۸ـ ظرفیت خازن معادل نسبت به مرحله ۳ چه تغییری دارد؟ شرح دهید.

۹ـ آیا ظرفیت خازن معادل اندازه گیری شده و محاسبه شـده با هم مطابقت دارد؟ درصورتی که جواب منفی است علت را شرح دهید.

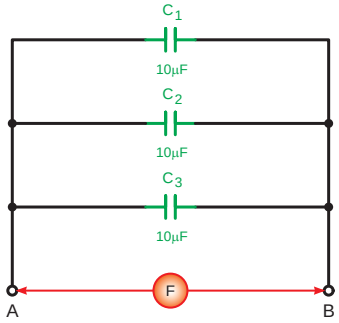
۱۰ـ سـه خازن ۱۰ * را مطابق شـکل ۸ـ۷۹ به صورت موازی اتصـال دهید و ظرفیت خازن معـادل را با LC متر اندازه گیری کنید.

C_{AB}= [ ] μf (اندازه گیری)

۱۱ـ مقدار ظرفیت معادل را از رابطه $C_T = \frac{C}{n}$ محاسبه کنید.

C_{AB}= [ ] μf (محاسبه)

۱۲ـ از مقادیر به دسـت آمده چه نتیجه ای می گیرید؟ آیا مقادیر اندازه گیری شده با مقادیر محاسبه شده مطابقت دارد؟ شرح دهید.



شکل ۸ـ۷۹

پاسخ سؤال

۱۲-

ب محاسبه و اندازه گیری ولتاژ خازن

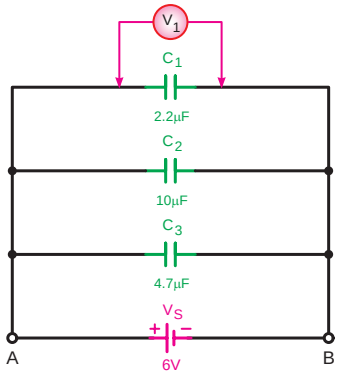
۱ـ مدار شکل ۸ـ۸۰ را روی بردبرد ببندید.

تذکـر: از ولت متـر عقربه ای یا دیجیتالی بـا حوزه کار حداقل ۵ ولت استفاده کنید. (شکل ۸ـ۸۰)

۲ـ کلید منبع تغذیه را وصل کرده و پس از سپری شدن مدت زمان ده ثانیه ولتاژ دو سـر خـازن C_1 را اندازه گیری کنید.

V_{C_1}(محاسبه) = [ ] V

الف- شکل واقعی



ب- شکل مداری

شکل ۸ـ۸۰

۳ـ منبـع تغذیـه را خاموش کنید و سـپس ولت متر را یکبار در دو سـر خازن $C_۲$ و بار دیگر در دو سـر خازن $C_۳$ اتصال دهید سپس با وصل کلید منبع تغذیه ولتاژ دو سر هر یک را مشابه مرحله ۲ اندازه گیری کنید.

$V_{C_۱}$ = ☐ V

$V_{C_۲}$ = ☐ V

۴ـ از مقایسه مقادیر بدست آمده با ولتاژ منبع تغذیه چه نتیجه ای می گیرید؟ شرح دهید.

۵ـ با توجه به مقادیر معلوم آیا ولتاژ دو سـر هر خازن را می توانید محاسبه کنید؟ شرح دهید.

۶ـ در صورت محاسبه ولتاژ خازن ها آیا مقادیر محاسبه شده با مقادیر اندازه گیری شده مطابق دارد؟ شرح دهید.

۷ـ سـه خازن ۱۰μf را مطابق شـکل ۸ـ۸۱ به صورت موازی اتصال دهید و ولتاژ دو سر هر یک را به طور جداگانه اندازه بگیرید.

$V_{C_۱}$ = ☐ V

$V_{C_۲}$ = ☐ V

$V_{C_۳}$ = ☐ V

۸ـ از مقادیر اندازه گیری شده چه نتیجه ای می گیرید؟ شرح دهید.

پ مشـاهده و اندازه گیـری جریان در مدارهای dc خازنی

۱ـ در ابتـدا همه خازنهـا را به کمک یک قطعه سـیم دشارژ کنید.

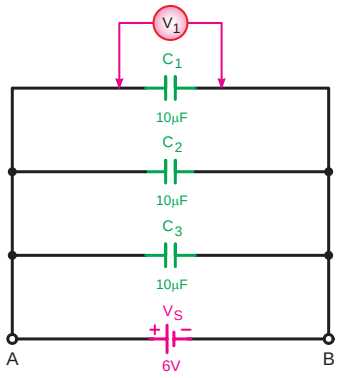
۲ـ مدار شکل ۸ـ۸۲ را روی بردبرد ببندید و کلید $K_۴$ را در حالت وصل قرار دهید.

پاسخ سؤال‌های

۴ـ

۵ـ

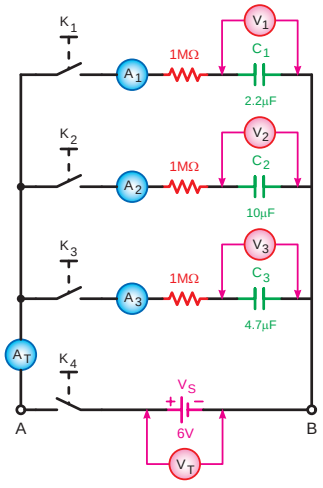
۶ـ



شکل ۸ـ۸۱

پاسخ سؤال

۸ـ



شکل ۸ـ۸۲

۳ـ با وصل کلید K_1 جریان عبوری و ولتاژ دو سر خازن $C_1 = ۲/۲\mu f$ را پس از گذشت هر ۶ ثانیه اندازه بگیرید و این مرحله را تا ۴۲ ثانیه ادامه دهید. (۷ مرحله)

۴ـ مقادیر ولتاژ و جریان هر مرحله را اندازه بگیرید و در جدول ۹ـ۸ یادداشت کنید.

جدول ۹-۸

		۶ ثانیه	۱۲ ثانیه	۱۸ ثانیه	۲۴ ثانیه	۳۰ ثانیه	۳۶ ثانیه	۴۲ ثانیه
وصل کلید K_1	V_1							
	A_1							
وصل کلید K_2	V_2							
	A_2							
وصل کلید K_3	V_3							
	A_3							
وصل کلید K_4								

۵ـ مراحل فوق را به طور جداگانه و با وصل کلیدهای K_2 و K_3 از ابتدا تکرار کنید و مقادیر اندازه گیری شده را در جدول ۹ـ۸ ثبت کنید.

۶ـ منبع تغذیه و همه کلیدها را قطع نموده و خازن ها را از مدار جدا کرده و دشارژ کنید و سپس آن ها را در جای خود قرار دهید.

۷ـ مطابق شکل ۸۲ـ۸ آمپرمتر A_T را در مسیر جریان کل مدار و ولت متر V_T را به دو سر منبع تغذیه وصل کنید.

۸ـ کلیدهای K_1 و K_2 و K_3 را در حالت وصل قرار دهید.

۹ـ با وصل کلید * و در اختیار داشتن یک کرونومتر پس از گذشت هر ۶ ثانیه مقادیر ولتاژ کل (V_T) و جریان کل (A_T) مدار را اندازه گیری نموده و در جدول ۹ـ۸ یادداشت کنید.

