

بسمه تعالی

## جزوه آموزشی رادیو آماتوری

کاری از گروه رادیویی راکال بلژیک

ترجمه : بهارک بشر

ویراست :

محمد عظیمی

سعید شکرالهی

## پایه و اساس شناخت الکتریسته

وقتی که کلمه جریان را می شنوید ناخودآگاه به یک رودخانه فکر می کنید . در رودخانه آب جریان دارد. کلمه جریان کلمه بسیار مهمی است . اگر جابجایی آب وجود نداشت ما نمی توانستیم از جریان صحبت کنیم بلکه تصورمان از یک برکه یا دریاچه بود . همانند جریان آب در رودخانه و چنین جابجایی در خصوص هوا هم وجود دارد که به آن می گویند جریان هوا . آب رودخانه همیشه از نقطه بلندتر به یک نقطه پائین تر جریان دارد. هرچه قدر ارتفاع بیشتر باشد قدرت جریان آب زیادتر است در غیر این صورت جریانی وجود ندارد. در حقیقت بجای رودخانه یک برکه حاصل می شود .

از مقایسه فوق می توانیم برای رسیدن به یک درک صحیح در رابطه با جریان الکتریکی استفاده کنیم .

جریان الکتریکی در حقیقت، جابجا شدن الکترون هاست، مانند جریان آب در رودخانه . جریان الکتریکی در یک سیم همیشه از پتانسیل بالا به پتانسیل پائین برقرار می شود .

در اینجا بحث در مورد اختلاف پتانسیل بین دو نقطه است . بدلیل وجود این اختلاف پتانسیل است که جریان الکتریکی در سیم به وجود می آید در غیر این صورت جریانی حاصل نخواهد شد.

جریان الکتریکی با حرف لاتین I معرفی میشود . مقیاس قدرت الکتریکی آمپر است و با حرف لاتین A معرفی میشود و جریان الکتریکی را با آمپرسنج اندازه می گیریم .

پتانسیل الکتریکی را با حرف لاتین U نوشته میشود مقیاس پتانسیل ولت است و پتانسیل را با ولت سنج اندازه می گیریم . منابع ولتاژ الکتریکی به واسطه فعل و انفعالات شیمیایی و یا مکانیکی تولید اختلاف پتانسیل میکنند .

به طور مثال :

باطری چراغ قوه 9 ولتی و یا دینام خودرو 12 ولتی.

دوباره برمیگردیم به مقایسه یاد شده رودخانه . تصور کنید که آب رودخانه به نقطه باریکی برسد، در این نقطه باریک، جریان آب رودخانه در تقابل با مقاومت دیواره ها قرار می گیرد، ولی بهرحال آب از آنجا عبور خواهد کرد. زمانی که آب از این نقطه باریک می گذرد قدرت جریان آب کاهش می یابد . چنین فرضیه ای را می توانیم برای جریان الکتریک استفاده نماییم و به این نتیجه می رسیم وقتی در سیمی جریان الکتریکی جاری است، اگر یک مقاومت در مسیر آن قرار دهیم جریان الکتریکی همانند جریان آب با همان شرایط مواجه خواهد شد: یعنی مقاومت الکتریکی جریان الکتریکی را دشوار خواهد کرد .

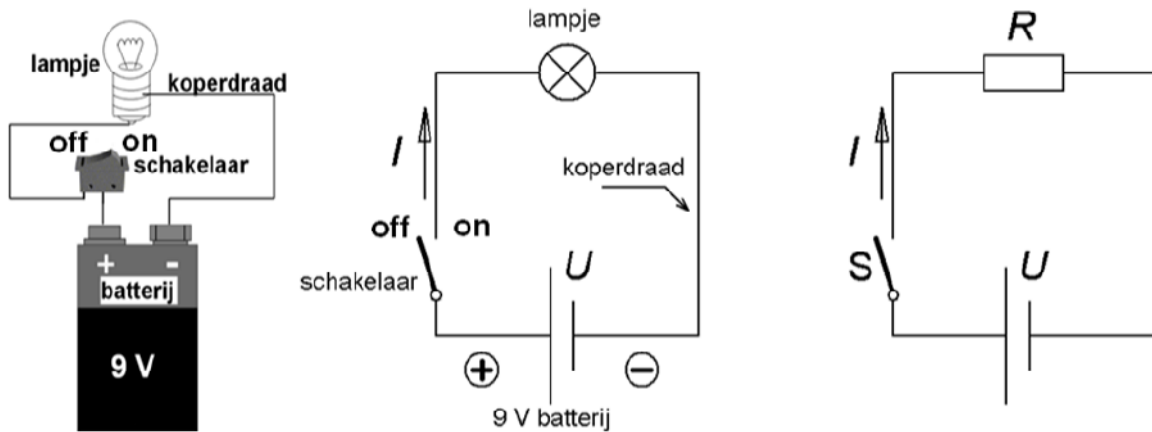
جریان الکتریکی ای که وارد مقاومت الکتریکی می شود به همان مقدار هم خارج می شود ولی مقدار پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد. در نتیجه بعد از عبور جریان از مقاومت الکتریکی، پتانسیل کاهش می یابد . کاهش پتانسیل مواجه شدن جریان الکتریکی با مقاومت الکتریکی است .

