگنال بدون هیچ‌گونه تضعیفی از طریق پروب به اسیلوسکوپ اعمال می‌گردد و در حالت  $\times 10$ ، ابتدا سیگنال در داخل پروب  $10^\circ$  برابر تضعیف شده و سپس به اسیلوسکوپ اعمال می‌گردد. باید توجه داشت که اگر از حالت  $\times 10$  پروب، برای اندازه‌گیری استفاده شود مقادیر قرائت شده دامنه را باید در عدد  $10^\circ$  ضرب نمود تا مقدار واقعی دامنه سیگنال به دست آید. موارد کاربرد  $\times 10$  برای سیگنال‌های با دامنه زیاد می‌باشد در شکل ۳-۴۶ نمونه‌ای از پروب مشاهده می‌شود.

### فعالیت خارج از ساعت درسی

در مورد دستگاه‌ها و وسایلی که در منزل با آن‌ها سروکار دارید و دارای صفحه نمایش هستند تحقیق کنید. (مواردی مانند نوع صفحه‌نمایش، اینچ صفحه و کاربرد دستگاه) و نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

سؤال ایمنی



اگر روی دستگاه یا در مکانی علائم شکل ۳-۴۴ وجود داشته باشد چه مفهومی دارد؟



شکل ۳-۴۴

چون معمولاً اسیلوسکوپ‌های قدیمی با لامپ تصویر CRT بیشتر در دسترس قرار دارد، نمونه انتخاب شده مطابق شکل ۳-۴۵ از نوع CRT است. یادآور می‌شود که کار با نمونه‌های دیگر تفاوت چندانی با اسیلوسکوپ CRT ندارد. در ادامه به چگونگی استفاده از اسیلوسکوپ مربوط به نرم‌افزار در قالب کار عملی می‌پردازیم.



شکل ۳-۴۵- یک نمونه اسیلوسکوپ



شکل ۴۶-۳- نمونه‌ای از یک پروب

۳-۲۰- کار عملی شماره ۶: کار با اسیلوسکوپ  
 موجود در نرم‌افزار: ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره  
 هدف: کسب مهارت در کار با اسیلوسکوپ موجود در  
 نرم‌افزار و اندازه‌گیری کمیت‌های موج  
 ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز: اسیلوسکوپ  
 موجود در نرم‌افزار

## مراحل انجام کار

۱ فیلم مربوط به اسیلوسکوپ موجود در نرم افزار را ببینید و به عملکرد دگمه‌ها و ولوم‌های آن با دقت کافی توجه کنید.

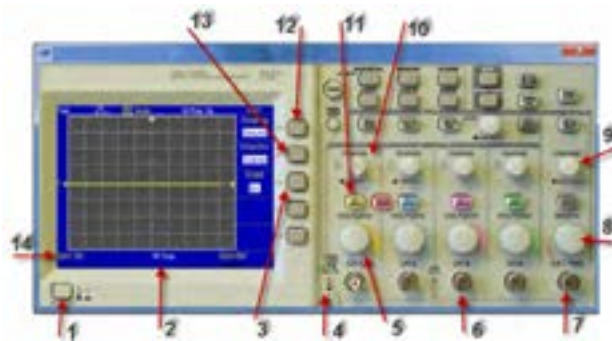
۲ نرم افزار مولتی سیم را فعال کنید و اسیلوسکوپ سه بعدی را روی میز کار حاضر کنید.

۳ با توجه به فعالیت‌های قبلی (مشاهده فیلم)، مشاهده عملکرد دگمه‌ها در نرم افزار اجرا شده توسط معلم در کلاس و مشاهده فیلم کار با نرم افزار در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های اسیلوسکوپ موجود در نرم افزار مانند شکل ۴۷-۳ بحث کنید و بررسی نمایید چگونه می‌توانید موج مربعی کالیبره را روی صفحه نمایش ظاهر کنید.

فیلم ۱۰



فعالیت گروهی



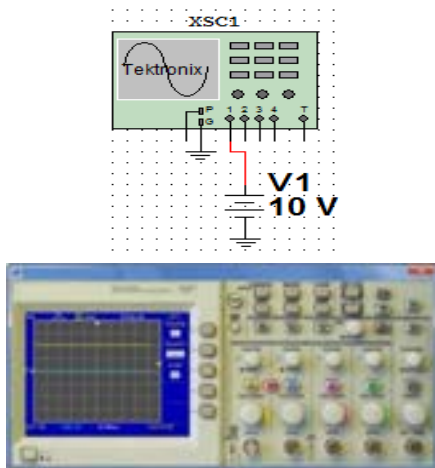
شکل ۴۷-۳- یک نمونه اسیلوسکوپ

۴ با اطلاعاتی که در فیلم مربوط به عملکرد اسیلوسکوپ موجود در نرم افزار دیده‌اید، در جدول شماره ۴-۳، ورودی، کار دگمه‌ها و ولوم‌های شماره گذاری شده را به اختصار بنویسید.

جدول ۴-۳- نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ نرم افزار

| شماره ورودی‌ها، دگمه یا ولوم | نام ورودی‌ها، دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی | معنی فارسی | شرح عملکرد به اختصار |
|------------------------------|--|------------|----------------------|
| ۱                            |  |            |                      |
| ۲                            |  |            |                      |
| ۳                            |  |            |                      |
| ۴                            |  |            |                      |
| ۵                            |  |            |                      |
| ۶                            |  |            |                      |
| ۷                            |  |            |                      |
| ۸                            |  |            |                      |
| ۹                            |  |            |                      |
| ۱۰                           |  |            |                      |
| ۱۱                           |  |            |                      |
| ۱۲                           |  |            |                      |
| ۱۳                           |  |            |                      |
| ۱۴                           |  |            |                      |

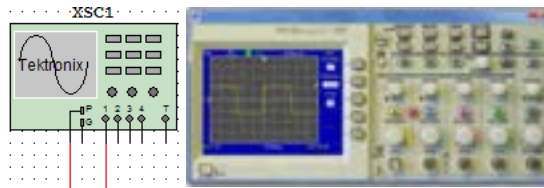
- ۹ برای اندازه‌گیری ولتاژ DC مدار شکل ۵۰-۳ را ببینید.
- ۱۰ کلید Volt / Div کانال ۱ را روی ۵ ولت تنظیم کنید.



شکل ۵۰-۳ ظاهر نمودن موج DC

- ۱۱ به وسیله کلید انتخاب AC - GND - DC خط GND را در وسط صفحه مدرج تنظیم کنید.
- ۱۲ کلید DC را فعال کنید. خط مطابق شکل ۵۰-۳ پرش می‌کند. مقدار ولتاژ در این حالت برابر است با:  
ولت = (میزان پرش) × (میزان Volt/Div) =  $V_{DC}$

۵ مدار آزمایش پروب را مطابق شکل ۴۸-۳ ببینید و سپس دستگاه اسیلوسکوپ را روشن کنید و با تنظیم ولوم Volt / Div و Time / Div و سایر کلیدها و ولوم‌ها، حدود دو تا سه سیکل از موج مربعی کالیبره را روی صفحه نمایش ظاهر کنید. در صورت نیاز از معلم کارگاه کمک بگیرید.

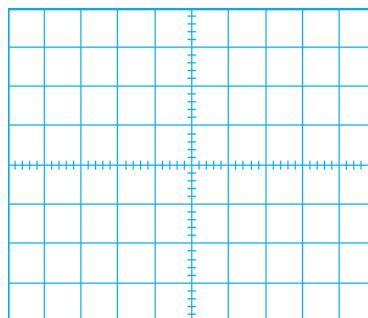


شکل ۴۸-۳ ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره

- ۶ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.
- ۷ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید سپس فرکانس موج را محاسبه کنید.  
 $V_{pp} = (\dots) \times (\dots) = \dots V$   
ضریب Time / Div  
 $T = (\dots) \times (\dots) = \dots \text{ sec}$   
 $F = \dots \text{ HZ}$

### اندازه‌گیری ولتاژ DC :

۸ ولتاژ صفر ولت را می‌توان به صورت خط مستقیم در وسط صفحه شکل ۴۹-۳ رسم کرد، چنانچه هر خانه عمودی معادل ۲ ولت باشد، ولتاژ ۶ ولت DC معادل چند خانه عمودی است؟ در شکل ۴۹-۳ نمودار ولتاژ ۶V+ و ۶V- را با مقیاس مناسب رسم کنید.



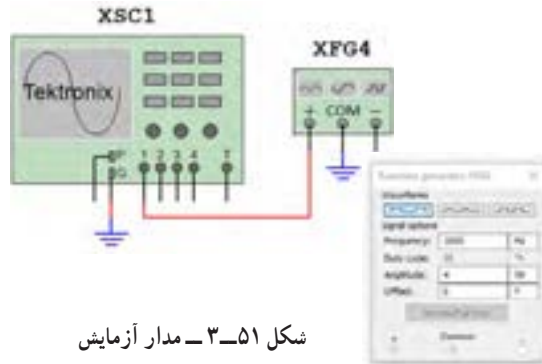
شکل ۴۹-۳ نمودار ۶V+ و ۶V-

فعالیت



## اندازه‌گیری کمیت‌های موج سینوسی

۱۲ فانکشن ژنراتور موجود در نرم افزار را روی محیط کار بیاورید و فرکانس موج سینوسی را روی ۱۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۴ ولت تنظیم کنید. مدار شکل ۵۱-۳ را ببینید.



شکل ۵۱-۳- مدار آزمایش

۱۴ اسیلوسکوپ را روشن کنید و با تنظیم ولوم Time/Div و Volt/Div و سایر کلیدها و ولوم‌ها، حدود دو تا سه سیکل از موج را روی صفحه نمایش ظاهر کنید. دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

۱۶ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید و سپس فرکانس موج را محاسبه کنید.

۱۵ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

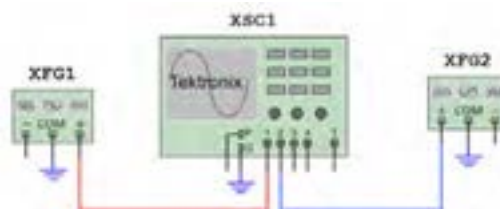
ضریب Volt / Div = .....  
 $V_{pp} = ( \dots ) \times ( \dots ) = \dots V$

۱۶ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید و سپس فرکانس موج را محاسبه کنید.

ضریب Time / Div = .....  
 $T = ( \dots ) \times ( \dots ) = \dots \text{ sec}$   
 $F = \dots \text{ HZ}$

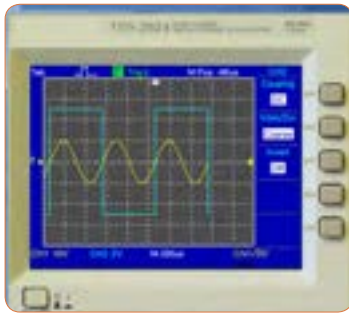
## ظاهر نمودن دو موج روی صفحه نمایش

۱۷ مدار شکل ۵۲-۳ را ببینید. فانکشن ژنراتور ۱ را روی موج سینوسی با فرکانس ۲۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۱۰ ولت و فانکشن ژنراتور ۲ را روی موج مربعی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۵ ولت تنظیم کنید.



شکل ۵۲-۳- مدار آزمایش

۱۸ اسیلوسکوپ را روشن کنید و با تنظیم ولوم Time /Div و Volt /Div و سایر کلیدها و ولوم‌ها، حدود دو تا سه سیکل از موج را مانند شکل ۵۳-۳ روی صفحه نمایش ظاهر کنید.



شکل ۵۳-۳- موج‌ها روی صفحه نمایش

۱۹ دامنه پیک تا پیک موج‌ها را اندازه بگیرید.