۱۰ـ از مقایسه مقادیر اندازه گیری شده چه نتیجه ای می گیرید؟

۱۱ـ مقدار بار کل مدار را از رابطه $Q_T = C_T.V_T$ محاسبه کنید.

۱۲ـ آیا نتایج اندازه گیری شده با مقادیر محاسبه شده مطابق دارد؟ شرح دهید.

پاسخ سؤال‌های

۱۰-

۱۱-

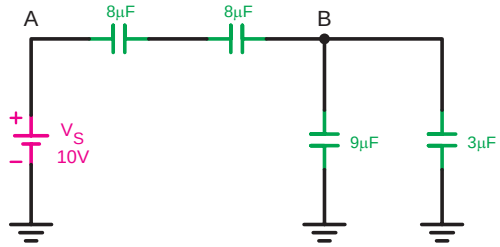
۱۲-

۱۳-

۳ـ۱۱ـ۸ـ اتصال ترکیبی خازن ها:

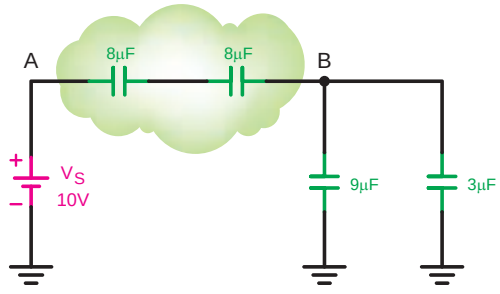
بـه مدارهایـی که نحـوه اتصـال خازن هـا ترکیبی از اتصالات سـری و موازی است مدار «ترکیبی» یا «مختلط» گفته می شـود. برای حل این مدارها با توجه به نوع مدارها باید برای هر قسـمت به طور جداگانه روابط سری یا موازی را بکار برد.

مثال: ظرفیت خازن معادل مدار شـکل ۸ـ۸۳ را حساب کنید.



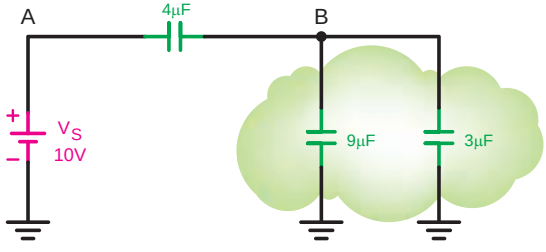
شکل ۸-۸۳

حال: خازن های موجود بین گروه های A و B به صورت سری و خازن های بین گره های B و C به شکل موازی قرار دارند که در نهایت مجموعه خازن های بین گره های A و B با خازن های بین گره های B و C به صورت سری با یکدیگر قرار می گیرند.



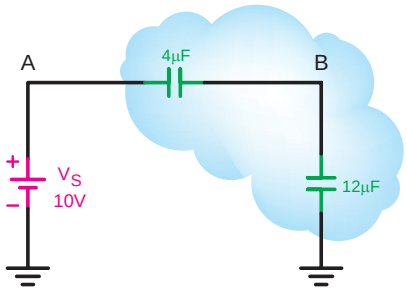
شکل ۸-۸۴

$$C_{T_{AB}} = \frac{C}{n} = \frac{۸}{۲} = ۴\mu f$$



شکل ۸-۸۵

$$C_{T_{BG}} = ۹ + ۳ = ۱۲\mu f$$



شکل ۸-۸۶

$$C_T = \frac{C_{T_{AB}} \times C_{T_{BG}}}{C_{T_{AB}} + C_{T_{BG}}}$$

$$C_T = \frac{۴ \times ۱۲}{۴ + ۱۲} = \frac{۴۸}{۱۶} = ۳\mu f$$

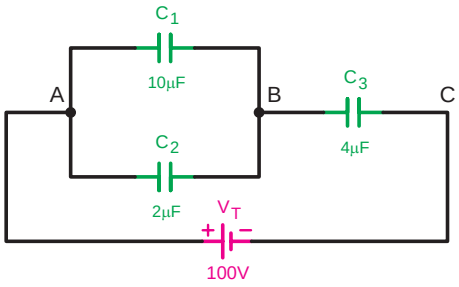
مثال:

در مدار شکل ۸ـ۸۷ مطلوب است:

الف ـ ظرفیت خازن معادل

ب ـ بار الکتریکی ذخیره شده در هر خازن

ج ـ ولتاژ دو سر هر خازن



شکل ۸-۸۷

حل:

$$C_{T_{AB}} = ۱۰ + ۲ = ۱۲\mu f$$

$$C_T = \frac{C_{T_{AB}} \times C_۳}{C_{T_{AB}} + C_۳} = \frac{۱۲ \times ۴}{۱۲ + ۴} = \frac{۴۸}{۱۶} = ۳\mu f$$

$$Q_T = V_T . C_T = ۱۰۰ \times ۳ = ۳۰۰\mu C$$

$$Q_T = Q_۳ = ۳۰۰\mu C$$

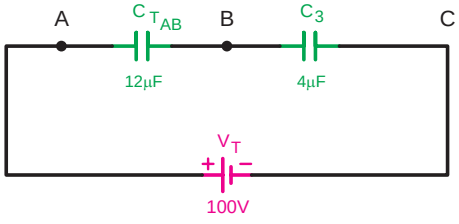
$$V_{BC} = V_۳ = \frac{Q_۳}{C_۳} = \frac{۳۰۰}{۴} = ۷۵v$$

$$V_T = V_{AB} + V_{BC} \Rightarrow V_{AB} = V_T - V_{BC}$$

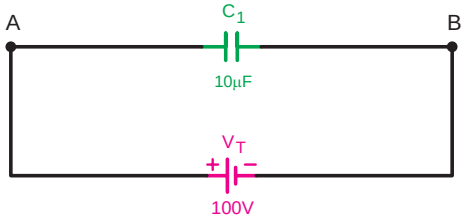
$$V_{AB} = V_۱ = V_۲ = ۱۰۰ - ۷۵ = ۲۵v$$

$$Q_۱ = V_۱ C_۱ = ۲۵ \times ۱۰ = ۲۵۰\mu C$$

$$Q_۲ = V_۲ C_۲ = ۲۵ \times ۲ = ۵۰\mu C$$



شکل ۸-۸۹



شکل ۸-۹۰

عملیات کارگاهی
(کار عملی ۹)

ساعت آموزشی		
نظری	عملی	جمع
-	۱	۱

هدف: بررسی مدارهای مقاومتی موازی در جریان مستقیم

وسایل و تجهیزات مورد نیاز (برای هر گروه کار)

۱ـ منبع تغذیه dc (الکترونیکی)	۱ دستگاه
۲ـ آوومتر عقربه ای	۱ دستگاه
۳ـ آوومتر دیجیتالی	۱ دستگاه
۴ـ بردبرد آزمایشگاهی	۱ عدد
۵ـ LC متر	۱ عدد
۶ـ مقاومت $R = ۱M\Omega\,(۱W)$	۱ عدد
۷ـ خازن‌ها	
$C_۱ = ۲/۲\mu f$ با حداقل ولتاژ کار ۶ ولت	۱ عدد
$C_۲ = ۱۰\mu f$ با حداقل ولتاژ کار ۶ ولت	۳ عدد
$C_۳ = ۴/۷\mu f$ با حداقل ولتاژ کار ۶ ولت	۱ عدد
۸ـ باتری ۱/۵ ولتی	۴ عدد
۹ـ سیم چین	۱ عدد
۱۰ـ سیم لخت کن	۱ عدد
۱۱ـ سیم تلفنی	۰/۵ متر

تذکر: **در صورت کم بودن زمان اجرای آزمایش و یا تجهیزات آزمایشگاهی از انجام مراحلی که با علامت (*) مشخص شده اند خودداری کنید.**

توجه

برای اندازه گیری ولتاژ و جریان عناصر مدار می توانید از یک آووتر دیجیتالی یکبار به صورت ولت متری و بار دیگر به صورت آمپرمتری به طور جداگانه استفاده کنید.