بطور مثال لامپ چراغ قوه ، یک موتور ، یک المنت برقی

مقاومت الکتریکی با حرف لاتین R نوشته میشود و مقیاس آن اهم است . مقاومت را با اهم سنج می سنجیم.

## مدار ساده الکتریکی

یکی از ساده ترین مدارهای الکتریکی شامل یک باطری ، یک لامپ و یک کلید برای روشن و خاموش کردن لامپ میباشد . عناصر مذکور به کمک سیم های مسی با یکدیگر متصل می شوند. نمونه فوق را می توان به سادگی در چراغ قوه مشاهده نمود. در اشکال زیر می توانید مشاهده کنید که چراغ قوه شما چگونه کار میکند . در اشکال زیر شما یک عدد باطری و یک عدد لامپ و یک کلید جهت خاموش و روشن کردن و تعدادی سیم مسی را مشاهده می کنید .



قطب مثبت باطری به یک سمت کلید, جهت روشن و خاموش کردن متصل است و قسمت دیگر کلید به لامپ وصل شده است و به وسیله یک سیم مسی لامپ به قطب منفی باطری متصل شده است. چنین مداری بسیار ساده است. زمانی که کلید را روشن می کنید جریان الکتریک برقرار می شود و این جریان به لامپ منتقل می گردد و در درون لامپ با یک مقاومت الکتریکی مواجه میشود. این امر سبب روشن شدن لامپ می گردد. همان مقدار جریان الکتریک از طرف دیگر لامپ به قطب منفی باطری منتقل می گردد. وقتی که کلید را خاموش می کنیم جریان الکتریکی قطع می شود .

توجه کنید در علامت سمبلیک باطری، خط بلند نشانه قطب مثبت است و از این نقطه جریان الکتریکی به سمت مدار الکتریکی روانه میشود که اکثر اوقات به وسیله یک فلش قابل رویت است .

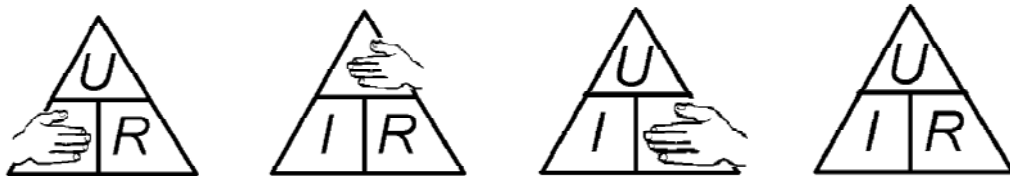
. این مسیر جریان طبق یک قرارداد تعیین شده است . ما بدان مسیر قراردادی عبور جریان می گوئیم که از قطب مثبت باطری شروع شده و در مدار جریان می یابد و به قطب منفی بر می گردد.

### 3 - قانون اهم

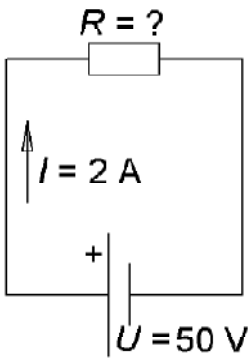
قانون اهم در واقع نسبت اختلاف پتانسیل ، جریان و مقاومت الکتریکی را توضیح میدهد .

$I = V/R$	$\Rightarrow V = I * R$	$\Rightarrow R = V/I$
-----------	-------------------------	-----------------------

با داشتن 2 کمیت فیزیکی فوق می توان سومین کمیت فیزیکی را محاسبه نمود . برای بهتر بخاطر سپردن فرمول های فوق می توان از چنین مثلث هایی استفاده نمود .