۲۰ زمان تناوب موج‌ها را اندازه بگیرید.

۲۱ فرکانس موج‌ها را محاسبه کنید.

$V_{1pp} = \dots V$  (ولتاژ سینوسی)  
 $V_{rpp} = \dots V$  (ولتاژ مربعی)  
 $T_1 = \dots \text{ sec}$  (موج سینوسی)  
 $T_r = \dots \text{ sec}$  (موج مربعی)  
 $F_1 = \dots \text{ Hz}$  (موج سینوسی)  
 $F_r = \dots \text{ Hz}$  (موج مربعی)

## فعالیت گروهی

۱۲ با هم گروهی خود در مورد اطلاعات مربوط به "اخطار" که در صفحه پشت اسیلوسکوپ نوشته شده است بحث کنید و مطالب آن را به فارسی ترجمه کنید.



### فعالیت گروهی

۳ با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (مشاهده فیلم و کار با اسیلوسکوپ نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با اسیلوسکوپ در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد کار دگمه‌ها و ولوم‌های اسیلوسکوپ بحث کنید و بررسی نمایید چگونه می‌توانید موج مربعی کالیبره را روی صفحه‌نمایش ظاهر کنید.

۴ اسیلوسکوپ را روشن کنید و برای ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره با دگمه‌ها، ولوم‌ها و سلکتورهای دستگاه به ترتیب کار کنید و سپس نام و شرح عملکرد هر کدام را در جدول ۵-۳ بنویسید.

۲۱-۳- کار عملی شماره ۷: ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره اسیلوسکوپ موجود در آزمایشگاه

هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری موج مربعی کالیبره اسیلوسکوپ  
مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: اسیلوسکوپ - پروب BNC

مراحل انجام کار

۱ آیا مکان قرار گرفتن اسیلوسکوپ اهمیت خاص دارد؟ چنانچه اسیلوسکوپ در مکانی قرار گیرد که امکان افتادن وجود داشته باشد یا در معرض تابش مستقیم نور خورشید باشد یا در کنار دستگاه‌های گرمازا مانند رادیاتور شوفاژ قرار گیرد، چه اشکالی ایجاد می‌شود؟ شرح دهید.

۲ فیلم مربوط به عملکرد دگمه‌ها و ولوم‌های اسیلوسکوپ واقعی را ببینید و به چگونگی ظاهر نمودن موج مربعی کالیبره دقت و توجه کنید.

سؤال ایمنی



فیلم ۱۱



جدول ۵-۳ نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ

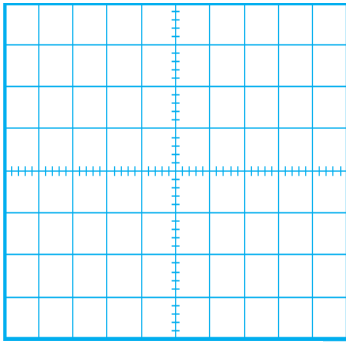
| شماره دگمه یا ولوم | نام دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی | معنی فارسی | شرح عملکرد به اختصار |
|--------------------|----------------------------------|------------|----------------------|
| ۱                  |                                  |            |                      |
| ۲                  |                                  |            |                      |
| ۳                  |                                  |            |                      |
| ۴                  |                                  |            |                      |
| ۵                  |                                  |            |                      |

۵ روی صفحه حساس اسیلوسکوپ خط روشن (خط Ground) را ظاهر کنید. خط را در وسط صفحه نمایش قرار دهید. خط ظاهر شده در روی صفحه باید دارای شدت نور کافی و کمترین ضخامت باشد.

اگر شدت نور خط روی صفحه‌نمایش بیش از اندازه باشد آیا مواد فسفرسانس روی صفحه حساس آسیب می‌بیند؟

سؤال ایمنی





شکل ۵۵ - ۳ - محل ترسیم موج مربعی

سؤال ایمنی

۱۲ با توجه به شکل ۵۶-۳ حداکثر چند ولت را می‌توان به ورودی اسیلوسکوپ اتصال داد؟ اگر از پروب دارای ضریب  $\times 1$  و  $\times 10$  استفاده شود، حداکثر چند ولت را می‌توان به ورودی اعمال نمود؟ رعایت این نکته از چه اهمیتی برخوردار است؟



شکل ۵۶-۳ - ورودی اسیلوسکوپ

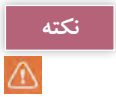
۶ برای تنظیم خط چه کلیدها و ولوم‌هایی را تنظیم نموده‌اید؟ به ترتیب مراحل اجرای کار را بنویسید.

۷ وضعیت کلیدهای زیر را پس از تنظیم در مقابل هر یک بنویسید.  
 الف) کلیدهای AC - GND - DC .....  
 ب) ولوم‌های موقعیت عمودی و افقی .....  
 پ) عدد کلید سلکتور Time / DIV .....  
 ت) عدد کلید سلکتور VOLT / DIV .....

۸ اگر خط GND دقیقاً روی خط افقی مدرج روی صفحه حساس نباشد، چگونه خط را تنظیم می‌کنیم؟ شرح دهید.

۹ پروب BNC را به ورودی کانال ۱ (ورودی X) و طرف دیگر آن را به ترمینال مولد موج مربعی اسیلوسکوپ وصل کنید.

اگر پروب  $\times 1$  و  $\times 10$  دارد پروب را در حالت  $\times 1$  قرار دهید.



۱۰ موج مربعی کالیبره را مطابق شکل ۵۴-۳ و به صورت کاملاً پایدار روی صفحه حساس ظاهر کنید.



شکل ۵۴-۳ - موج مربعی کالیبره

۱۲ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم برای نمایش موج مربعی کالیبره بنویسید.

- الف) کلیدهای AC - GND - DC .....
- ب) کلید MODE .....
- پ) کلید SOURCE .....
- ت) عدد کلید سلکتور VOLT/DIV .....
- ث) عدد کلید سلکتور Time / DIV .....

۱۴ دامنه پیک تا پیک موج مربعی را محاسبه کنید.

۱۱ شکل موج را در نمودار شکل ۵۵-۳ رسم کنید.



۱۴ اسیلوسکوپ را خاموش کنید و میزکار را برای آزمایش بعدی آماده نمایید.

۲۲-۳- کار عملی شماره ۸: اندازه‌گیری ولتاژ DC هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری ولتاژ DC با اسیلوسکوپ

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: اسیلوسکوپ - پروب با BNC - منبع تغذیه - سیم‌های رابط تغذیه - مراحل انجام کار

فیلم ۱۲

۱ فیلم مربوط به ظاهر نمودن ولتاژ DC روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ را ببینید و به چگونگی اندازه‌گیری ولتاژ DC دقت کنید.

فعالیت گروهی

۲ با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (کار با اسیلوسکوپ نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با اسیلوسکوپ در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد چگونگی ظاهر نمودن شکل موج ولتاژ DC و اندازه‌گیری آن بحث کنید و مراحل اجرای کار را باهم مرور کنید.

۳ اسیلوسکوپ را روشن کنید و برای ظاهر نمودن موج ولتاژ DC به ترتیب با دگمه‌ها، ولوم‌ها و سلکتورهای دستگاه کار کنید و سپس نام و شرح عملکرد آنها را در جدول ۶-۳ بنویسید.

$$V_{pp} = (\dots) \times (\dots)$$

$$V_{pp} = \dots V$$

۱۵ زمان تناوب موج مربعی را محاسبه کنید.

$$T = (\dots) \times (\dots)$$

$$T = \dots \text{ Sec}$$

۱۶ فرکانس موج را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \dots = \dots \text{ Hz}$$

۱۷ ولوم Volt Variable (VAR) را در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید و هم زمان با چرخاندن ولوم، اثر آن را روی موج صفحه حساس مشاهده کنید.

پرسش: دامنه پیک تا پیک موج مربعی چند مرتبه کاهش یافته است؟

۱۸ ولوم VAR را در حالت کالیبره قرار دهید.

۱۹ ولوم Time Variable (VAR) را بر عکس حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید و هم زمان با چرخاندن ولوم، اثر آن را روی موج صفحه حساس مشاهده کنید.

۲۰ زمان تناوب موج مربعی چند مرتبه کاهش یافته است؟

۲۱ ولوم VAR را در حالت کالیبره قرار دهید.

۲۲ ولوم VAR چه کاربردی دارد؟

۲۳ آیا مانند شکل ۵۷-۳ می‌توان مدت زیادی اشعه را به یک نقطه صفحه نمایش تاباند؟ چه اشکالی ممکن است پیش بیاید؟ شرح دهید.

سؤال ایمنی



شکل ۵۷-۳

جدول ۶-۳- نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ

| شماره دگمه یا ولوم | نام دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی | معنی فارسی | شرح عملکرد به اختصار |
|--------------------|----------------------------------|------------|----------------------|
| ۱                  |                                  |            |                      |
| ۲                  |                                  |            |                      |
| ۳                  |                                  |            |                      |
| ۴                  |                                  |            |                      |

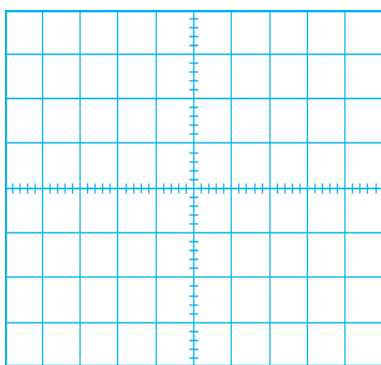
۴ قبل از اعمال سیگنال به ورودی دستگاه، مکان صفر

اشعه را در وسط صفحه حساس تنظیم کنید.

۵ نور اشعه را طوری تنظیم کنید که به راحتی قابل مشاهده باشد. اشعه را تا حد ممکن کانونی کنید.

۶ منبع تغذیه را روی ولتاژ ۶ ولت تنظیم کنید و آن را به ورودی کانال ۱ اسیلوسکوپ وصل کنید.

۷ کلیدهای AC - GND - DC را در حالت DC قرار دهید. موج روی صفحه نمایش پرش می‌کند. باید کلیدها و ولوم‌ها را به درستی تنظیم کنید تا موج مانند شکل ۵۸-۳ روی صفحه ظاهر شود.



شکل ۵۹-۳- محل ترسیم شکل موج

۹ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم

برای اندازه‌گیری ولتاژ DC بنویسید.

الف) کلیدهای AC - GND - DC

ب) کلید MODE

پ) کلید SOURCE

ت) عدد کلیدسلکتور VOLT / DIV

ث) عدد کلیدسلکتور Time / DIV

۱۰ مقدار ولتاژ DC را محاسبه کنید.

$$V_{DC} = (\text{VOLT / DIV}) \times (\text{تعداد پرش موج در جهت عمودی})$$

$$V_{DC} = ( \quad ) \times ( \quad )$$

$$V_{DC} = \quad V$$



شکل ۵۸-۳- موج DC روی صفحه نمایش

**فیلم ۱۳**

۱ فیلم مربوط به ظاهر نمودن موج سینوسی روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ را ببینید و به چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌های آن دقت کنید.

**فعالیت گروهی**

۲ با توجه به فعالیت‌های قبلی خود (کار با اسیلوسکوپ نرم‌افزار) و مشاهده فیلم کار با اسیلوسکوپ در ساعات غیر درسی، با همکار گروه خود در مورد چگونگی ظاهر نمودن شکل موج سینوسی و اندازه‌گیری کمیت‌های آن بحث کنید و مراحل اجرای کار را باهم مرور کنید.

۳ اسیلوسکوپ را روشن کنید و برای ظاهر نمودن موج سینوسی دگمه‌ها، ولوم‌ها و سلکتورهای دیگر دستگاه اسیلوسکوپ را که تاکنون با آنها کار نکرده‌اید، به کار ببرید و نام و شرح عملکرد کلیدها یا ولوم‌ها را در جدول ۷-۳ بنویسید.