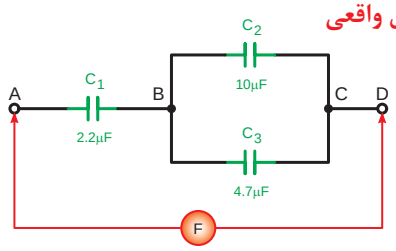
الف محاسبه و اندازه گیری ظرفیت خازن معادل

مراحل اجرای آزمایش:

۱ـ مدار شـکل ۹۱ـ۸ را روی بردبرد اتصال دهید و با اسـتفاده از LC متر ظرفیت خازن معادل بین دو نقطه A و D را اندازه گیری کنید.

$C_{AD}=$ ☐ μf

الف ـ شکل واقعی

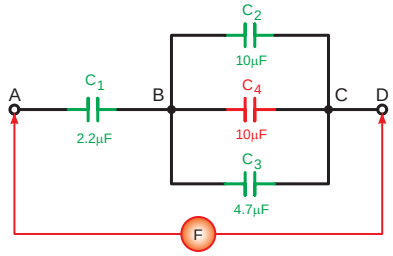


ب ـ شکل مداری

شکل ۹۱ـ۸

۲ـ خـازن $C_4=10\mu f$ را بین دو نقطـه C و B قرار دهیـد و ظرفیـت خازن معـادل بین دو نقطـه A و D را اندازه گیری کنید. (شکل ۹۲ـ۸)

$C_{AD}=$ ☐ μf

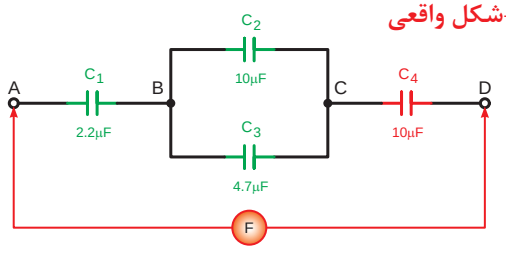


شکل ۹۲ـ۸

۳ـ خـازن $C_4=10\mu f$ را طبق شـکل ۹۳ـ۸ بین دو نقطـه C و D قرار دهیـد و ظرفیت خازن معادل دو نقطه A و D را اندازه گیری کنید.

$C_{AD}=$ ☐ μf

الف–شکل واقعی



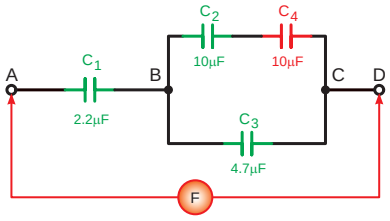
ب– شکل مداری

شکل ۹۳ـ۸

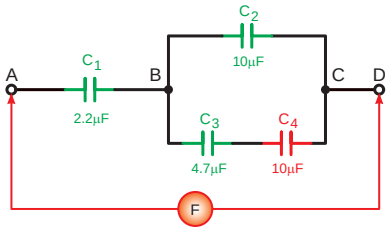
❋۴ـ خازن C_4 را یکبار سری با خازن C_2 و بار دیگر سری با خازن C_3 قرار دهید و ظرفیت خازن معادل را به تفکیک اندازه بگیرید. (شکل ۸ـ۹۴ و ۸ـ۹۵)

$C_{AD}=$ ☐ μf

$C_{AD}=$ ☐ μf

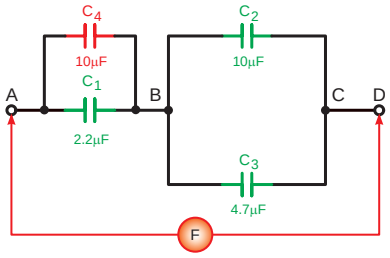


شکل ۸ـ۹۴



شکل ۸ـ۹۵

۵ـ خازن C_4 را مطابق شکل ۸ـ۹۶ موازی با خازن C_1 قرار دهید و ظرفیت شکل ۸ـ۹۵ خازن معادل را از دو نقطه A و D اندازه بگیرید.



شکل ۸ـ۹۶

$C_{AD}=$ ☐ μf

۶ـ از مقادیر به دست آمده آزمایش های فوق چه نتیجه ای می گیرید؟ شرح دهید.

۷ـ ظرفیت خازن معادل از دو نقطه A و D شکل های مراحل ۴ تا۵ را محاسبه کنید.

۸ـ آیا نتایج آزمایش ها با مقادیر محاسبه شده مطابقت دارد؟

۹ـ ایا رابطه کلی برای تعیین ظرفیت معادل مدارهای سری ـ موازی خازنی می توان ارائه کرد؟ چرا؟

پاسخ سؤال‌های

۶ـ

۷ـ

۸ـ

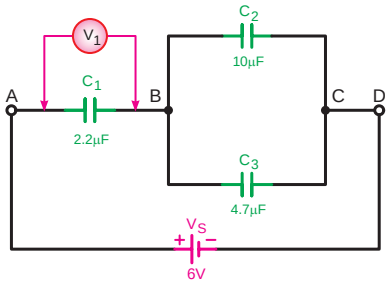
۹ـ

ب محاسبه و اندازه گیری ولتاژ

۱ـ مدار شکل ۸ـ۹۷ را روی بردبرد اتصال دهید.

۲ـ به کمک یک ولت متر دیجیتالی که روی حداقل حوزه کار ۵ ولت قرار دارد ولتاژ دو سر خازن C_1 را مطابق شکل ۸ـ۹۵ اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V_{C_1} =$ ☐ V



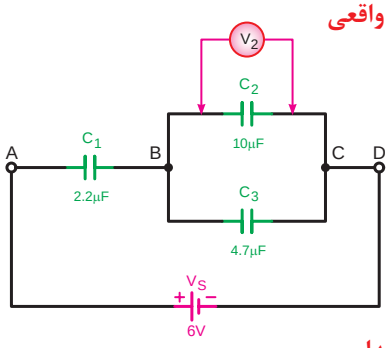
شکل ۸ـ۹۷

۳ـ محل قرار گرفتن ولت متر را مطابق شکل ۸ـ۹۸ به دو نقطه B و C انتقال دهید و ولتاژ دو سر خازن های C_2 و C_3 را اندازه گیری کنید.

الف- شکل واقعی

$V_{C_2} =$ ☐ V

$V_{C_3} =$ ☐ V



ب- شکل مداری

شکل ۸ـ۹۸

۴ـ مقدار ولتاژ دو سر هر یک از خازن ها را با کمک روابط محاسبه کنید.

۵ـ با استفاده از رابطه $Q = C.V$ مقدار بار الکتریکی ذخیره شده در هر یک از خازن های C_1 و C_2 و C_3 را حساب کنید.

۶ـ از آزمایش های انجام شده چه نتیجه ای می گیرید؟

۷ـ آیا مقادیر به دست آمده در آزمایش ها با مقادیر محاسبه شده مطابقت دارد؟ تحقیق کنید.