<p style="text-align: center;">شکل 1</p>	<p><u>مثال اول</u> چنانچه مقاومت الکتریکی 20 اهم باشد و اختلاف پتانسیل 100 ولت باشد. جریان الکتریکی را محاسبه کنید . داده : <math>V = 100 \text{ V}; R = 20 \Omega</math> سوال : <math>I = ?</math> راه حل : <math>I = V/R = 100 \text{ V} / 20 \Omega = 5 \text{ A}</math> بر اساس مثلث 1 فوق</p>
<p style="text-align: center;">شکل 2</p>	<p><u>مثال دوم</u> اگر مقاومت الکتریکی 10 اهم باشد و جریان الکتریکی 2,5 آمپر باشد؟ اختلاف پتانسیل را محاسبه کنید. داده : <math>R = 10 \Omega ; I = 2,5 \text{ A}</math> سوال : <math>V = ?</math> راه حل : <math>V = I * R = 2,5 \text{ A} * 10 \Omega = 25 \text{ V}</math> بر اساس مثلث 2 فوق</p>

 <p style="text-align: center;">شکل 3</p>	<p><b>مثال سوم</b>          اگر اختلاف پتانسیل 50 ولت باشد و جریان الکتریکی 2 آمپر باشد مقاومت الکتریکی را محاسبه کنید.          داده: <math>U = 50 \text{ V}; I = 2 \text{ A}</math>          سوال: <math>R = ?</math>          راه حل: <math>R = V/I = 50 \text{ V} / 2 \text{ A} = 25 \Omega</math>          بر اساس مثلث 3 فوق</p>
--	--

#### 4- قانون ژول

از مهم‌ترین کارهای ژول کشف رابطه بین جریان الکتریکی و گرمای ایجاد شده از آن است. همان‌طور که می‌دانید بسیاری از وسیله‌هایی که به طور روزمره با آنها سروکار داریم در اثر عبور جریان الکتریکی گرم می‌شوند. در واقع هر جسمی بنا به جنس و مواد سازنده آن در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت می‌کند که در نتیجه گرما ایجاد می‌شود. ژول توانست رابطه بین مقاومت الکتریکی، جریان و زمان را با گرمای ایجاد شده به دست آورد. این قانون بعدها به قانون ژول معروف شد.

مقدار انرژی تلف شده توسط یک رسانا را می‌توان بر اساس میزان مقاومت آن و اختلاف پتانسیل یا شدت جریان بدست آورد. این فرمول ترکیبی از قانون اهم و ژول است.

$P = U \cdot I$	$\Rightarrow I = P/U$	$\Rightarrow U = P/I$
-----------------	-----------------------	-----------------------

مقیاس توان وات است و با حرف لاتین W معرفی می‌شود. زمانی که دو تا از سه مقیاس فوق را بدانیم سومی را می‌توانیم محاسبه کنیم. برای بخاطر سپردن این فرمول از اشکال زیر استفاده نمائید:



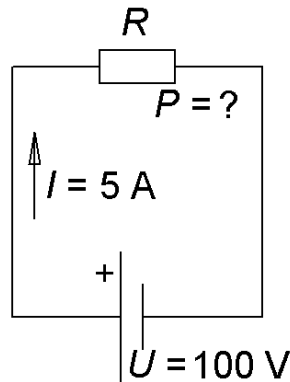
### مثال اول

از مقاومت الکتریکی جریانی به میزان 5 آمپر عبور می کند . مقدار اختلاف پتانسیل 100 ولت است توان این مقاومت الکتریکی را محاسبه نمائید .

داده :  $I = 5 \text{ A}$  ;  $U = 100 \text{ V}$

سوال :  $P = ?$

راه حل :  $P = U \cdot I = 100 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} = 500 \text{ W}$



شکل 1

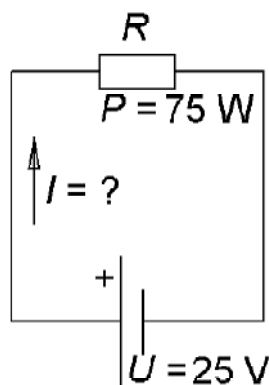
### مثال دوم

اختلاف پتانسیل 25 ولت و توان الکتریکی 75 وات است، مقدار جریان الکتریکی را که از این مقاومت الکتریکی عبور می کند محاسبه نمائید .