جدول ۷-۳ نام و عملکرد کلیدها و ولوم‌های اسیلوسکوپ

| شماره دگمه یا ولوم | نام دگمه یا ولوم به زبان انگلیسی | معنی فارسی | شرح عملکرد به اختصار |
|--------------------|----------------------------------|------------|----------------------|
| ۱                  |                                  |            |                      |
| ۲                  |                                  |            |                      |
| ۳                  |                                  |            |                      |
| ۴                  |                                  |            |                      |

۴ موج سیگنال ژنراتور را به یکی از کانال‌های اسیلوسکوپ (کانال ۱ یا کانال ۲) وصل کنید و اسیلوسکوپ را روشن کنید.

۵ برای ظاهر نمودن حدود دوسیکل از موج سینوسی روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ، تنظیمات لازم را انجام دهید.

۱۱ ولتاژ منبع تغذیه را به آرامی از ۶ ولت به صفر ولت تغییر دهید و به حرکت اشعه روی صفحه حساس توجه کنید و نتیجه را یادداشت کنید.

۱۲ اسیلوسکوپ را خاموش کنید و میزکار را برای آزمایش بعدی آماده نمایید.

۲۳-۳- کار عملی شماره ۹:

اندازه‌گیری کمیت‌های موج سینوسی

هدف: کسب مهارت در اندازه‌گیری کمیت‌های موج سینوسی با اسیلوسکوپ

ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز:

اسیلوسکوپ - پروب با BNC - سیگنال ژنراتور AF - مولتی متر دیجیتالی

مراحل انجام کار

۴ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و مقدار مؤثر ۵ ولت تنظیم کنید.

۵ توسط ولت متر AC ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_e = \dots\dots\dots V \text{ (ولتاژ مؤثر)}$$

۲۴ - ۳ - کار عملی شماره ۱۰ :

ظاهر نمودن موج سینوسی و مربعی روی صفحه نمایش

هدف : کسب مهارت در ظاهر نمودن دو موج روی صفحه

نمایش و اندازه گیری کمیت‌ها

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز : اسیلوسکوپ -

پروب با BNC ۲ عدد - سیگنال ژنراتور AF

مراحل انجام کار

فیلم ۱۴

۱ فیلم مربوط به نمایش موج سینوسی و مربعی که به‌طور هم‌زمان روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ ظاهر می‌شود را ببینید و دقت کنید چه کلیدها و دگمه‌های جدیدی در این مرحله مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۲ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰۰

هرتز و مقدار مؤثر ۴ ولت تنظیم کنید.

۳ موج خروجی سیگنال ژنراتور را به کانال ۱ وصل کنید و

اسیلوسکوپ را روشن کنید.

۴ برای ظاهر نمودن حدود دو سیکل از موج سینوسی روی

صفحه نمایش اسیلوسکوپ، تنظیمات لازم را انجام دهید.

۵ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم در

محل‌های تعیین شده بنویسید.

الف) کلید MODE

ب) کلید SOURCE

پ) عدد کلیدسلکتور VOLT/DIV

ت) عدد کلیدسلکتور Time/DIV

۶ شکل موج سینوسی را در نمودار ۶۱ - ۳ رسم کنید.

۷ کمیت‌های موج سینوسی را اندازه بگیرید.

۸ وضعیت کلیدها و سلکتورهای زیر را پس از تنظیم برای

مشاهده شکل موج سینوسی بنویسید.

الف) کلیدهای AC - GND - DC

ب) کلید MODE

پ) کلید SOURCE

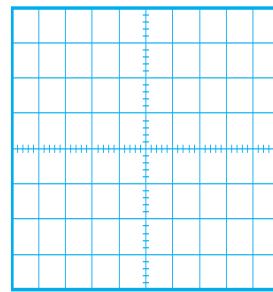
ت) عدد کلیدسلکتور VOLT/DIV

ث) عدد کلیدسلکتور Time/DIV

۹ آیا برای ظاهر نمودن موج روی صفحه نمایش، کلیدها و

ولوم‌های دیگری را نیز تنظیم نموده اید؟ شرح دهید.

۱۰ شکل موج سینوسی را در نمودار ۶۰ - ۳ رسم کنید.



شکل ۶۰ - ۳ محل ترسیم شکل موج

۱۱ کمیت‌های مربوط به موج سینوسی را اندازه بگیرید.

$$V_{pp} = ( \dots ) \times ( \dots )$$

$$V_{pp} = \dots V$$

$$T = ( \dots ) \times ( \dots )$$

$$T = \dots \text{Sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = \dots = \dots \text{Hz}$$

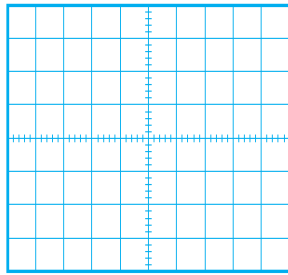
۱۲ اگر کلیدهای AC - GND - DC را در حالت DC

قرار دهید، شکل موج روی صفحه نمایش چه تغییری می‌کند؟

علت را شرح دهید.

۱۳ اسیلوسکوپ را خاموش کنید و میزکار را برای آزمایش

بعدی آماده نمایید.



$$V_{pp} = (\dots\dots\dots) \times (\dots\dots\dots) V_{pp} = V$$

$$T = (\dots\dots\dots) \times (\dots\dots\dots) T = \text{Sec}$$

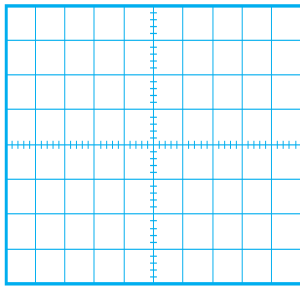
$$F = \frac{1}{T} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{Hz}$$

شکل ۶۱ - ۳ - محل ترسیم شکل موج

**پرسش:** آیا برای ظاهر نمودن موج‌ها روی صفحه نمایش، کلیدها و ولوم‌های دیگری را نیز تنظیم نموده‌اید؟ شرح دهید.

.....  
 .....

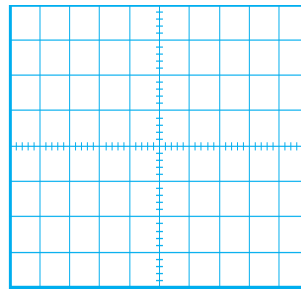
**۱۰** با کدام کلید می‌توانیم دو موج ظاهر شده روی صفحه نمایش را جمع لحظه‌ای کنیم؟ این موضوع را تجربه کنید و شکل موج روی صفحه نمایش را در شکل ۶۳ - ۳ رسم کنید.



شکل ۶۳ - ۳ - محل ترسیم شکل موج

**۸** برای پایدار شدن موج‌ها روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ، کلید منبع تریگر (Source) باید روی کانال ۱ یا کانال ۲ قرار داده شود، وقتی به هر دو کانال سیگنال اعمال می‌شود منبع تریگر چگونه فرکانس موج دندانه‌اره‌ای (Ramp) را با هر دو کانال هماهنگ (سنکرون) می‌کند؟

**۹** موج مربعی کالیبره را به کانال دیگر اسیلوسکوپ وصل کنید و موج دو کانال را به صورت پایدار روی صفحه نمایش ظاهر کنید و شکل موج‌ها را در نمودار شکل ۶۲ - ۳ رسم کنید.



شکل ۶۲ - ۳ - محل ترسیم شکل موج

**۱۱** آیا می‌توانید خروجی سینوسی سیگنال ژنراتور را به‌طور هم‌زمان به دو کانال اسیلوسکوپ بدهید و آنها را از هم تفاضل کنید؟ این موضوع را تجربه کنید و مراحل اجرای کار را یادداشت کنید.

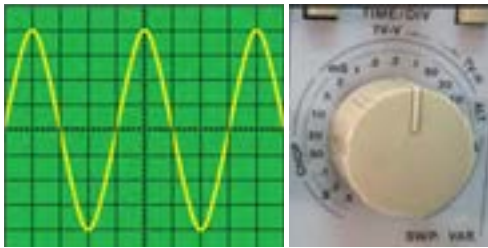
**۱۲** اسیلوسکوپ را خاموش کنید و میزکار و ابزار و قطعات را مرتب کنید.

فکر کنید



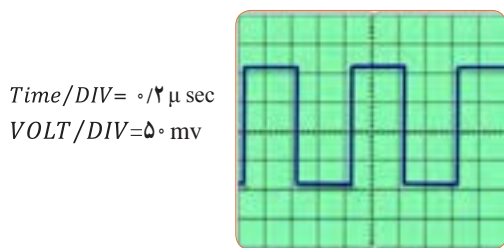
فعالیت





شکل ۳-۶۵

۹ زمان تناوب و فرکانس موج شکل ۳-۶۶ را محاسبه کنید.



شکل ۳-۶۶

۱۰ با توجه به شکل ۳-۶۷ که در قاب پشت اسیلوسکوپ نوشته شده است به سؤالات پاسخ دهید.  
الف - کمترین و بیشترین ولتاژی که می‌توان به این دستگاه وصل نمود چند ولت است؟  
ب - ماکزیمم توان مصرفی دستگاه چند وات است؟

| LINE VOLTAGE SELECTION | RANGE (50/60Hz) | FUSE     |
|------------------------|-----------------|----------|
| 100V                   | 90 ~ 110V       | T 0.63A  |
| 120V                   | 108 ~ 132V      | 250V     |
| 220V                   | 198 ~ 242V      | T 0.315A |
| 230V                   | 207 ~ 250V      | 250V     |

POWER MAX. 60 WATTS, 70VA  
IEC1010 250V CAT II



شکل ۳-۶۷

۲۵-۳- الگوی آزمون نظری پایانی و احدا یادگیری :

۱ با استفاده از اسیلوسکوپ می‌توانیم شکل موج را مشاهده کنیم و ..... و ..... و ..... موج را اندازه بگیریم.

۲ CRT اول کلمات انگلیسی .....

و LCD اول کلمات انگلیسی ..... است.

۳ کار ولوم INTEN و کار ولوم

FOCUS ..... است.

۴ برای تنظیم زاویه اشعه هنگامی که به صورت خط در می‌آید از ولوم Trace Rotation استفاده می‌کنیم.

صحيح □ غلط □

۵ اگر کلید AC - GND - DC روی AC قرار داشته

باشد کدام گزینه صحيح است؟

۱) سیگنال مستقیماً وارد اسیلوسکوپ می‌شود.

۲) جزء AC موج حذف و فقط DC موج اندازه‌گیری می‌شود.

۳) فقط سیگنال AC موج وارد اسیلوسکوپ می‌شود.

۴) موج AC و DC هر دو قابل اندازه‌گیری هستند.

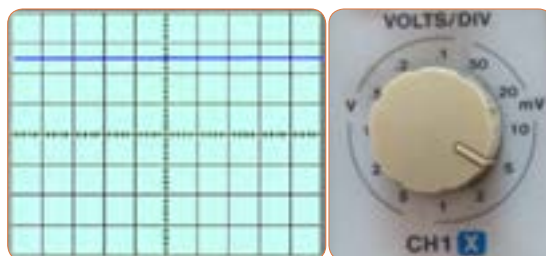
۶ برای ظاهر نمودن موجی با فرکانس ۵۰ هرتز برق شهر کلید

Source Trigger بهتر است در کدام وضعیت قرار گیرد؟

۱) CH1 (۲) CH2 (۳) LINE (۴) EXT

۷ مقدار ولتاژ DC نشان داده شده در شکل ۳-۶۴ چند

ولت است؟



شکل ۳-۶۴

۸ زمان تناوب و فرکانس موج سینوسی شکل ۳-۶۵ را

محاسبه کنید.