پاسخ سؤال‌های

۴-

۶-

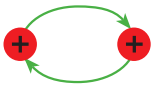
۷-

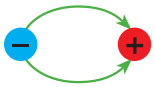
آزمون پایانی (۸)

۱ـ مفهوم میدان الکتریکی برای بررسی فضای اطراف یک جسم ..... مفید است.

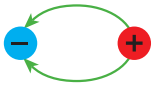
الف ـ باردار　　ب ـ مغناطیسی　　ج ـ نارسانا　　د ـ رسانا

۲ـ کدامیک از تصاویر زیر صحیح است؟

الف ـ 

ب ـ 

ج ـ

د ـ 

۳ـ در میدان الکتریکی یکنواخت میدان بین دو صفحه چگونه است؟

الف ـ در تمام جهات دوران دارد.　　ب ـ در تمام نقاط ثابت است.

ج ـ به سطح صفحات بستگی دارد.　　د ـ به فاصله بین صفحات وابسته است.

۴ـ از خازن برای ..... استفاده می شود.

الف ـ ایجاد میدان مغناطیسی　　ب ـ دفع بارهای الکتریکی

ج ـ ذخیره بار الکتریکی　　د ـ جذب بارهای الکتریکی

۵ـ ذخیره بار الکتریکی در خازن به این معنی است که بار:

الف ـ در آن حرکت می کند.　　ب ـ پس از قطع برق از بین می رود.

ج ـ در صفحات آن تخلیه می شود.　　د ـ پس از قطع برق باقی می ماند

۶ـ ظرفیت یک خازن عبارت است از:

الف ـ توانایی مقدار باری که خازن می تواند ذخیره کند.　　ب ـ میزان سطح مشترک صفحات خازن

ج ـ توانایی عمل مقدار ولتاژی که به خازن وصل می شو　　د ـ میزان جریانی که از خازن عبول می کند.

۷ـ کدام یک از روابط زیر صحیح می باشد؟

الف ـ $V=\frac{C}{Q}$　　ب ـ $Q=\frac{V}{C}$　　ج ـ $V=\frac{Q}{C}$　　د ـ $Q=\frac{C}{V}$

۸ـ خازن ۱۰۰pf معادل چند میکروفارو است؟

الف ـ 10^{8}　　ب ـ 10^{-5}　　ج ـ 10^{10}　　د ـ 10^{-4}

۹ـ دشارژ کردن خازن یعنی:

الف ـ قطع و وصل کلید موجود در مدار خازن　　ب ـ اتصال کوتاه کردن دو پایه خازن

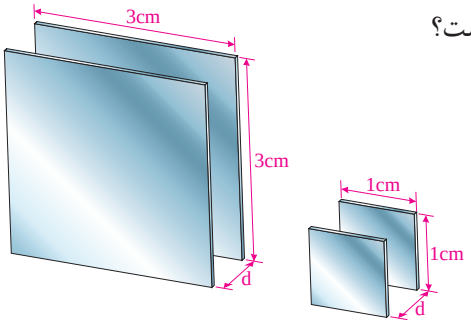
ج ـ اعمال ولتاژ به دو سر خازن　　د ـ تخلیه میدان مغناطیسی صفحات خازن

۱۰ـ اگر ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ منبع تغذیه برابر شود یعنی خازن ..... و جریان مدار ..... است.

الف ـ شارژ شده ـ حداکثر
ب ـ دشارژ شده ـ حداکثر
ج ـ شارژ شده ـ صفر
د ـ دشارژ شده ـ صفر

۱۱ـ در شکل ۹۷ـ۸ ظرفیت خازن (الف) چند برابر خازن (ب۹ است؟

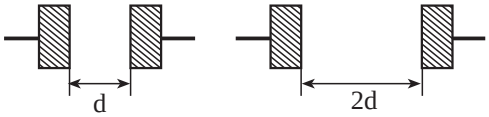
الف ـ $\frac{۱}{۳}$
ب ـ ۳
ج ـ ۹
د ـ $\frac{۱}{۲}$



شکل ۹۹ـ۸

۱۲ـ نسبت ظرفیت خازن (ب) نسبت به ظرفیت خازن (الف) شکل ۹۹ـ۸ در صورتی که سطح صفحات برابر و جنس دی الکتریک یکسان باشد چقدر است؟

الف ـ ۱۶
ب ـ $\frac{۱}{۲}$
ج ـ ۴
د ـ ۲



شکل ۱۰۰ـ۸

۱۳ـ هرچه ضریب دی الکتریک ماده عایق به کار رفته در خازن زیادتر باشد ظرفیت خازن .....

الف ـ کمتر می شود.
ب ـ زیادتر می شود.
ج ـ تغییر نمی کند.
د ـ با توان دو تغییر می کند.

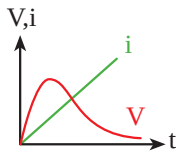
۱۴ـ سرعت حرکت الکترون ها برای مدار خازنی در لحظه اول وصل کلید ..... می باشد.

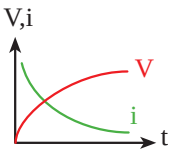
الف ـ سریع
ب ـ آهسته
ج ـ متوسط
د ـ اول آهسته و سپس سریع

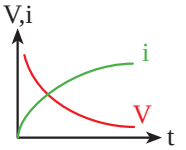
۱۵ـ علت استفاده از مقاومت سری در مسیر خازن ها به خاطر:

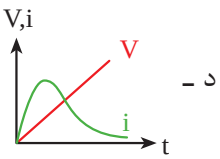
الف ـ افزایش زمان تناوب
ب ـ کاهش زمان لازم برای بروز خاصیت عایقی
ج ـ کاهش زمان تناوب
د ـ افزایش زمان شارژ و دشارژ خازن

۱۶ـ منحنی تغییرات ولتاژ و جریان مدار خازنی در حالت شارژ خازن کدام مورد است؟

الف ـ 

ب ـ 

ج ـ 

د ـ 

۱۷ـ مقاومت نشتی خازن باعث می شود تا:

الف ـ ظرفیت واقعی خازن از ظرفیت نامی آن بیشتر باشد
ب ـ ظرفیت واقعی خازن از ظرفیت نامی آن کم متر باشد
ج ـ ظرفیت واقعی خازن با ظرفیت نامی آن برابر باشد.
د ـ تحمل ولتاژ کار خازن افزایش یابد.

۱۸ـ از تانتالیوم در کدامیک از خازن های زیر استفاده می شود؟

الف ـ کاغذی　　ب ـ سرامیکی　　ج ـ میکا　　د الکترولیتی

۱۹ـ از محلول مومی شکل فنولیک در کدامیک از خازن های زیر استفاده می شود؟

الف ـ کاغذی　　ب ـ سرامیکی　　ج ـ میکا　　د الکترولیتی

الف ـ الکترولیتی　　ب ـ میکا　　ج ـ سرامیکی　　د ـ کاغذی

۲۰ـ جنس صفحات کدامیک از خازن های زیر از جنس آلومینیومی نمی باشد؟

الف ـ کاغذی　　ب ـ میکا　　ج ـ سرامیکی　　د الکترولیتی

۲۱ـ خازن های شکل ۸ـ۱۰۰ از چه نوعی است؟

الف ـ کاغذی　　ب ـ میکا

ج ـ الکترولیتی　　د ـ متغیر

۲۲ـ خازن ..... یک خازن متغیری است که با پیچ گوشتی ظرفیتش تغییر می کند.