داده :  $U = 25 \text{ V}$  ;  $P = 75 \text{ W}$

سوال :  $I = ?$

راه حل :  $I = P/U = 75 \text{ W} / 25 \text{ V} = 3 \text{ A}$



شکل 2

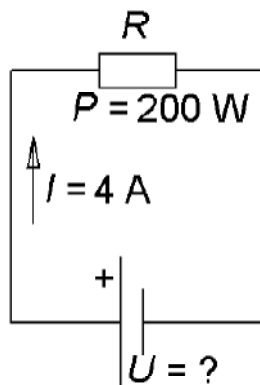
### مثال سوم

توان مقاومت الکتریکی 200 وات است چنانچه جریان الکتریکی که از این قدرت عبور می کند 4 آمپر باشد مقدار اختلاف پتانسیل را محاسبه نمائید .

داده :  $P = 100 \text{ W}$  ;  $I = 4 \text{ A}$

سوال :  $U = ?$

راه حل :  $U = P/I = 100 \text{ W} / 4 \text{ A} = 50 \text{ V}$



شکل 3

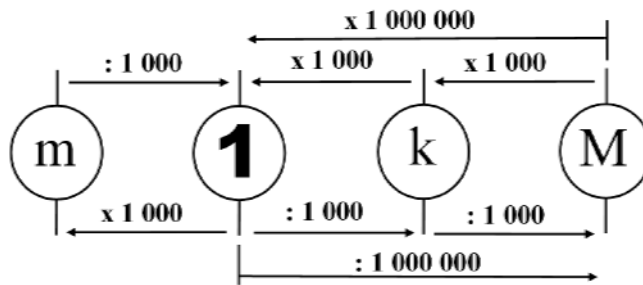
## 5 پیشوند واحدهای الکتریکی

همانطور که در زندگی روزمره مان از پیشوندهای متفاوت برای وزن و طولی‌رایاندازمگیریفاصلهیدونقطه استفاده میکنیم، به همان صورت درالکتریسیته ازپیشوندهای وکمیت های زیر استفاده مینمائیم:

K به معنای کیلو معادل 1000 برابر است، به طور مثال  $1\text{Kv}=1000\text{v}$

m به معنای میلی معادل  $1/1000$  برابر است، به طور مثال  $1\text{mA}=0.001\text{ A}$

M به معنای مگا معادل 1000000 برابر است، به طور مثال  $1\text{m}\Omega=1000000\Omega$



به طور مثال:

$2\text{ A} = 2.000\text{ mA}$	$27\ \Omega = 27.000\ \Omega$
$10\text{ kV} = 10.000\text{ V}$	$1,2\text{ A} = 1.200\text{ mA}$
$0,03\text{ kA} = 30\text{ A}$	$\text{M}\Omega = .\text{00.000}\ \Omega$
$470\ \Omega = 0,470\text{ k}\Omega$	$230\text{ V} = 0,230\text{ kV}$
$1.500\text{ mV} = 1,5\text{ V}$	$100\text{ mA} = 0,100\text{ A}$