۱۱ هر یک از کلید یا ولوم نام برده شده در زیر را به کلید یا ولوم آن روی صفحه اسیلوسکوپ شکل ۶۸-۳ با خطوط رنگی اتصال دهید.

الف) ولوم INTENSITY

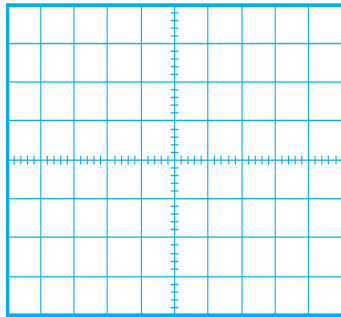
ب) خروجی موج مربعی کالیبر

پ) ولوم تنظیم موقعیت عمودی

ت) دکمه AC/DC

ث) ولوم FOCUS

۷ حدود دو سیکل از موج را روی صفحه نمایش آن به صورت پایدار ظاهر کنید و موج را در نمودار شکل ۶۹-۳ رسم کنید.



شکل ۶۹-۳ محل ترسیم شکل موج

۸ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

$$V_{pp} = (\dots) \times (\dots) V_{pp} = V$$

۹ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

$$T = (\dots) \times (\dots) T = \text{Sec}$$

۱۰ فرکانس موج را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \dots = \dots \text{Hz}$$

۲۷-۳ الگوی آزمون عملی پایانی واحد یادگیری (با دستگاه واقعی)

۱ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۵۰۰ هرتز و مقدار مؤثر ۳ ولت تنظیم کنید.

۲ به وسیله ولت متر ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V = \dots$

۳ به وسیله فرکانس متر فرکانس موج را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.  $F = \dots \text{Hz}$

۴ موج سیگنال ژنراتور را به ورودی کانال یک اسیلوسکوپ وصل کنید.  $F = \dots \text{Hz}$

۵ حدود دو سیکل از موج را روی صفحه نمایش آن به صورت پایدار ظاهر کنید و موج را در نمودار شکل ۷۰-۳ رسم کنید.



شکل ۶۸-۳

۲۶-۳ الگوی آزمون عملی نرم افزاری پایانی واحد یادگیری

۱ نرم افزار مولتی سیم را راه اندازی کنید.

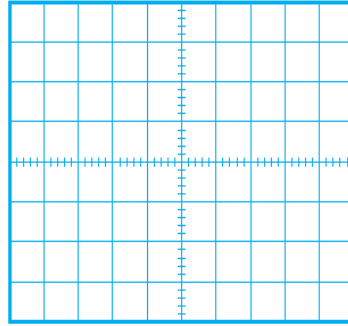
۲ فانکشن ژنراتور نرم افزار را روی میز کار ظاهر کنید.

۳ فانکشن ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۲۰۰۰ هرتز و دامنه پیک ۱۰ ولت تنظیم کنید.

۴ به وسیله مولتی متر ولتاژ خروجی فانکشن ژنراتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. ولت  $V = \dots$

۵ به وسیله فرکانس متر فرکانس موج را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.  $F = \dots \text{Hz}$

۶ اسیلوسکوپ سه بعدی نرم افزار را به روی میز کار بیاورید و موج سیگنال ژنراتور را به ورودی اسیلوسکوپ وصل کنید.



Time/DIV=  
VOLT/DIV=

شکل ۷۰-۳ محل ترسیم شکل موج

۶ دامنه پیک تا پیک موج را اندازه بگیرید.

$$V_{pp} = ( \dots ) \times ( \dots ) \dots V_{pp} = \dots V$$

۷ مقدار مؤثر ولتاژ را محاسبه کنید.  $V_e = \dots V$

۸ زمان تناوب موج را اندازه بگیرید.

۹ فرکانس موج را محاسبه کنید.

$$T = ( \dots ) \times ( \dots ) \dots T = \dots \text{Sec}$$

$$F = \frac{1}{T} = \dots = \dots \text{Hz}$$

۱۰ آیا مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار محاسبه شده انطباق

دارد؟ بلی  خیر  چرا؟

.....



## ارزشیابی شایستگی مشاهده شکل موج و اندازه‌گیری کمیت‌های آن

### شرح کار:

- ۱- ترسیم انواع شکل موج‌ها (سینوسی، مربعی، دندان‌اره‌ای) و مقایسه و تشریح انواع شکل موج‌ها
- ۲- استفاده و کاربرد دفترچه راهنمای دستگاه‌های مولد موج به زبان اصلی جهت آشنایی با عملکرد آنها
- ۳- استفاده از دفترچه راهنمای کاربرد اسیلوسکوپ و راه‌اندازی اسیلوسکوپ
- ۴- بستن یک مدار یا قطعات الکترونیکی و اتصال سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ به مدار
- ۵- اندازه‌گیری دامنه، فرکانس و زمان تناوب سیگنال خروجی مدار با اسیلوسکوپ
- ۶- اندازه‌گیری صحیح فرکانس با فرکانس‌متر
- ۷- انتخاب، نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار مرتبط
- ۸- بستن یک نمونه مدار در نرم‌افزار و اندازه‌گیری کمیت‌ها با دستگاه‌های نرم‌افزاری

### استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری و ترسیم شکل موج‌های مختلف با اسیلوسکوپ

### شاخص‌ها:

- ۱- بستن صحیح یک نمونه مدار کاربردی الکترونیکی و اتصال سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ به مدار و اندازه‌گیری دامنه و فرکانس، زمان تناوب و سایر کمیت‌های مدار (۸ دقیقه)
- ۲- اندازه‌گیری دقیق و صحیح با فرکانس‌متر (۵ دقیقه)
- ۳- بستن یک نمونه مدار و اندازه‌گیری کمیت‌های مدار مانند فرکانس، زمان تناوب و دامنه و اختلاف فاز با استفاده از نرم‌افزار (۱۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار:

مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتازکاری) - ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی (۲۷°C - ۱۸°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق - میزکار استاندارد با ابعاد ۱۸۰×۱۸۰×۸۰ D×W×H مجهز به فیوز حفاظت جان - رایانه متصل به شبکه اینترنت - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته - ماسک - تهویه - نرم‌افزار خاص

**ابزار و تجهیزات:** قطعات الکترونیکی (مقاومت، خازن، سلف) - ابزار عمومی برق یا الکترونیک - شبکه اینترنت - لوازم التحریر (خودکار- کاغذ) - ابزار تجهیزات تخصصی - فرهنگ لغات (انگلیسی به فارسی)

### معیار شایستگی:

| ردیف | مرحله کار  | حداقل نمره دریافتی | نمره هنرجو |
|------|--|--------------------|------------|
| ۱    | تشریح و ترسیم انواع شکل موج  | ۱                  |            |
| ۲    | دستگاه‌های مولد انواع موج  | ۱                  |            |
| ۳    | کار با اسیلوسکوپ   | ۲                  |            |
| ۴    | اندازه‌گیری مشخصات شکل موج با اسیلوسکوپ  | ۲                  |            |
| ۵    | استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط برای بندهای ۱ تا ۴   | ۲                  |            |
|      | <p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- رعایت نکات ایمنی مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری</p> <p>۲- دقت و تمرکز در اجرای کار</p> <p>۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر و کسب اطلاعات</p> <p>۴- اخلاق حرفه‌ای</p> |                    | ۲          |
|      | میانگین نمرات  |                    | *          |

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

رشته: الکترونیک و مخبرات دریایی درس: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکي واحد یادگیری: ۳





## فصل چهارم

# توان و ضریب توان



در دنیای امروز، انرژی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. انرژی که عامل قدرت، حرکت و انجام کار است را همه ما می‌شناسیم. نیروی برق یکی از اصلی‌ترین منابع انرژی مورد مصرف بشر است. در زندگی ما وسایل زیادی مانند لامپ، یخچال، کولر، تلویزیون و رایانه با برق کار می‌کنند. تولید برق در نیروگاه‌هایی که از سوخت فسیلی استفاده می‌کنند، محیط زیست را آلوده می‌نماید و در ضمن غیر قابل تجدید و رو به اتمام است. ولی استفاده از نیروی باد، آب و انرژی‌های نوین مانند انرژی «زمین-گرمایی» و انرژی خورشیدی، سوخت‌های پاک و تمام‌نشدنی هستند. لذا شناخت انواع انرژی، توان، ضریب توان و اصلاح آن و کاهش تلفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. باید در جهت استفاده صحیح از انرژی، ذخیره‌سازی آن، کاهش آلاینده‌گی و صرفه‌جویی در هزینه به شکل شایسته‌ای فرهنگ‌سازی شود. این امر تنها با کسب دانش مربوطه امکان‌پذیر است.

## واحد یادگیری ۴

### شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان

آیا تا به حال پی برده‌اید :

- توان و انرژی و صرفه‌جویی در مصرف آن از چه اهمیتی برخوردار است؟
- استفاده از انرژی‌های نوین مانند انرژی خورشیدی در میزان مصرف و حفظ محیط‌زیست و منابع زیرزمینی چه نقشی دارد؟
- آیا در انتخاب یک دستگاه الکتریکی و الکترونیکی باید به برجسب انرژی توجه شود؟
- در مراکز صنعتی، ضریب توان و اصلاح آن چقدر اهمیت دارد؟
- از چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای اندازه‌گیری توان و ضریب توان می‌توان استفاده کرد؟
- چه دستگاه‌هایی توان و ضریب توان را نشان می‌دهند و توانایی خواندن کاتالوگ این دستگاه‌ها چقدر مهم است؟

با عبور جریان از یک مدار شامل مقاومت، انرژی الکتریکی باتری به نوع دیگر انرژی مانند گرما تبدیل می‌شود. یکی از مسائل عمده و پیچیده در عصر حاضر موضوع صرفه‌جویی در انرژی است که براساس توان مصرفی دستگاه تعیین می‌شود. در صورتی که با توان الکتریکی آشنایی داشته باشیم، به آسانی می‌توانیم دستگاه مناسب را انتخاب و به حفظ محیط‌زیست کمک کنیم. دستگاه‌های پر مصرف و کم‌بازده موجب اتلاف توان و ازدیاد هزینه و آسیب به محیط‌زیست می‌شوند. از این رو دستگاه‌های الکتریکی را با برجسب انرژی دسته‌بندی می‌کنند. در این واحد یادگیری، توان، انواع توان (DC و AC)، ضریب توان و چگونگی اصلاح ضریب توان را شرح می‌دهیم، همچنین با استفاده از مولتی‌متر، ضمن رعایت نکات ایمنی، با اندازه‌گیری جریان و ولتاژ، مقدار توان را محاسبه می‌کنیم. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط، به اندازه‌گیری توان و محاسبه ضریب قدرت می‌پردازیم. در مراحل انجام کار، توجه به مهارت‌های غیرفنی مانند محاسبه، خلاقیت، مدیریت منابع، مدیریت کار و کیفیت، ارتباط مؤثر، کار تیمی، کاربرد فناوری و رعایت اخلاق حرفه‌ای و سایر مواردی که با موضوع مرتبط بوده و از اهمیت خاصی برخوردار است، مطرح خواهد شد.

## استاندارد عملکرد :

اندازه‌گیری توان و ضریب توان با مولتی متر با تولرانس حداکثر ۱۰ درصد و اجرای کار به صورت نرم افزاری

۱-۴ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز و احداث‌گیری ابزار عمومی برق یا الکترونیک، لوازم التحریر، منبع تغذیه، مولتی متر، اسیلوسکوپ، رایانه و نرم افزارهای مناسب

مشخصات فنی تجهیزات و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است

فیلم مربوط به انواع برجسب انرژی دستگاه‌ها را مشاهده کنید.