الف ـ واریابل　　ب ـ کاغذی　　ج ـ میکا　　د تریمر

۲۳ـ حداکثر میزان تغییر ظرفیت خازن به ازای تغییر یک درجه سانتیگرد را ..... گویند.

الف ـ تلرانس　　ب ـ ظرفیت　　ج ـ ضریب حرارتی　　د واریابل

۲۴ـ کدامیک از موارد زیر در انتخاب یک خازن مؤثر نیست؟

الف ـ شکل ظاهری　　ب ـ ظرفیت　　ج ـ ولتاژ کار　　د ضریب حرارتی

۲۵ـ ظرفیت خازن معادل سه خازن مساوی موازی ..... ظرفیت هر یک از خازن های مدار است.

الف ـ $\frac{۱}{۳}$　　ب ـ ۳ برابر　　ج ـ $\sqrt{۳}$ برابر　　د $\frac{۱}{\sqrt{۳}}$

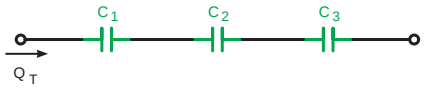
۲۶ـ مشخصات خازن شکل ۸ـ۱۰۱ کدام است؟

شکل ۸ـ۱۰۱

الف ـ $۳/۹kpf \pm ٪۱۰$　　ب ـ $۳/۹kpf \pm ٪۵$

ج ـ $۳۹۰۰kpf \pm ٪۱۰$　　د ـ $۳۹۰۰kpf \pm ٪۵$

۲۷ـ کدام یک از روابط زیر بار الکتریکی خازن های $C_۱$ و $C_۲$ و $C_۳$ را نشان می دهد؟

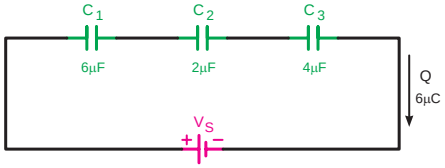


شکل ۸ـ۱۰۲

الف ـ $Q_۱ > Q_۲ > Q_۳$　　ب ـ $Q_۱ < Q_۲ < Q_۳$

ج ـ $Q_۱ = Q_۲ = Q_۳$　　د ـ $Q_۱ > Q_۲, Q_۲ < Q_۳$

۲۸ـ ولتاژ دو سر خازن $C_۳$ در مدار شکل ۸ـ۱۰۳ چند ولت است؟



شکل ۸ـ۱۰۳

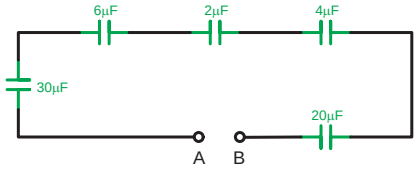
الف ـ ۲۴　　ب ـ ۰/۷

ج ـ ۱/۵　　د ـ ۱/۲

۲۹ـ ظرفیت خازن معادل C_T شکل ۸ـ۱۰۴ چند میکروفاراد است؟

الف ـ $\frac{۱}{۹۰}$ ب ـ ۳

ج ـ ۹۰ د ـ $\frac{۱}{۳}$

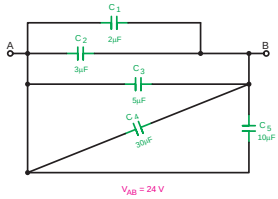


شکل ۸ـ۱۰۴

۳۰ـ مقدار بار الکتریکی خازن $C_۲$ در شکل ۸ـ۱۰۵ چند میکروکولن است؟

الف ـ ۷۲ ب ـ ۰/۵

ج ـ ۱۸ د ـ ۲

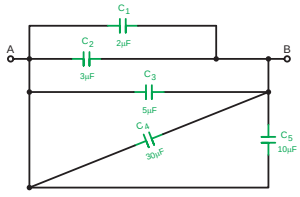


شکل ۸ـ۱۰۵

۳۱ـ ظرفیت خازن معادل دو نقطه A و B شکل ۸ـ۱۰۶ چند میکروفاراد است؟

الف ـ ۱۵۰ ب ـ ۵۰

ج ـ ۸۰ د ـ ۲۰

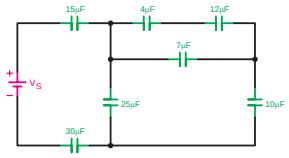


شکل ۸ـ۱۰۶

۳۲ـ ظرفیت خازن معادل شکل ۸ـ۱۰۷ چند میکروفاراد است؟

الف ـ ۷/۵ ب ـ ۱۵

ج ـ ۳۰ د ـ ۴/۵

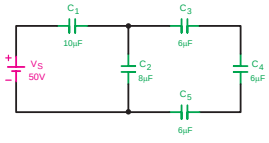


شکل ۸ـ۱۰۷

۳۳ـ ولتاژ دو سر خازن $C_۲$ شکل ۸ـ۱۰۸ چند ولت است؟

الف ـ ۱۴/۵ ب ـ ۲۵

ج ـ ۱۲ د ـ ۱۷



شکل ۸ـ۱۰۸

۳۴ـ از خازن در مدارهای الکتریکی برای ذخیره انرژی الکتریکی استفاده می شود. ❐ صحیح ❐ غلط

۳۵ـ ظرفیت یک خازن با فاصله بین صفحات آن رابطه مستقیم دارد. ❐ صحیح ❐ غلط

۳۶ـ با افزایش سطح صفحات خازن مقاومت نشتی آن نیز افزایش می یابد. ❐ صحیح ❐ غلط

۳۷ـ حداکثر ولتاژی که می توان به طور دائم به خازن اعمال کرد را ولتاژ ذخیره شده گویند . ❐ صحیح ❐ غلط

۳۸ـ ظرفیت خازن معادل در مدار سری از ظرفیت خازن های موجود در مدار ..... است.

۳۹ـ مقدار ظرفیت واقعی خازن معمولاً ..... از ظرفیت اسمی آن است.

۴۰ـ مقدار بار الکتریکی ذخیره شده در خازن از رابطه ..... به دست می آید.

توجه

مطالب مربوط به سئوالاتی را که نتوانسته اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرار کنید.

واحد کار مبانی الکتریسیته

فصل نهم: جریان متناوب

هدف کلی

شناسایی خصوصیات جریان متناوب و انجام محاسبات ساده در مدارهای جریان متناوب شامل سلف، خازن و مقاومت اهمی

هدف های رفتاری: در پایان این فصل انتظار می رود که فراگیر بتواند:

۱ـ جریان مستقیم و متناوب را تعریف کند.

۲ـ شکل موج را تعریف کند و انواع شکل موج های ac و dc را رسم کند.

۳ـ اجزای یک مولد ساده ac و عوامل مؤثر در ولتاژ القایی را نام ببرد.

۴ـ نحوه تولید جریان متناوب توسط ژنراتور را شرح دهد.

۵ـ قانون دست راست در ژنراتورها را شرح دهد.

۶ـ چگونگی به وجود آمدن موج سینوسی را شرح دهد.

۷ـ مشخصات یک موج سینوسی را توضیح دهد.

۸ـ مدارهای اهمی، سلفی، خازنی خالص را از نظر رابطه فازی بین ولتاژ جریان و توان مصرفی توضیح دهد.