## 6- پلارتهیکمنبعولتاژ

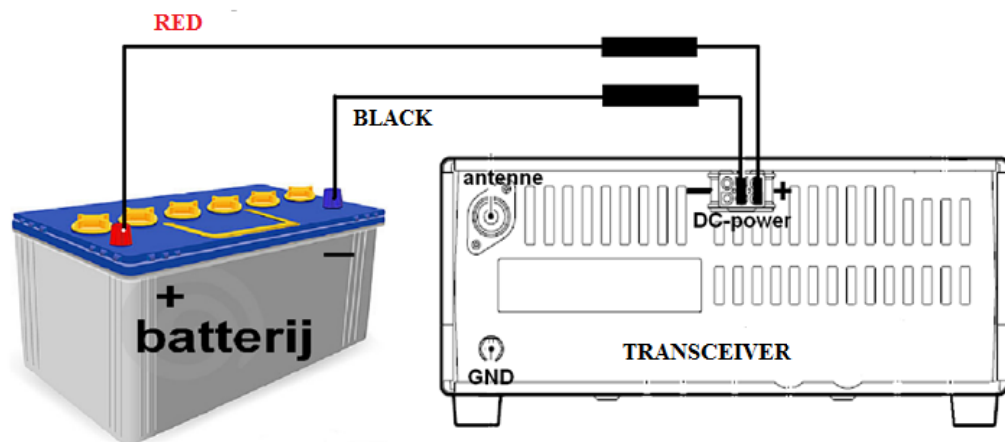
برای بعضی از وسایل برقی شیوه اتصال به منبع پتانسیل تاثیری در عملکرد ندارد. به طور مثال لامپ به هر شیوه ای به باطری نصب شود، روشن خواهد شد. ولی برای اتصال فرستنده‌وگیرنده به منبع تغذیه، قطبیت منبع پتانسیل بسیار مهم است. این موضوع در دستورالعمل دستگاه‌های فرستنده‌وگیرنده به صورت تأکیدی درج شده است. و به طور آشکار روی خود دستگاه هم نشان داده می شود. بدون استثناء قطب مثبت (قرمز) دستگاه به قطب مثبت باطری و قطب منفی (سیاه) به قطب منفی باطری متصل می شود. این موضوع باید مورد دقت زیادی قرار بگیرد. در غیر این صورت دستگاه کار نمی کند، صدمه دیده یا به کلی خراب می شود.

## 7- انواع منابع جریان

### منبع جریان مستقیم

باطری در حقیقت منبع پتانسیلی است که به طور یکنواخت جریان الکتریکی تولید میکند که این جریان از قطب مثبت به قطب منفی منتقل میشود. این نوع منابع را منابع تغذیه مستقیم مینامیم. منابع تغذیه مستقیم دارای دو ترمینال اتصال مثبت و منفی میباشند.

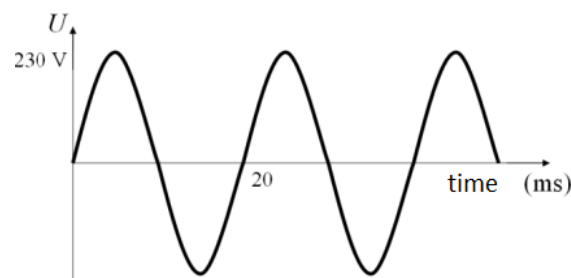
قطبیت ولتاژ میان ترمینال های این منابع تغذیه هرگز عوض نمی شود این نوع منابع پتانسیل را منبع DC یا مستقیم می نامند.



### منبع جریان متناوب

منابع تغذیه نیز هم وجود دارند که قطبیت پتانسیل در میان ترمینال های اتصال آن عوض می شوند. این نوع منابع تغذیه را منابع تغذیه متناوب یا AC می نامیم .

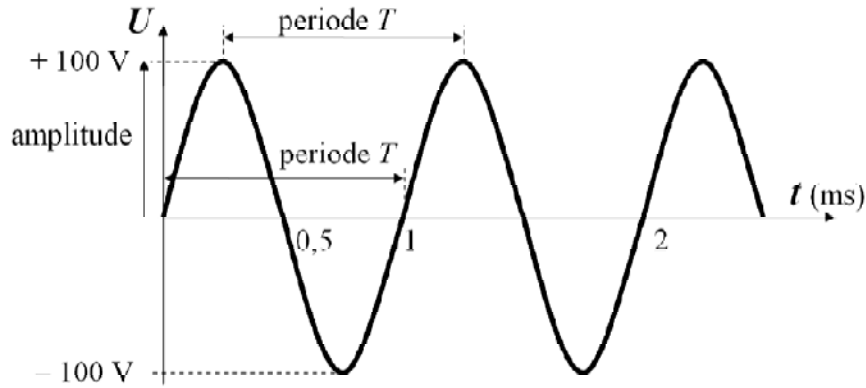
رادیو آماتورها اغلب از ولتاژهای AC سینوسی استفاده می کنند. (تصویر زیر را ببینید). شناخته شده ترین ولتاژ سینوسی ولتاژ 220 ولت برق شهر است که با استفاده از ترانس کاهنده و مدارات یکسوساز انرا تبدیل به ولتاژ 13.8 ولت مستقیم میکنند.





## 8- ویژگی های سیگنال سینوسی

ما چند ویژگی مهم سیگنال سینوسی را از طریق شکل زیر به شما معرفی می نمایم .