فیلم ۱



درباره برجسب انرژی تحقیق کنید. برجسب انواع دستگاه‌های الکتریکی موجود در منزل خود را شناسایی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش

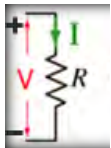


مصرف انرژی همان سرعت تبدیل انرژی است که به مقدار انرژی مصرف شده در مدت یک ثانیه گفته می‌شود. پس نتیجه می‌گیریم که :

$$P = \frac{w}{t}$$

انرژی الکتریکی مصرف شده = توان الکتریکی × مدت زمان مصرف انرژی

یکای توان ژول بر ثانیه ( $\frac{J}{S}$ ) یا وات است. در مقادیر بالاتر، از کیلووات و مگاوات استفاده می‌شود. در شکل ۱-۴ الف ژنراتور با وات کم و در شکل ۱-۴ ب نیروگاه با توان تولیدی بالا را مشاهده می‌کنید.



$$P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$$

۱ کیلووات = ۱KW = ۱۰۰۰W

۱ مگاوات = ۱MW = ۱۰۰۰۰۰۰W



الف - مولد ۲/۵ کیلوواتی



ب - نیروگاه با توان بالا



پ - مولد یک کشتی

شکل ۱-۴ مولد کوچک، یک نیروگاه و یک مولد در کشتی

۲-۴ انرژی الکتریکی مصرفی در یک مقاومت هنگام عبور جریان از یک مقاومت، دمای آن افزایش می‌یابد. انرژی دریافتی از منبع در مقاومت به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. انرژی گرمایی به عوامل زیر بستگی دارد.

۱ مقدار مقاومت الکتریکی (R)

۲ مجذور شدت جریان عبوری از مقاومت ( $I^2$ )

۳ مدت زمان عبور جریان از مقاومت (t)

انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت را با W نشان می‌دهند. W از رابطه  $w = R \cdot I^2 \cdot t$  به دست می‌آید. اگر R بر حسب اهم، I بر حسب آمپر و t بر حسب ثانیه باشد، یکای انرژی (W) بر حسب ژول (J) است.

۳-۴ توان الکتریکی در جریان

DC - (DC Electrical Power)

آهنگ تبدیل انرژی الکتریکی به نوع دیگر انرژی مانند انرژی گرمایی در مقاومت را توان الکتریکی گویند. آهنگ

پژوهش

در مورد مولدهای اضطراری در کشتی پژوهش کنید و نتایج را در کلاس ارائه دهید.



فکر کنید



نرم افزار

از نرم افزار تعاملی برای بررسی عوامل مؤثر بر توان و محاسبه توان استفاده کنید.



فیلم ۲



**مثال ۱:** مقدار توان و انرژی مصرفی یک موتور الکتریکی مانند شکل ۲ - ۴ با قدرت ۲ اسب بخار (انگلیسی) که در شبکه ۲۲۰ ولتی به مدت ۲۰ دقیقه کار می کند را حساب کنید. حل:

$$P = 2hp = 2 \times 736 = 1472W$$

$$t = 20 \text{ دقیقه} \Rightarrow t = 20 \times 60 = 1200 \text{ ثانیه}$$

$$w = P \times t = 1472 \times 1200 = 1766400 \text{ ژول}$$



شکل ۲-۴ - موتور

به طور متوسط میزان انرژی تولیدشده توسط بدن انسان به ازای هر کیلوگرم، چند وات است؟

فیلم مربوط به دستگاه های کم وات، پرات و نیروگاه را مشاهده کنید.

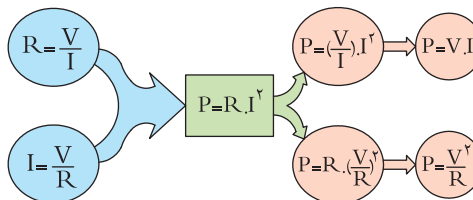
ژنراتورهای کشتی برق مورد نیاز مصرف کننده های کشتی را تأمین می کنند در مورد انواع آنها تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پژوهش



#### ۴-۴ - رابطه های توان

نمودار زیر چگونگی به دست آوردن دو رابطه دیگر توان الکتریکی را نشان می دهد. توان الکتریکی را با واحد دیگری به نام «اسب بخار» (Horse Power = hp) نیز بیان می کنند. این واحد در سیستم های انگلیسی و آمریکایی در نمودار ۴-۱ تعریف شده است.



$$1 \text{ hp} = 736 \text{ w} \text{ (یک اسب بخار در سیستم انگلیسی)}$$

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ w} \text{ (یک اسب بخار در سیستم آمریکایی)}$$

نمودار ۴-۱ - واحد دیگر توان

**نکته ایمنی**

آیا عبور جریان بیش از اندازه سبب سوختن قطعات الکترونیکی برد شکل ۴-۴ شده است؟ همیشه باید به حداکثر جریان مجاز عبوری از قطعات توجه کنید.



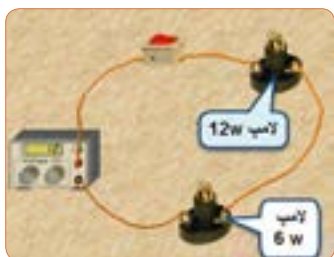
شکل ۴-۴ - قطعاتی از برد سوخته است.

**پژوهش**

پژوهش‌های زیر را انجام دهید و به کلاس ارائه کنید.  
**۱ الف)** حداکثر ولتاژی که لامپ مثال ۲ می‌تواند تحمل کند چند ولت است؟  
 ب) در صورتی که به این لامپ ولتاژ بیشتر یا کمتر اعمال شود چه اتفاقی برای لامپ می‌افتد؟ نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

**۲** اگر دو لامپ ۱۲ وات، ۶ وات و ۶ وات، ۶ وات را مطابق شکل ۵-۴ سری کنیم:

الف) هر لامپ چه مقاومتی دارد؟  
 ب) اگر کلید را وصل کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ با محاسبه استدلال کنید و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۵-۴ - دو لامپ سری با توان مختلف

**مثال ۲:** روی لامپی مانند شکل ۳-۴ نوشته شده است ۶ ولت ۳ وات، اگر لامپ با مقادیر نامی خود کار کند، جریان مصرفی و مقاومت لامپ را به دست آورید.  
 حل: در فرمول توان عددگذاری می‌کنیم و جریان را به دست می‌آوریم.

$$P = V \times I \quad I = \frac{P}{V} \quad I = \frac{3}{6} = 0.5 \text{ A}$$

$$I = \frac{3}{6} = 0.5 \text{ A}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad R = \frac{V^2}{P} = \frac{6^2}{3} = 12 \Omega$$

$$R = \frac{6^2}{3} \quad R = 12 \Omega$$



شکل ۳-۴ - لامپ ۶ ولت ۳ وات

آیا می‌توانیم دو لامپ با توان مختلف و ولتاژ کار مساوی را با هم سری کنیم و ولتاژی دو برابر ولتاژ نامی هر لامپ به مدار بدهیم؟

**لگوی پرسش**



**مثال ۳:** یک مقاومت ۱۰۰ اهم ۴ وات حداکثر چند آمپر رami تواند تحمل کند؟

حل: از رابطه  $P = RI^2$ ،  $I$  را به دست می‌آوریم.  
 در رابطه عددگذاری می‌کنیم.

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0.2 \text{ A}$$

- تاریخچه کار روی تولید مواد با خاصیت ابرسانایی
- چه عناصری و در چه شرایطی به ابرسانا تبدیل می شوند؟
- ابرساناها چه خواصی دارند؟
- ابرساناها در صنعت برق و انرژی چه تحولی می توانند ایجاد کنند؟
- سایر موارد کاربرد ابرسانا چیست؟
- یک آهنربا با استفاده از خاصیت ابرسانا در شکل ۴-۷ نشان داده شده است از این خاصیت در صنعت چه استفاده ای می شود؟ نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه کنید.



شکل ۴-۷ - یک خاصیت ابرسانا

- ۵ - ۴ - کار عملی شماره ۱: اندازه گیری توان الکتریکی در مقاومت با استفاده از نرم افزار
- هدف: کسب مهارت در اندازه گیری توان مقاومت به کمک نرم افزار
- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: رایانه - نرم افزار مناسب
- مراحل اجرای کار

#### نکته ایمنی

در هنگام کار با رایانه برای جلوگیری از آسیب رسیدن به بدن به نکات مهم زیر توجه کنید.

۱ از صندلی استاندارد استفاده کنید. صندلی باید به گونه ای باشد که با ارگونومی بدن شما سازگار باشد.

۲ ارتفاع میز و صندلی به گونه ای باشد که بالای نمایشگر تقریباً در راستای چشمان شما قرار گیرد.

۳ درباره شناورهایی که با سلول های خورشیدی (Solar Cells) مانند شکل ۴-۶ مرتبط است، پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه نمایید. ساختمان سلول های خورشیدی - فناوری های ساخت انواع آن - آیا می توان انرژی مصرفی مورد نیاز منزل خود را توسط سلول های خورشیدی تأمین کرد؟



شکل ۴-۶ - نمونه ای از سلول خورشیدی

#### بارش فکری



در ارتباط با موارد زیر که مربوط به کولر گازی است، با سایر هنجریان بحث کنید و نظرات هر یک را روی تابلوی کلاس بنویسید، سپس مطالب را جمع بندی کنید.

۱ آیا گاز داخل کولرگازی قدیمی و جدید برای محیط زیست مضر است؟

۲ در کولر گازی مدرن از چه روشی برای کاهش مصرف انرژی استفاده می کنند؟

۳ چه رابطه ای بین ابعاد اتاق و قدرت کولرگازی وجود دارد؟

۴ آیا برای مناطق مختلف آب و هوایی (مناطق گرمسیر، معتدل و سردسیر) انواع متفاوتی از کولر وجود دارد؟ رعایت انتخاب یک دستگاه مناسب به کدام شایستگی غیرفنی اشاره دارد؟

با توجه به رابطه توان  $P = R \cdot I^2$  اگر  $R$  برابر صفر شود، توان تلفاتی صفر می شود. این پدیده در ابرساناها (Superconductor) به وجود می آید. در ارتباط با موارد زیر که مربوط به ابرساناها می باشد، تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

#### پژوهش





۳ همواره نمایشگر و صفحه کلید کاملاً روبه روی شما قرار گیرد.

۴ به ازای هر ۴۵ دقیقه کار با رایانه، بدن شما نیاز به ۵ دقیقه نرمش دارد.

۵ شکل ۸-۴ چه پیام‌هایی برای شما دارد؟ به آن فکر کنید و همواره به آنها عمل کنید.



شکل ۸-۴ - پیام‌های HSE

فکر کنید



۹ آیا می‌توانید با داشتن مقدار جریان عبوری از یک مقاومت و ولتاژ دو سر آن، توان مصرف شده در مقاومت را به دست آورید؟ این تجربه را در مورد مدار شکل ۹-۴ اجرا کنید و به‌طور کامل توضیح دهید.

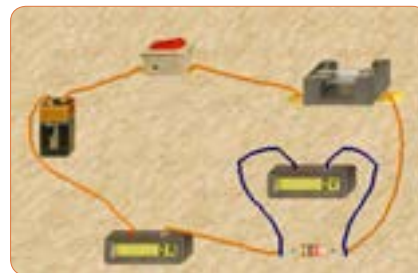
**نکته**

در نرم‌افزار ادیسون وات متر وجود ندارد، به همین علت برای اندازه‌گیری توان مصرفی قطعات از آمپر متر و ولت متر به‌طور هم‌زمان استفاده می‌کنند.