۹ـ روابط اندوکتانس و راکتانس کل در مدارهای سلفی سری و موازی را به دست آورد.

۱۰ـ بردار را تعریف کرده و نحوه نمایش کمیت های برداری در مدارهای مختلف را توضیح دهد.

۱۱ـ مدارهای RLC,LC,RC,LR سری و موازی را از نظر امپدانس، ضرایب قدرت، ضرب کیفیت، زاویه اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان، دیاگرام های برداری را تجزیه کند.

۱۲ـ حالت رزنانس را در مدارهای LC و RLC بررسی کند.

۱۳ـ انواع توان در جریان متناوب را با ذکر روابط توضیح دهد.

ساعت		
نظری	عملی	جمع
۲۰	۱۲	۳۲

۱ـ ظرفیت خازن به کدام یک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

الف ـ فاصله بین صفحات　　ب ـ جنس عایق

ج ـ جنس صفحات　　د ـ سطح صفحات

۲ـ کار یک خازن عبارت است از:

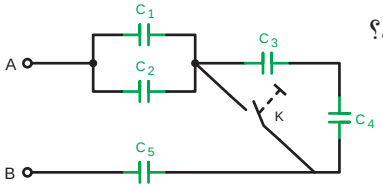
الف ـ متوقف ساختن عبور جریان برق AC　　ب ـ کمک به عبور جریان برق DC

ج ـ ذخیره سازی انرژی الکتریکی　　د ـ ذخیره ساختن گرما

۳ـ راکتانس خازنی یک خازن $7900\ \Omega$ است اگر ظرفیت خازن $0/1\mu f$ باشد فرکانس مدار چقدر است؟

الف ـ ۵۰HZ　　ب ـ ۶۰HZ۳　　ج ـ ۱۰۰HZ　　د ـ ۲۰۰HZ

۴ـ در شکل ۱ـ۹ با بسته شدن کلید K ظرفیت خازن معادل چه تغییری می کند؟



$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5$

شکل ۱ـ۹

الف ـ افزایش می یابد.　　ب ـ کاهش می یابد.

ج ـ نصف می شود.　　د ـ دو برابر می شود.

۵ـ جریانی که در سیم های برق شهری جاری است از چه نوع جریانی است؟

الف ـ DC　　ب ـ AC　　ج ـ DC ضرباندار　　د ـ AC ضرباندار

۶ـ وضعیت جریان عبوری از مدار یک خازن در شرایط شارژ کامل چگونه است؟

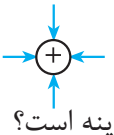
الف ـ حداکثر　　ب ـ صفر　　ج ـ دو برابر　　د ـ حداقل

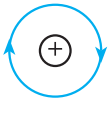
۷ـ ولتاژ AC بر چه اساسی به وجود می آید؟

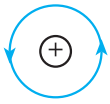
الف ـ القا　　ب ـ مالش　　ج ـ شیمیایی　　د ـ حرارت

۸ـ جهت خطوط نیروی الکتریکی ذره باردار مثبت (Q+) کدام یک از موارد زیر است؟

الف ـ

ب ـ 

ج ـ 

د ـ 

۹ـ ظرفیت خازن شکل ۲ـ۹ کدام گزینه است؟

۹ـ۲

الف ـ $122\mu f$　　ب ـ $22\mu f$　　ج ـ $1/22Pf$　　د ـ $1200Pf$

۱۰ـ فرکانس برق شبکه ایران چند هرتز است؟

الف ـ ۵۰　　ب ـ ۱۰۰　　ج ـ ۰/۰۱　　د ـ ۰/۰۲

۱۱ـ ظرفیت خازن ۱۰۰μf معادل چند پیکوفاراد است؟

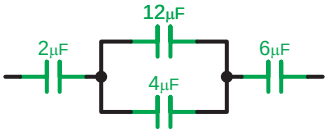
الف ـ 10^{-3} ب ـ 10^{5} ج ـ 10^{8} د ـ 10^{-8}

۱۲ـ اگر ده خازن ۱۰ میکروفارادی را به صورت سری ببندیم ظرفیت معادل چند میکروفاراد است؟

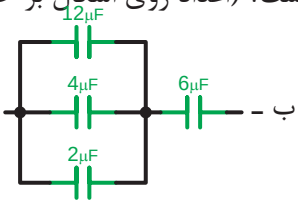
الف ـ ۱ ب ـ ۱۰۰ ج ـ ۱۰ د ـ ۰/۱

۱۳ـ ظرفیت معادل کدامیک از اشکال زیر ۱/۳۷ میکروفاراد است؟ (اعداد روی اشکال بر حسب میکروفاراد)

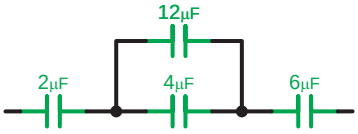
الف ـ



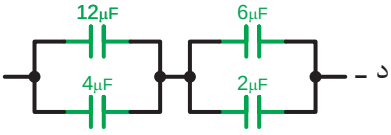
ب ـ



ج ـ



د ـ



۱۴ـ مدار معادل سیم پیچ های یک موتور الکتریکی معادل کدام گزینه است؟

الف ـ

ب ـ

ج ـ

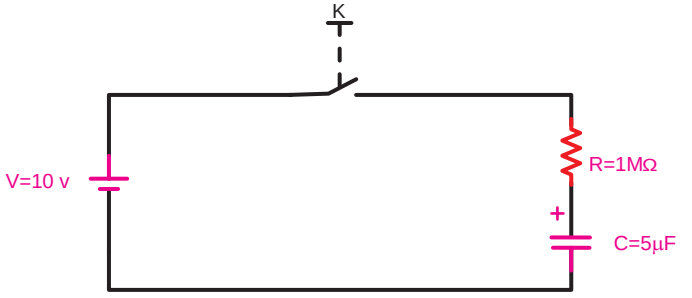
د ـ

۱۵ ـ توانی که مربوط به مصرف کننده های اهمی می باشد چه نام دارد؟

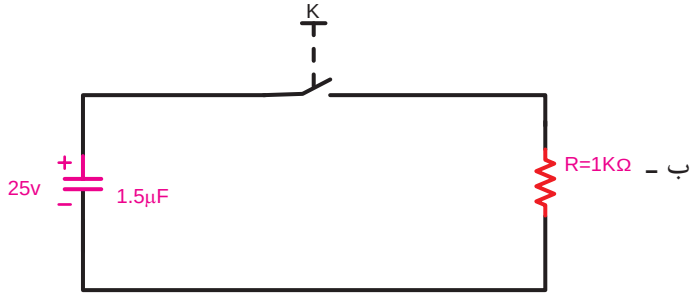
الف ـ ظاهری ب ـ اکتیو ج ـ راکتیو د ـ غیرحقیقی

۱۶ـ ثابت زمانی و مدت زمان شارژ و دشارژ کامل هر یک از مدارهای مقابل چند ثانیه است؟