### 1- دامنه (amplitude)

در شکل فوق مشاهده می کنیم که پتانسیل متناوب در طول زمان بر اساس تابع سینوسی مابین دو میزان نهائی  $+100\text{ V}$  و  $-100\text{ V}$  تغییر می کند . حداکثر میزان پتانسیل را دامنه ولتاژ می نامیم که در این مورد 100 ولت است . صفحه 1

### 2 – تناوب (دوره یا پرپود) T

تناوب مقدار زمانی است که یک موج سینوسی از شروع تا پایان طی میکند و واحد آن ثانیه است . این فاصله زمانی، مابین دو نقطه با پتانسیل یکسان، ثابت میباشد . تناوب سیگنالی در شکل فوق ذکر ، یک میلی ثانیه (0,001ms) است

..

### 3 – بسامد (فرکانس) F

بسامد یک سیگنال سینوسی، تعداد نوسانها در یک ثانیه میباشد . نماد بسامد با حرف لاتین F نوشته میشود و واحد آن هرتز است . مدت زمانی که سیگنال مشخص شده در شکل فوق در یک دوره را طی میکند یک میلی ثانیه است ، در هر ثانیه 1000 تناوب بوجود می آید بنابراین فرکانس آن 1000 هرتز میباشد .

بسامد سیگنال را با فرمول زیر محاسبه می کنیم:  $F = 1/T$

$$f = 1/0,001 = 1000\text{ Hz}$$

برق شهر دارای فرکانس 50 هرتز و دامنه 230 ولت میباشد

### 4 – طول موج

کمیت های الکتریکی تقریباً با سرعت نور جابجا می شود (300,000 کیلومتر در ثانیه). در این صورت یک کمیت الکتریکی مسافتی به اندازه 300.000.000m در یک ثانیه طی میکند . به دلیل اینکه در یک ثانیه تعداد موج ها مساوی با فرکانس آن است ، طول موج برابر 300.000.000m تقسیم بر فرکانس است . طول یک موج را لاندا ( $\lambda$ ) می نامیم .

$$\lambda = 300/f \quad \Rightarrow \quad f = 300/\lambda$$

در این دو فرمول واحد بسامد، F (مگاهرتز) MHz است و واحد طول موج،  $\lambda$  (متر) است.

مثال 1: طول موج سیگنال 14,2 MHz را محاسبه نمایید.

راه حل:  $\lambda = 300/f = 300/14,2 = 21,13\text{m}$  (در طیف آماتوری مساوی با 20 m میباشد)

مثال 2: طول موج سیگنال 3720 kHz را محاسبه نمایید.

راه حل:  $\lambda = 300/f = 300/3,75 = 0\text{m}$  (در طیف آماتوری مساوی با 0 m میباشد)

مثال 3: بسامد سیگنال با طول موج 2,0 m را محاسبه نمایید.

راه حل:  $f = 300/\lambda = 300/2,0 = 145,31\text{ MHz}$  (در طیف آماتوری مساوی با 2 m میباشد)

مثال 4: بسامد سیگنال با طول موج 9,4 cm را محاسبه نمایید.

راه حل:  $f = 300/\lambda = 300/0,094 = 3200,000\text{ MHz}$  (در طیف آماتوری مساوی با 70 cm میباشد)

## 9- دسته‌بندی طیف فرکانسی

طیف فرکانسی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد .

### 1- AF—فرکانس صوتی

AF شامل تمام فرکانس صوتی. گوش انسان بسامدهای مابین 100 تا 15000 Hz را می‌شنود . یک دستگاه صوتی مرغوب حداقل دارای این طیف فرکانسی میباشد . برای یک مکالمه شفاف و قابل فهم با تلفن و یا بی سیم طیف بسامدی 300 تا 3 کیلو هرتز مورد نیاز است .

### 2- RF—فرکانس رادیویی

این نوع فرکانسها قابل شنیدن توسط گوش انسان نیستند و آنها رو به عنوان فرکانس رادیویی میشناسیم. تقسیم بندی فرکانسهای رادیویی به شرح زیر میباشد.