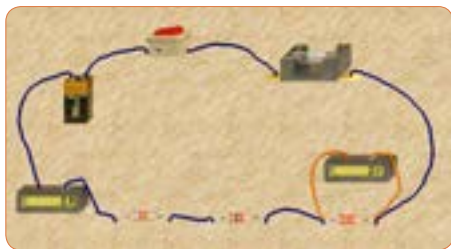
۱۰ مدار شکل ۱۰-۴ را ببینید.

۶ نرم‌افزار ادیسون را راه‌اندازی کنید.

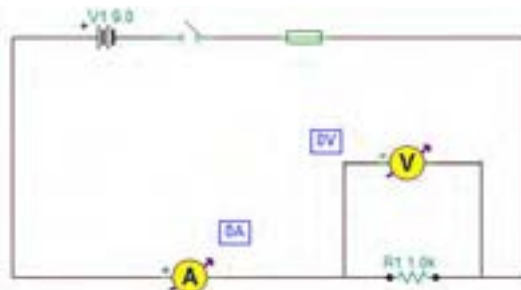
۷ مدار شکل ۹-۴ الف را با استفاده از نرم‌افزار ببینید. در شکل ۹-۴ ب نقشه فنی مدار رسم شده است.



الف - مدار عملی محاسبه توان



الف - مدار عملی محاسبه توان

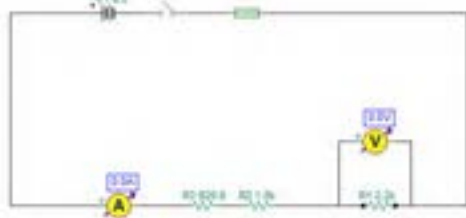


ب - نقشه فنی مدار

شکل ۹-۴ - مدار عملی محاسبه توان و نقشه فنی مدار

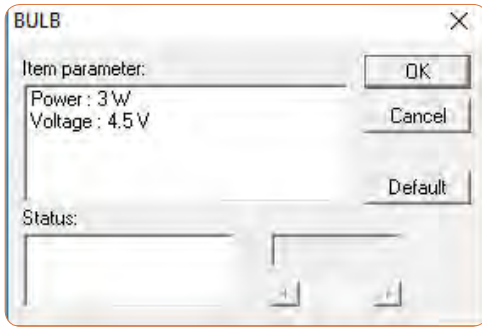
۸ مقدار مقاومت الکتریکی و توان مصرفی را با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده محاسبه کنید.

$$R = \dots\dots\dots \Omega \quad P = \dots\dots\dots W$$



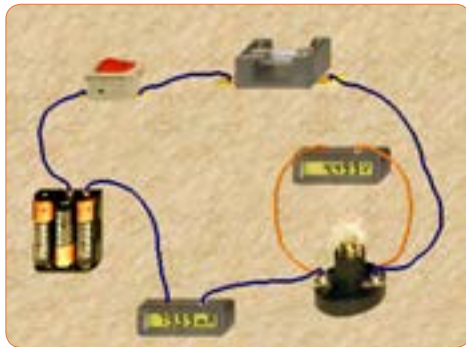
ب - نقشه فنی مدار محاسبه توان

شکل ۱۰-۴ - مدار عملی و نقشه فنی محاسبه توان



شکل ۱۲-۴ تنظیم ولتاژ لامپ روی ۴/۵ ولت

۱۵ اگر توان مجاز مصرفی لامپ را با استفاده از تنظیم‌های موجود در قسمت مشخصات آن کاهش دهیم یا ولتاژ نامی لامپ را افزایش دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ مدار شکل ۱۳-۴ این وضعیت را نشان می‌دهد. در این مدار ولتاژ نامی لامپ را از ۴/۵ ولت به ۷/۵ ولت افزایش داده‌ایم.



شکل ۱۳-۴ تنظیم ولتاژ لامپ روی ۷/۵ ولت

**نکته**

از آنجا که مدار در نرم‌افزار شبیه‌سازی شده است، عملاً تغییر توان نامی لامپ تأثیری روی نور آن نمی‌گذارد، اما از طریق افزایش ولتاژ نامی، با ثابت بودن ولتاژ منبع، توان مصرفی لامپ کاهش می‌یابد.

۱۶ چرا با افزایش ولتاژ کار لامپ در مدار شکل ۱۳-۴ نور لامپ کمتر شده است؟ توضیح دهید.

۱۱ کلید مدار را وصل کنید و توان مقاومت  $220\ \Omega$  اهمی را با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده به دست آورید.

$$V_{R1} = \dots\dots\dots V$$

$$I = \dots\dots\dots mA$$

$$P_{R1} = V \times I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$

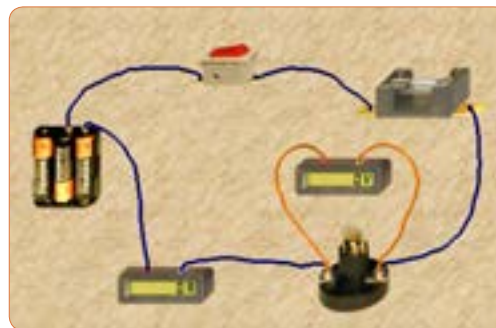
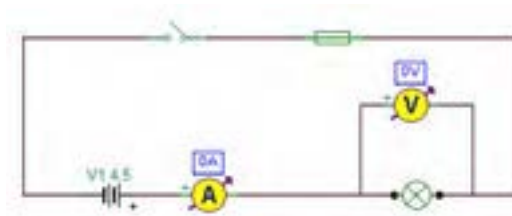
۱۷ آیا می‌توانید توان مصرفی مقاومت‌های دیگر را به دست آورید؟ تجربه کنید و نتایج را بنویسید.

$$P_{R2} = V \times I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$

$$P_{R3} = V \times I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$

۱۲ مدار شکل ۱۱-۴ را ببندید. مقدار ولتاژ و توان لامپ را مطابق شکل ۱۲-۴ تنظیم کنید، کلید مدار را وصل کنید. با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده توسط آمپر متر و ولت متر توان الکتریکی لامپ را به دست آورید.

$$P_{Lamp} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots mW$$

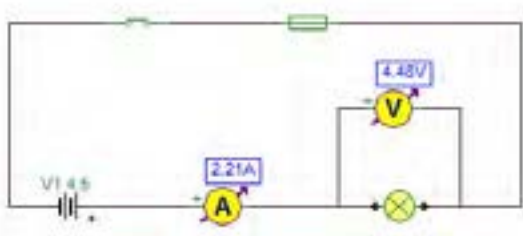


شکل ۱۱-۴ مدار عملی و نقشه فنی آن

۱۹ با استفاده از رابطه  $I = \frac{P}{V}$  جریان مدار را محاسبه کنید و سپس مشخصات فیوز را به مقدار مناسب تغییر دهید و پس از تعمیر فیوز با استفاده از گزینه Repair، کلید را روشن کنید. باید طبق شکل ۱۶-۴ لامپ روشن شود و جریان عبوری از مدار حدود ۲/۲ آمپر باشد.



الف - مدار عملی



ب - نقشه فنی

شکل ۱۶-۴ مدار اصلاح شده

۲۰ توان لامپ را با استفاده از فرمول به دست آورید.

$$P = v \cdot i = (\dots) \cdot (\dots) = \dots W$$

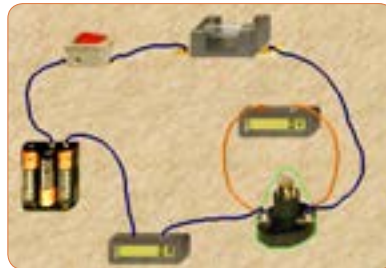
۴-۶ کار عملی ۲- اندازه گیری توان DC به وسیله مولتی متر

هدف: کسب مهارت در اندازه گیری توان مقاومت از طریق اندازه گیری ولتاژ و جریان با مولتی متر

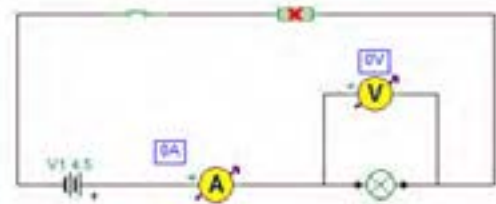
**نکته مهم:** باتوجه به امکانات موجود در آزمایشگاه می توانید مقادیر قطعات را تغییر دهید.

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: مقاومت  $1k\Omega$ ،  $\frac{1}{4}$  وات یک عدد - مقاومت  $100\Omega$  اهم ۲ وات، یک عدد - مولتی متر دیجیتالی، یک دستگاه - بردبرد، یک قطعه - منبع تغذیه، یک دستگاه - سیم بردبرد، به تعداد مورد نیاز - سیم

۱۷ در مدار شکل ۱۴-۴ توان لامپ را افزایش داده ایم. در این مدار توان لامپ  $10^0$  وات است. چرا جریان مصرفی صفر شده و فیوز سوخته است؟ در شکل ۱۴-۴ الف مدار عملی و در شکل ۱۴-۴ ب نقشه فنی مدار را مشاهده می کنید.



الف - مدار عملی

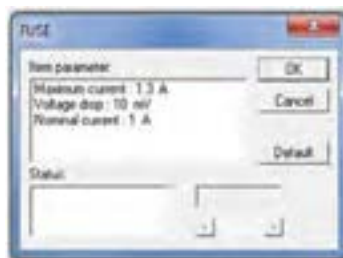
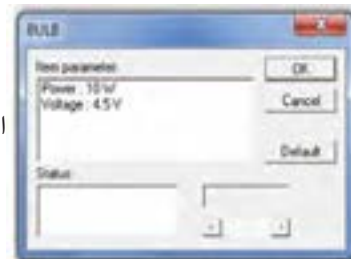


ب - نقشه فنی

شکل ۱۴-۴ سوختن فیوز با افزایش توان لامپ

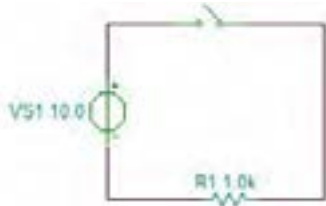
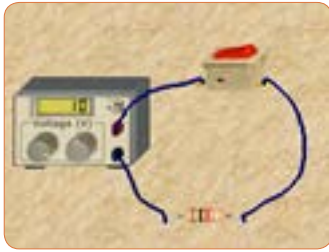
۱۸ در شکل ۱۵-۴ الف مشخصات لامپ و در شکل ۱۵-۴ ب مشخصات فیوز مدار را مشاهده می کنید با توجه به این مشخصات آیا لامپ می سوزد؟ شرح دهید.

الف - مشخصات لامپ



ب - مشخصات فیوز

شکل ۱۵-۴ مشخصات لامپ و فیوز



شکل ۱۸-۴ - مدار آزمایش و نقشه فنی آن

۴ فرض کنید کلید مدار بسته است. جریان عبوری از مدار

$$I = \frac{V}{R} = \dots\dots \text{ mA}$$

۵ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

$$P = v \cdot i = (\dots\dots) \cdot (\dots\dots)$$

$$P = \dots\dots\dots \text{ mW}$$

۶ کلید مدار را ببندید.

**سؤال ایمنی**

هنگام اندازه‌گیری ولتاژ و جریان باید به حوزه کار (رنج - RANGE) دستگاه دقت کنید و آمپرمتر را به صورت سری در مدار قرار دهید، در صورتی که حوزه کار ولت‌متر یا آمپرمتر کمتر از حد مورد اندازه‌گیری باشد، یا در اندازه‌گیری جریان زیاد، از ترمینال و سیم مخصوص استفاده نشود، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ چرا به دستگاه شکل ۱۹-۴ آسیب وارد شده است؟ احتمالات ممکن را بررسی کنید.



شکل ۱۹-۴ - دستگاه در اثر عدم رعایت نکات ایمنی آسیب دیده است.