الف ـ

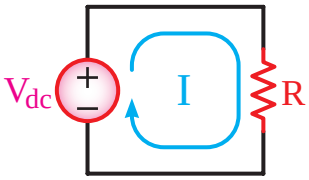


ب ـ



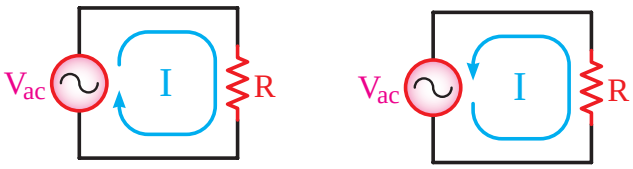
۱ـ۹ـ جریان متناوب چیست؟

در هر مدار الکتریکی که ولتاژ وجود داشته باشد جریان الکتریکی نیز جاری خواهد شـد. اگـر قطب های ولتاژ مدار هرگـز تغییر نکند جهت جریان ثابـت می ماند، در غیر این صورت به آن «جریان مسـتقیم یا dc»[1] می گویند. (شـکل ۳ـ۹)



شکل ۳-۹

جریان الکتریکی دیگری نیز وجود دارد که همیشـه در یک جهت نیسـت یعنی ابتدا دریـک جهت جریان می یابد. سپس جهت خود را عوض می کند و در خلاف جهت حالت قبل جاری می شـود. به این نوع جریـان اصطلاحاً «جریان متناوب یا AC»[2] می گویند. (شکل ۴ـ۹)

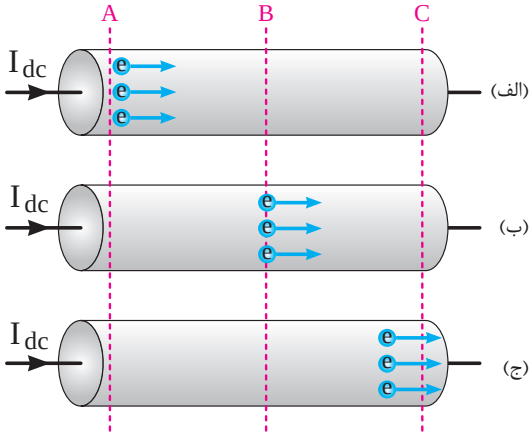


(الف) (ب)

شکل ۴-۹

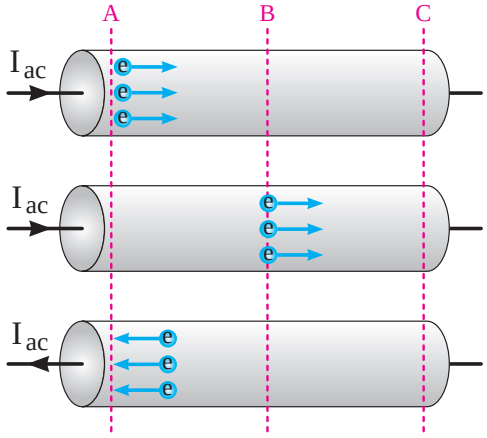
۲ـ۹ـ مقایسـه جریان مسـتقیم و جریان متناوب در یک سیم

اگر جریان dc از قطعه سیمی عبور کند، جریان از قطب مثبت شـروع شده و به قطب منفی ختم می شود و در این حالـت یک تعداد الکترون به قطب منفی منتقل می شـوند. (شکل ۵ـ۹)



شکل ۵-۹

حال چنانچه جریان ac از قطعه سـیم عبور کند در یک مدت زمان معین ابتدا جریان در یک مسـیر حرکت می کند سـپس جهت جریان عوض شده و الکترون ها در مسیر طی شـده اول باز می گردند. شکل ۶ـ۹ نحوه حرکت الکترون ها را در جریان AC نشان می دهد.



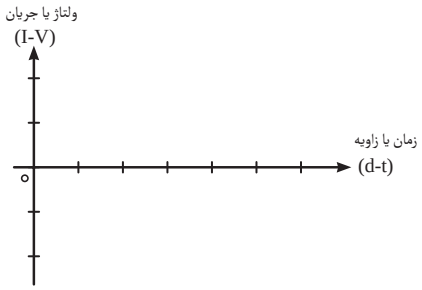
شکل ۶-۹

1 - Direct Current - DC

2 - Alternativ Current-AC

۳ـ۹ـ شکل موج ها در جریان متناوب

تغییـرات ولتاژ یا جریـان در مدارهـای الکتریکی را به صورت «شکل موج»[1] نشان می دهند. برای رسم شکل موج محورهای مختصاتی مطابق شـکل ۹ـ۷ نیـاز داریم. محور عمـودی بیانگر انـدازه ولتاژ یا جریان و محـور افقی معرف زمان یا زاویه اسـت. بالای محور افقی را قسمت مثبت موج و پایین محور افقی را قسمت منفی موج می گویند.

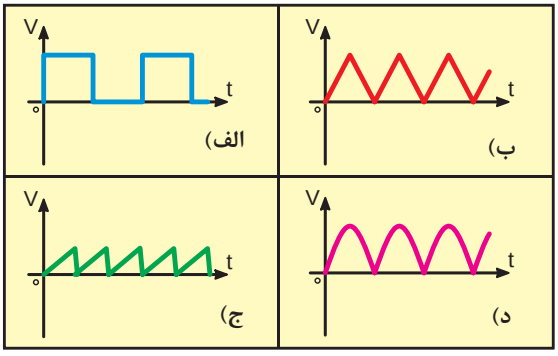


شکل ۹ـ۷

برای مشاهده و اندازه گیری شکل موج های ولتاژ و جریان از وسیله‌های به نام «اسیلوسکوپ»[2] استفاده می کنند. (شکل ۹ـ۸) دو نمونه اسیلوسـکوپ را نشان می دهد. اسیلوسکوپ به معنای نوسان نما یا نشان دهنده شکل موج است.

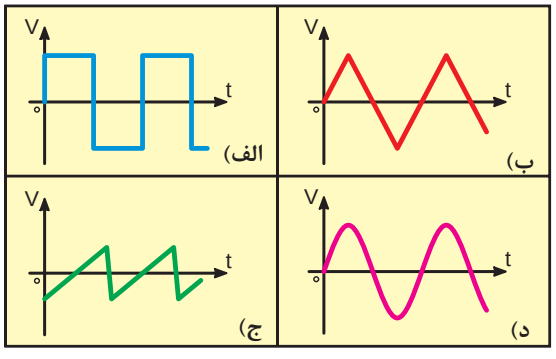
شکل ۹ـ۸

از انواع شکل موج ها می توان شکل موج مربعی، مثلثی، دندانه اره‌ای و سینوسی را نام برد. در جریان متناوب معمولاً شـکل موج سینوسـی از سـایر انواع موج ها متداولتر است. یادآوری می شود که همه شکل موج ها قابل تبدیل به شکل موج سینوسی هستند.



شکل ۹ـ۹ـ انواع شکل موج های dc

بطور کلی جریان‌های ac و dc دارای شکل موج هستند. آن دسته از شکل موج ها را که دارای قسمت منفی نیستند موج dc و آن گروه از شـکل موج ها که دارای قسمت مثبت و منفی هستند را موج ac می گویند. شکل ۹ـ۹ نمونه هایی از امواج dc و شکل ۹ـ۱۰ نمونه هایی از امواج AC را نشان می دهد.



شکل ۹ـ۱۰ـ انواع شکل موج های ac

1 - Wave form

2 - Osiloscope

۴ـ۹ـ تولید جریان متناوب توسط ژنراتور

فاراده تحقیقاتی را در زمینه تولید ولتاژ انجام داد که بعدها به عنوان قانون مطرح شد. وی دریافته بود که هرگاه سیمی در مسیر حرکت خود خطوط میدان مغناطیسی را قطع کند ولتاژی در دو سر آن به وجود می آید. (شکل ۱۱ـ۹)

همچنین در صورتی که سیم ثابت باشد و میدان مغناطیسی به گونه ای حرکت کند و خطوط قوای مغناطیسی توسط سیم قطع شود مانند حالت قبل ولتاژ به وجود می آید. (شکل ۱۲ـ۹) به این ولتاژ در اصطلاح «ولتاژ القایی» می گویند.