- 300 kHz تا 3 MHz . این نوع طیف را MF می‌نامیم {فرکانس متوسط} .
- 3 MHz تا 30 MHz این نوع طیف را HF می‌نامیم { فرکانس بالا} .
- 30 MHz تا 300 MHz این نوع طیف را VHF می‌نامیم { فرکانس بسیار بالا} .
- 300 MHz تا 3000 MHz این نوع طیف را UHF می‌نامیم { طیف فرکانس فوق العاده }

طیف فرکانسهای رادیویی فوق الذکر بر اساس قرار دادهای بین المللی به مصرف کنندگان مختلف به شکل طیففرکانسی اختصاص داده میشود . بدین طریق رادیو و تلویزیون، ترابری آبی و هوایی و زمینی، مراکز حفاظتی ، مراکز اضطراری و غیره هرکدام طیففرکانسی مختص به خود را دارا می‌باشند. به همین شکل کسانی که فعالیت رادیوی آماتوری انجام میدهند میبایست درطیففرکانسی مختص به خود فعالیت نمایند: از جمله 10- متر . 40 – متر . 20- مترو غیره .

تمام مصرف کنندگان باید از طیف فرکانسی مختص به خود استفاده نمایند و باعث اختلال درطیف فرکانسی دیگران ننمایند.

## 10- دانستن - بخاطر سپردن - فهمیدن :

- کمیت پتانسیل , جریان , توانایی و مقاومت همراه با نمادهای آنها را باید بدانید .
- پیشوندهائی مانند میلی , کیلو, مگا را باید بدانید .
- رابطه میان پتانسیل , جریان و توان را باید بشناسید و فرمول آن را بتوانید استفاده کنید .
- شما باید بدانید که مقاومت , پتانسیل الکتریکی را کاهش میدهد .
- شما باید رابطه بین پتانسیل , جریان و مقاومت را بدانید و از فرمول آنها بتوانید استفاده کنید .
- شما باید بدانید که دو قطب باطری, دارای اختلاف پتانسیل می باشد و وقتی که این دو قطب با یکدیگر اتصال می یابند موجب جریان الکتریکی می شوند .
- باید بدانید که قطبیت یک باطری در رابطه با روشن کردن یک لامپ معمولی چندان مهم نیست ولی برخی ابزارهای الکترونیکی می توانند به علت قطبیت اشتباهی آسیب ببینند .
- معنای اختصارات AC و DC را باید بدانید .
- سمبل های مربوط به منبع پتانسیل , لامپ , مقاومت و کلید خاموش و روشن کردن را باید بشناسید .
- واحد های بسامد و معنای RF و AF را باید بدانید .
- نماد گرافیکی یک موج سینوسی را باید بشناسید .
- بدانید که بسامد برق شهر 50 هرتز است .
- باید بدانید که گوش انسان بسامدهای مابین 100 Hz تا 15 kHz را می شنود .
- باید بدانید که طیف بسامدی برای مکالمه تلفنی و یا بیسیم مابین 300Hz و 3 kHz میباشد .
- باید طیف فرکانسی VHF, HF, UHF را باید بدانید .
- باید بدانید که محدوده فرکانسی برای هرگونه کاربرد های خدماتی شامل طیف مشخصی میباشد است . از جمله رادیو و تلویزیون و ترابری آبی و هوایی و رادیو آماتوری هرکدام از این ها دارای طیف فرکانسی مختص به خود هستند .
- رابطه بین فرکانس و پررود موج و طول موج را باید بدانید و بتوانید از فرمول آن را استفاده نمائید .

## 11- تمرینات

- 1- یک اجاق برقی که به یک ولتاژ 230V وصل شده است دارای جریان الکتریکی A میباشد. مقاومت و توان این اجاق برقی را محاسبه نمائید . (جواب:  $1\ 40\ W$  ,  $2\ 75\ \Omega$  )
- 2- چه ولتاژی مورد نیاز است که با مقاومت  $15\ \Omega$  یک جریان الکتریکی A را به وجود بیاورد ؟ توان این مقاومت را هم محاسبه نمائید . (جواب:  $90\ V$  ,  $540\ W$  )
- 3- چه مقدار جریان الکتریکی در یک دستگاه برقی با مقاومت  $10\ \Omega$  متصل به یک ولتاژ 7V می تواند به وجود بیاید ؟ توان این مقاومت را محاسبه نمائید . (جواب:  $0,7\ A$  ,  $4,9\ W$  )
- 4- جریان الکتریکی در یک وسیله برقی متصل به ولتاژ 5A130, V, است. مقاومت و توان آن را محاسبه نمائید . (جواب:  $20\ \Omega$  ,  $45\ W$  )
- 5- در یک مدار الکتریکی با یک عدد لامپ, جریانی مساوی با 200mA برقرار است. مقاومت لامپ  $50\ \Omega$  است. مقدار ولتاژ این مدار الکتریکی و توان این لامپ را محاسبه نمائید . (جواب:  $10\ V$  ,  $2\ W$  )
- به چه مقدار مقاومت نیازمندیم که در یک مدار الکتریکی متصل به یک ولتاژ 9 V یک جریان مساوی 0,3A به وجود آوریم ؟ توان این مقاومت را نیز محاسبه نمائید . (جواب:  $30\ \Omega$  ,  $2,7\ W$  )