رابط تغذیه به برد برد یک سر موزی و یک سر سوسماری، از هر کدام دو عدد - کلید قطع و وصل، یک عدد

توجه: هنگام کار در آزمایشگاه حتماً لباس کار به تن داشته باشید

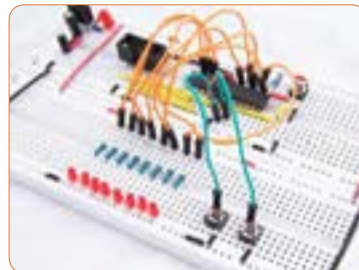
**مراحل اجرای کار**

۱ برای اتصال نقاط مختلف برد برد به یکدیگر، از سیم مخصوص آن استفاده کنید. اگر از سیم نامناسب و ضخیم استفاده شود، چه اشکالی به وجود می‌آید؟ شرح دهید.

شکل ۱۷-۴ - الف سیم مخصوص برد برد و شکل ۱۷-۴ - ب اتصال آن را به مدار نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)

شکل ۱۷-۴ - سیم مخصوص برد برد و اتصال آن به مدار

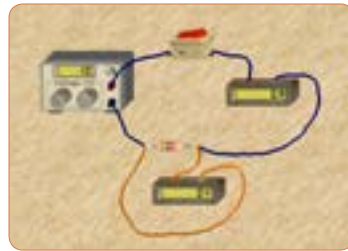
۲ مدار شکل ۱۸-۴ را روی برد برد ببندید.

۳ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید.

**سؤال ایمنی**



۷ آمپرمتر را مطابق شکل ۲۰ - ۴ به مدار وصل کنید و جریان مدار را اندازه بگیرید.  $I = \dots\dots\dots \text{mA}$



شکل ۲۰ - ۴ مدار آزمایش با آمپرمتر

۱۲ جریان عبوری از مدار و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

$I = \dots\dots\dots \text{mA}$ ,  $V = \dots\dots\dots \text{V}$

۱۳ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

$P = v \cdot i = (\dots\dots\dots) \cdot (\dots\dots\dots) = \dots\dots\dots \text{mW}$

۱۴ مقاومت را با دست لمس کنید. آیا توان تلف شده را به صورت گرما احساس می کنید؟ شرح دهید.

### الگوی پرسش

۱ توان را تعریف کنید و واحد آن را بنویسید.

۲ واحد توان ژول ثانیه  $(\frac{J}{S})$  یا وات است.

غلط  صحیح

۳ فرمول های توان تلف شده در مقاومت را کامل کنید.

$P = ( \quad ) \times (I) = ( \quad ) \times ( \quad )^2 = \frac{\quad}{R}$

۴ در رابطه  $P = \frac{V^2}{R}$  اگر مقاومت مدار ثابت باشد و مقدار ولتاژ را دو برابر کنیم، توان چند برابر می شود؟

۲(۱)      ۴(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)      ۱(۵)

۵ در رابطه  $P = \frac{V^2}{R}$  اگر مقاومت مدار نصف شود و مقدار ولتاژ را چهار برابر کنیم، توان چند برابر می شود؟

۴(۱)      ۸(۲)      ۱۶(۳)      ۳۲(۴)

۶ اگر مقاومت کرنی دارای توان ماکزیمم مجاز ۲ وات و مقدار مقاومت ۱۰۰ اهم باشد، حداکثر جریانی که بدون آسیب می توان از مقاومت عبور داد را محاسبه کنید.

۷ روی حباب یک لامپ رشته ای مانند شکل ۲۲ - ۴ دو عدد یکی بر حسب ولت و دیگری بر حسب وات نوشته شده است، (۱۲ ولت، ۶ وات). اگر لامپ با مقادیر اسمی (نامی) خود کار کند.

الف) جریان عبوری از لامپ را محاسبه کنید.

ب) مقدار مقاومت لامپ را محاسبه کنید.

۸ ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه بگیرید.

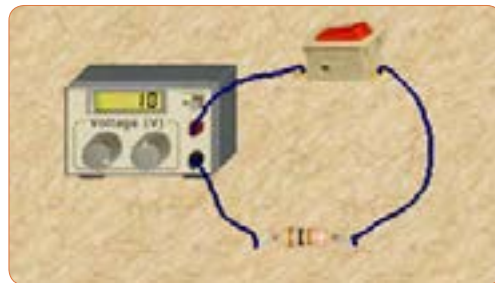
ولت  $V = \dots\dots\dots$

۹ توان تلف شده در مقاومت را محاسبه کنید.

$P = v \cdot i = (\dots\dots\dots) \cdot (\dots\dots\dots) = \dots\dots\dots \text{mW}$

۱۰ توان به دست آمده را با توان محاسبه شده در مرحله ۴ مقایسه کنید. در صورت اختلاف، علت را توضیح دهید.

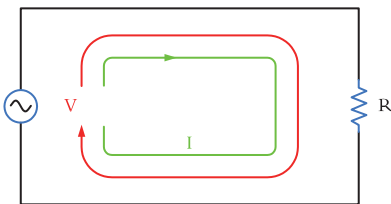
۱۱ مقدار مقاومت را تغییر داده و مقاومت ۱۰۰ اهم را در مدار قرار دهید. (شکل ۲۱ - ۴)



شکل ۲۱ - ۴ مدار آزمایش با مقاومت ۱۰۰ اهم

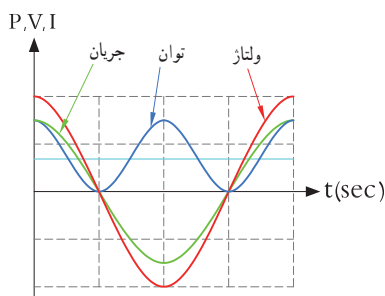
## ۷-۴ - مدارهای جریان متناوب

**الف) مدارهای اهمی خالص:** مدارهایی مانند شکل ۲۴-۴ را که شامل مولد و مقاومت اهمی است، مدارهایی با مصرف کننده «اهمی خالص» گویند. در این نوع مدارها هیچ گونه اختلاف فازی بین ولتاژ و جریان وجود ندارد و تغییرات شکل موج ولتاژ و جریان با زمان مشابه است به عبارت دیگر هر دو شکل موج با هم در یک نقطه به حداقل، حداکثر و صفر می‌رسند.



شکل ۲۴-۴ - مدار اهمی خالص

**ب) توان در مدار با مصرف کننده اهمی خالص:** همان طوری که می‌دانید توان از رابطه  $P=V \cdot I$  به دست می‌آید. شکل موج‌های ولتاژ، جریان و توان این مدارها را در شکل ۲۵-۴ مشاهده می‌کنید. این توان که به صورت حرارت در مقاومت تلف می‌شود، توان مصرفی یا توان مؤثر نام دارد و آن را با علامت  $P$  یا  $P_e$  نشان می‌دهند. واحد توان مؤثر وات است. در محاسبات مدارهای جریان متناوب لازم است مقادیر مؤثر ولتاژ و جریان در نظر گرفته شود تا توان برحسب وات به دست آید. رابطه توان مصرفی در این مدار برابر است با:

$$P = \frac{Ve^2}{R} \quad \text{یا} \quad P = R \cdot I_e^2 \quad \text{یا} \quad P = Ve \cdot I_e$$


شکل ۲۵-۴ - شکل موج ولتاژ، جریان و توان در مدار اهمی خالص



شکل ۲۲-۴ - لامپ ۱۲ ولت، ۶ وات

۸) توان چند نمونه وسایل الکتریکی منزل خود را از روی پلاک اطلاعات آن یا از طریق پرسش از اشخاص مطلع یا کاتالوگ دستگاه پیدا کنید و یادداشت نمایید.

۹) یک موتور الکتریکی دارای قدرت  $\frac{4}{5}$  hp است. در سیستم انگلیسی و آمریکایی توان این موتور چند وات است؟

۱۰) جعبه یک لامپ کم مصرف LED را در اختیار بگیرید و مشخصات زیر را که روی آن نوشته شده است یادداشت کنید.

الف) توان مصرفی

ب) ولتاژ ورودی

پ) جریان ورودی

ت) فرکانس کار

ث) محدوده دمای کارکرد

ج) طول عمر به ساعت

۱۱) قطعات روی بُرد مانند شکل ۲۳-۴ دچار آسیب شده است. عوامل الکتریکی که ممکن است علت ایجاد این آسیب باشد را نام ببرید و درباره آن توضیح دهید.



شکل ۲۳-۴ - آسیب قطعات در یک برد

## جستجو کنید

کلمه Synchronization یا هم‌زمانی را بیابید. این مفهوم با شکل موج جریان، ولتاژ در مدار با مصرف‌کننده اهمی شکل ۲۵ - ۴ چه ارتباطی می‌تواند داشته باشد؟ تشریح کنید. توان مؤثر (توان حقیقی) از منبع به مصرف‌کننده (بار) منتقل می‌شود. این توان کار مفید انجام می‌دهد. به عبارتی دیگر انرژی گرفته شده از منبع را به شکل مطلوب انرژی که ممکن است مکانیکی یا گرمایی باشد، تبدیل می‌کند. لذا می‌توان گفت که این توان در طول یک دوره تناوب یک طرفه (یک‌سویه) و از سمت منبع به بار منتقل می‌شود. همچنین انرژی حاصل از این توان معمولاً از حالت الکتریکی خارج شده و به نوع دیگر انرژی مانند نور، صدا، حرکت یا حرارت تبدیل می‌شود. در شکل ۲۶ - ۴ بخاری برقی، لامپ و بلندگو را مشاهده می‌کنید. که در آنها انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی، نورانی و صوت تبدیل می‌شود.

فیلم ۳

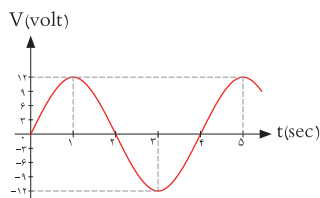


فیلم توان AC و اتصال وات‌متر به مدار و اندازه‌گیری توان AC را مشاهده کنید.

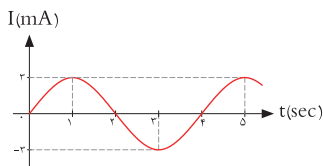
**مثال ۴:** اگر ولتاژی با مقدار ماکزیمم (بیشینه) ۱۲ ولت مانند شکل ۲۷ - ۴ را به یک مقاومت اهمی اتصال دهیم، در این حالت جریان بیشینه‌ای برابر با ۳ آمپر مطابق شکل ۲۸ - ۴ از مدار عبور می‌کند. توان مصرفی مقاومت را حساب کنید.

حل:

$$P = v_e \cdot I_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \times \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{12}{\sqrt{2}} \times \frac{3}{\sqrt{2}} = \frac{36}{2} = 18 \text{ وات}$$



شکل ۲۷ - ۴ - شکل موج ولتاژ مدار



شکل ۲۸ - ۴ - شکل موج جریان مدار

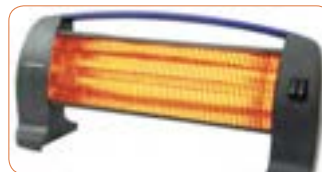
## ب) مدارهای خازنی خالص:



فیلم ۴

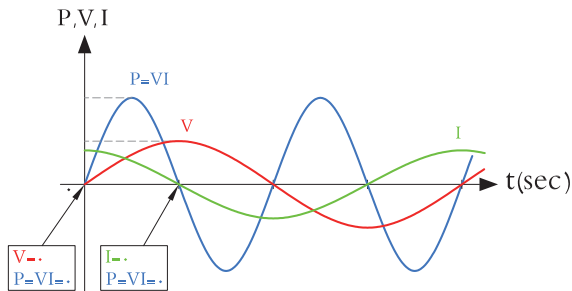
فیلم عملکرد خازن در مدار AC از نظر ذخیره انرژی را ببینید.