7- یک دستگاه الکتریکی متصل به ولتاژ 100V دارای جریان A میباشد. مقاومت و توان این دستگاه برقی را محاسبه نمایید. (جواب:  $12,5\Omega$  00W)

- چه مقدار جریان الکتریکی داخل یک دستگاه با مقاومت  $2,2k\Omega$  که متصل به یک پتانسیل 220V است، جاری خواهد بود؟ توان را محاسبه نمایید. (جواب: 100mA 22W)

9- مقاومت و توان یک دستگاه الکترونیکی را که دارای یک جریان 10A است و به یک منبع 230V متصل است را محاسبه نمایید. (جواب:  $23\Omega$  2,3kW)

10- موتور یک پنکه به یک منبع ولتاژ 230V متصل است و دارای مقاومت  $4\Omega$  است. مقدار جریان الکتریکی و توان این پنکه را محاسبه نمایید. (جواب: 5A 1150W)

11- چه مقدار جریانی در یک دستگاهی که توان 2200W دارد و به یک منبع پتانسیل 220V متصل است، حاصل میشود؟ مقاومت این دستگاه را نیز محاسبه نمایید. (جواب:  $10A$   $22\Omega$ )

12- طول موج یک سیگنال 3750kHz کیلوهرتزی را محاسبه نمایید. (جواب: 0m)

13- فرکانس سیگنالی را که طول موج 20 m را دارد محاسبه نمایید. (جواب: 1,442 kHz)

14- طول موج فرکانس شبکه های برق شهری را محاسبه نمایید. (جواب: 000km)

15- جدول زیر را پر کنید :

10 V = .....mV	455 kHz = .....MHz
5,7mA = ..... A	0,50 W = ..... mW
1. 00 W = ..... kW	47 k $\Omega$ = ..... $\Omega$
14.200 kHz = ..... MHz	1 MV = ..... kV
100 M $\Omega$ = ..... k $\Omega$	433 MHz = ..... Hz
kV = ..... V	5,5 A = ..... mA
145 MHz = ..... kHz	2.700 $\Omega$ = ..... k $\Omega$
5 A = ..... kA	100 mW = ..... W
330 k $\Omega$ = ..... M $\Omega$	0,25 kA = ..... A
50 Hz = ..... kHz	3. 50 Hz = ..... kHz
2 mV = ..... V	10 kW = ..... MW
0,5 kW = ..... W	0, k $\Omega$ = ..... $\Omega$
150 kHz = ..... MHz	0,15 W = ..... mW
50mW = ..... W	7.100kHz = ..... MHz
14.200 kHz = ..... MHz	3. 50 Hz = ..... kHz
1,5 MV = ..... kV	10 $\Omega$ = ..... k $\Omega$
30 A = ..... kA	3,00 kV = ..... V
47 M $\Omega$ = ..... $\Omega$	0,2 A = ..... mA
200 mV = ..... V	10 mV = ..... V
2,2 k $\Omega$ = ..... $\Omega$	2,2 k $\Omega$ = ..... $\Omega$

## 12- نمونه سوالها

13-15-17-27-29-34-44-47-49-52-56-57-59-60-64-70-72-73-74-78-80-82-83-84-86-  
87-88-90-92-93-94-95-96-97-99-100-103-104-106-190-195-196-197-199-202-211-  
213-217-221-223-235-240-246-272-273-278-292-294-295-296-298-299-301-303-  
304-307-308-309-310-311-313-314-316-317-318-319-320-321-324-325-326-327-  
329-330-331-332-335-336-337-339-341-342-343-344-345-346-347-348-355-358-  
361-364-369-375-377-378-380-383-392-399-405-407-414-422-423-425-430-431-  
433-435-438-439-447-465-