مدارهایی مانند شکل ۲۹ - ۴ که در آنها فقط از خازن استفاده شود را مدارهای «خازنی خالص» می‌گویند. در این مدار به خاطر وجود خاصیت خازنی، بین ولتاژ و جریان مدار ۹۰ درجه اختلاف فاز به وجود می‌آید. این اختلاف فاز به گونه‌ای است که در لحظاتی که جریان یا ولتاژ صفر است مقدار توان به صفر می‌رسد. در زمان‌هایی که ولتاژ یا جریان منفی است توان نیز منفی می‌شود. توان منفی یا مثبت به این معنی است که در بازه زمانی معین خازن مقداری انرژی از مولد می‌گیرد و به صورت میدان الکتریکی در خود

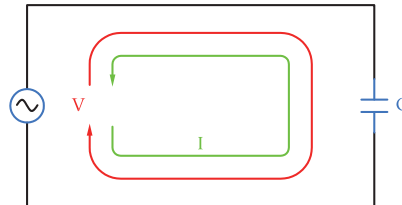


شکل ۲۶ - ۴ - بخاری برقی، لامپ و بلندگو

ذخیره می‌کند و در زمانی دیگر به مولد بازمی‌گرداند. به عبارت دیگر خازن، توانی را مصرف نمی‌کند. شکل ۳-۴



شکل ۳-۴ - منحنی ولتاژ، جریان و توان در مدار خازنی خالص

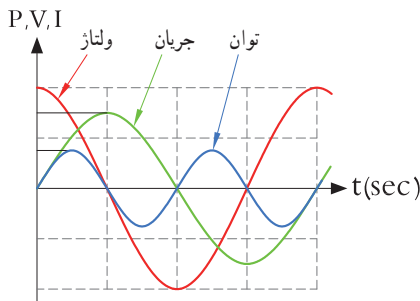


شکل ۳-۴ - مدار خازنی خالص

### الگوی پرسش

#### پویانمایی

پویانمایی مربوط به نمودارهای جریان، ولتاژ و توان در بارهای اهمی، سلفی و خازنی را مشاهده کنید.



شکل ۳-۴ - منحنی ولتاژ، جریان و توان در مدار سلفی خالص

خاصیت سلفی (اندوکتانس) یک سیم پیچ را با حرف L نشان می‌دهند و آن را بر حسب هانری (H) می‌سنجند. سلف از نظر توان مشابه خازن است با این تفاوت که انرژی را به میدان مغناطیسی تبدیل می‌کند. در مدار سلفی مقدار انرژی دریافت شده و داده شده به مولد در هر سیکل برابر است به عبارت دیگر سلف در بازه زمانی معین، انرژی را از مولد می‌گیرد و سپس انرژی را به مولد پس می‌دهد. در واقع عملاً سلف در مدار متناوب توانی را مصرف نمی‌کند.

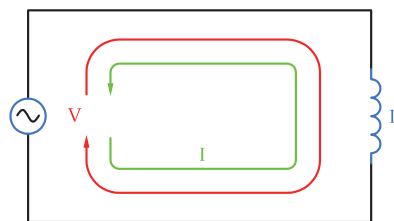
۱ در مدار خازنی خالص بین ولتاژ و جریان مدار درجه اختلاف فاز وجود دارد و جریان نسبت به ولتاژ ..... فاز دارد.

۲ عملکرد خازن در مدار جریان متناوب به این صورت است که از مولد انرژی می‌گیرد و

(۱) مصرف می‌کند (۲) به حرارت تبدیل می‌کند (۳) در خود ذخیره می‌کند

(۴) در خود ذخیره سپس به مدار بر می‌گرداند

(ت) مدارهای سلفی خالص: مدارهایی مانند شکل ۳-۴ که فقط از سیم پیچ (سلف) تشکیل شده‌اند را مدار سلفی خالص گویند. سلف باعث می‌شود تا جریان به اندازه ۹۰ درجه از ولتاژ عقب (پس فاز) بیفتد. در شکل ۳-۴ منحنی ولتاژ، جریان و توان را در مدار سلفی خالص مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۴ - مدار سلفی خالص

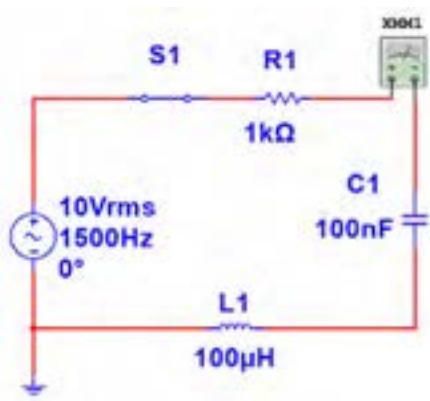
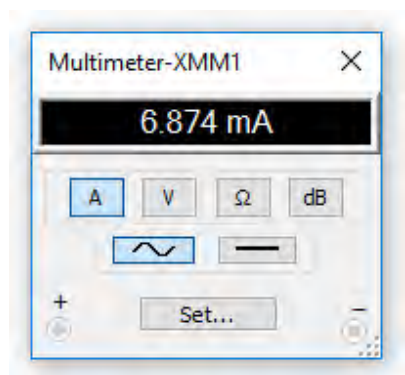


**مثال ۵:** در مدار شکل ۳۳ - ۴، مقدار توان ظاهری را محاسبه کنید.

پاسخ: مدار معادل بار عملی (واقعی) است که شامل مقاومت، سلف و خازن است.

با معلوم بودن جریان مدار و عدد گذاری در رابطه زیر توان ظاهری به دست می‌آید.

$$P_s = V_e \cdot I_e = 10 \times (6/874) = 68/74 \text{ mVA}$$



شکل ۳۳ - ۴ مدار R و L و C

بحث گروهی

در صورتی که مانند بند الف ۷ - ۴، مدار فقط مقاومتی باشد، توان ظاهری با توان مفید برابر می‌شود. چرا؟ موضوع را به بحث بگذارید و نتیجه‌گیری کنید.

وجود خازن و سیم‌پیچ چه نوع اختلالی در شبکه به وجود می‌آورند؟ نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

بحث کنید



۸ - ۴ - توان راکتیو (غیر مؤثر - دواته)

فیلم عملکرد سلف در مدار AC از نظر ذخیره انرژی را ببینید.

فیلم ۵



توانی که در طی یک سیکل در سلف یا خازن ذخیره می‌شود و مجدداً به مدار بر می‌گردد، توان غیر مؤثر (دواته یا راکتیو) نام دارد. این توان مرتباً بین منبع و سلف و خازن جابه جاشده و نقشی در تبدیل انرژی ندارد ولی در خط انتقال موجب تلفات می‌شود. ذخیره انرژی در سلف و خازن و برگشت انرژی به مولد، باعث گرم شدن سیم‌های رابط شده و انرژی تولید شده توسط نیروگاه را به هدر می‌دهد. لذا سیم‌های رابط و هادی‌ها باید طوری محاسبه شوند که بتوانند جریان کل را تحمل کنند. این جریان شامل جریان‌های مربوط به توان مفید و غیر مفید است.

۹ - ۴ - توان ظاهری

معمولاً بارهای عملی (واقعی) مجموعه‌ای از مقاومت، سلف و خازن هستند، بنابراین در این نوع عناصر هر دو نوع توان مفید و غیر مفید (راکتیو) وجود دارد. براینکه این دو نوع توان، توان ظاهری نام دارد که آن را با  $P_s$  یا  $S$  نشان می‌دهند.  $P_s$  از حاصل ضرب ولتاژ مؤثر در جریان مؤثر به دست می‌آید. واحد توان ظاهری ولت - آمپر (V.A) است.

$$P_s = V_e \cdot I_e$$

فکر کنید



آیا می‌توان توان اکتیو (مؤثر) را به مسافری تشبیه نمود که در مبدأ سوار قطار شده و در مقصد پیاده می‌شود ولی توان راکتیو مسافر است که در انتهای مسیر پیاده نمی‌شود و دوباره با قطار به مبدأ بر می‌گردد؟

## ۱۰-۴- ضریب توان (Power Factor)

نسبت توان مؤثر (توان واقعی  $P_e$ ) به توان ظاهری ( $P_s$ ) را ضریب توان می‌گویند.

$$\text{ضریب توان} = \cos\phi = \frac{P_e}{P_s} = \frac{\text{توان واقعی}}{\text{توان ظاهری}}$$

مقدار این ضریب می‌تواند بین صفر و یک تغییر کند. ضریب توان را با کسینوس فی ( $\cos\phi$ ) نشان می‌دهند. وجود توان راکتیو در مدار سبب می‌شود که توان واقعی از توان ظاهری کمتر شود. به این ترتیب ضریب توان مقداری کمتر از عدد یک را به خود می‌گیرد. برای دو سیستم انتقال با توان حقیقی یکسان، سیستمی که ضریب توان کوچک‌تر دارد، به علت دارا بودن توان راکتیو بالاتر، جریان گردشی بیشتری را در مدار ایجاد می‌کند، زیرا باید انرژی راکتیو (توان راکتیو) بیشتری را به منبع برگرداند. بنابراین جریان بیشتر سبب تلفات توان بیشتر می‌شود و راندمان مدار را کاهش می‌دهد. در حالی که سیستم با ضریب توان بزرگ‌تر ( $\cos\phi$  نزدیک ۱) تلفات کمتری در مدار ایجاد می‌کند. از این رو ضریب توان به عنوان شاخص و معیاری است که بیان می‌کند چه سهمی از توان دریافت شده از منبع در امر تبدیل انرژی مفید حضور دارد و کار مفید انجام می‌دهد. لذا اصلاح ضریب قدرت ( $\cos\phi$ ) در صنعت برق و انتقال انرژی اهمیت فوق العاده‌ای دارد. اصلاح ضریب قدرت

را به اختصار با نماد (Power Factor Correction) نشان می‌دهند. از آنجایی که هدف از اصلاح ضریب توان نزدیک کردن این ضریب به عدد یک است و بار مدار همواره ثابت بوده و قابل تغییر توسط کاربر نیست، لذا برای اصلاح ضریب قدرت باید با توجه به بار موجود در شبکه از بار راکتیو مخالف آن استفاده شود. برای مثال اگر بار مدار یک موتور الکتریکی باشد جریان موتور دارای خاصیت القایی است، باید برای اصلاح ضریب قدرت از اتصال خازن به مدار استفاده شود. شکل ۳۴-۴ موتور الکتریکی که به دلیل داشتن سیم‌پیچ دارای بار القایی است را نشان می‌دهد. اصلاح ضریب قدرت در طول خطوط انتقال انرژی و در پست‌های تبدیل ولتاژ با استفاده از مدارهای الکترونیکی انجام می‌شود. فرایند اصلاح در مراکز مصرف به ویژه در واحدهای صنعتی نیز اجرا می‌شود، زیرا علاوه بر کاهش هزینه‌های مصرفی مربوط به انتقال انرژی (کابل)، تجهیزات مولد انرژی را نیز کاهش می‌دهد. در این مراکز از مجموعه‌ای از خازن‌ها (بانک خازنی) که به مدار کنترل خودکار الکترونیک اصلاح ضریب قدرت (رگولاتور خازنی) اتصال دارد، استفاده می‌کنند. در شکل ۳۵-۴ بانک خازنی و در شکل ۳۶-۴ دستگاه کنترل الکترونیکی ضریب قدرت را ملاحظه می‌کنید.

فیلم اصلاح ضریب قدرت در مراکز تولید، توزیع و مصرف را مشاهده کنید.

فیلم ۶



رگولاتور خازنی

شکل ۳۶-۴



بانک خازنی

شکل ۳۵-۴



موتور الکتریکی با خاصیت القایی

شکل ۳۴-۴