مقدار این ولتاژ به عوامل مختلفی به شرح زیر بستگی دارد:

الف ـ اندوکسیون میدان مغناطیسی (B)

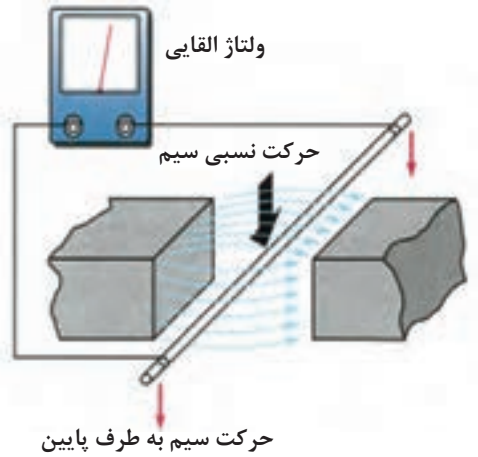
ب ـ سرعت حرکت سیم یا سرعت حرکت میدان مغناطیسی (V)

ج ـ طول مؤثر سیم (طولی از سیم که در میدان مغناطیسی قرار می گیرد. (L)

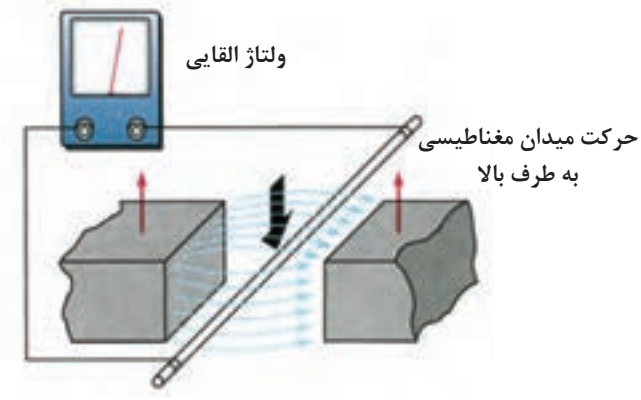
د ـ زاویه سیم با میدان مغناطیسی (α)

هر قدر خطوط قوا بیشتر باشد، سیم سریعتر حرکت کند، طول مؤثر سیم بیشتر باشد، زاویه سیم نسبت به میدان مغناطیسی عمود باشد، مقدار ولتاژ القایی بیشتر خوهد شد. (شکل ۱۳ـ۹)

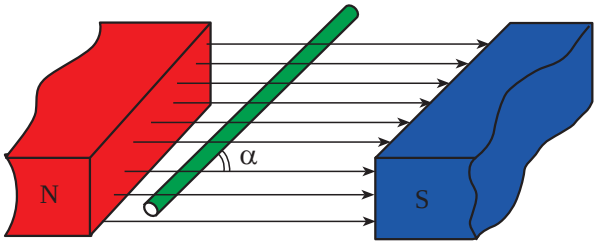
اگر مدار الکتریکی سیمی که در داخل میدان مغناطیسی حرکت می کند بسته شود جریان القایی در سیم جاری خواهد شد. (شکل ۱۴ـ۹)



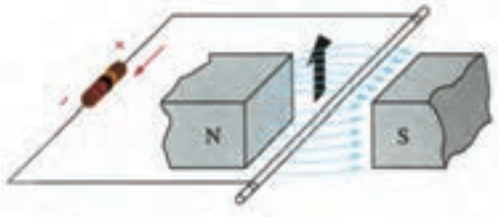
شکل ۱۱ـ۹ـ نحوه تولید جریان متناوب (حرکت سیم)



شکل ۱۲ـ۹ـ نحوه تولید جریان متناوب
(حرکت میدان مغناطیسی)



شکل ۱۳ـ۹ـ وضعیت قرار گرفتن سیم با میدان مغناطیسی



شکل ۱۴ـ۹ـ اگر مدار سیم متحرک بسته شود جریان القایی
در مدار مصرف کننده جاری می شود.

در ژنراتورهـــا برای اینکه تمام فضـــای داخلی مولد برای تولید ولتاژ مورد اســـتفاده قرار گیرد، معمولاً به جای ســـیم، یک قاب ســـیمی یا یک کلاف ســـیمی کـــه دارای چند دور اســـت به کار می رود. مجموعه تولید کننده انرژی را «مولد» می نامند.

اجزای یک مولد ساده ac به شرح زیر است:

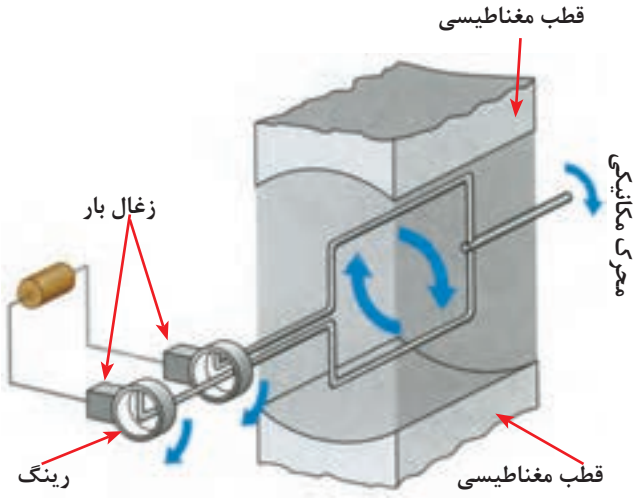
۱ـ قطب های مغناطیسی

۲ـ کلاف سیم

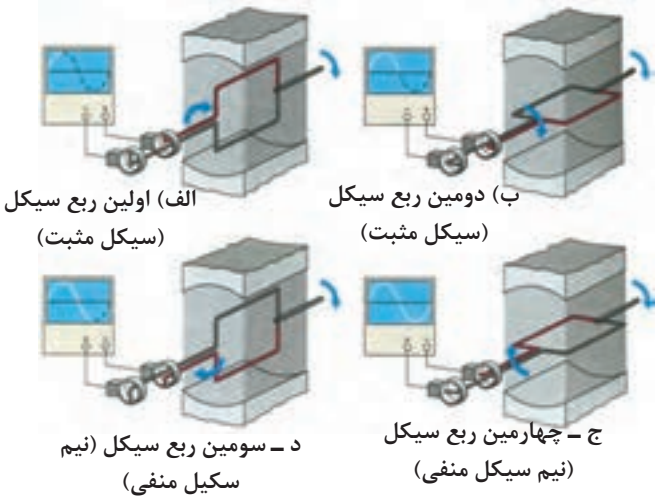
۳ـ رینگ ها[1] (حلقه های لغزنده)

۴ـ زغال ها[2]

شکل ۱۵ـ۹ ساختمان ساده‌ای از مولد ac را نشان می دهد. حرکت کلاف در داخل میان مغناطیسی به صورت دایره ای و متناسب با سینوس زاویه کلاف با میدان مغناطیسی است لذا شکل موجی که روی صفحه اسیلوسکوپ ظاهر می شود بصورت سینوسی خواهد بود.



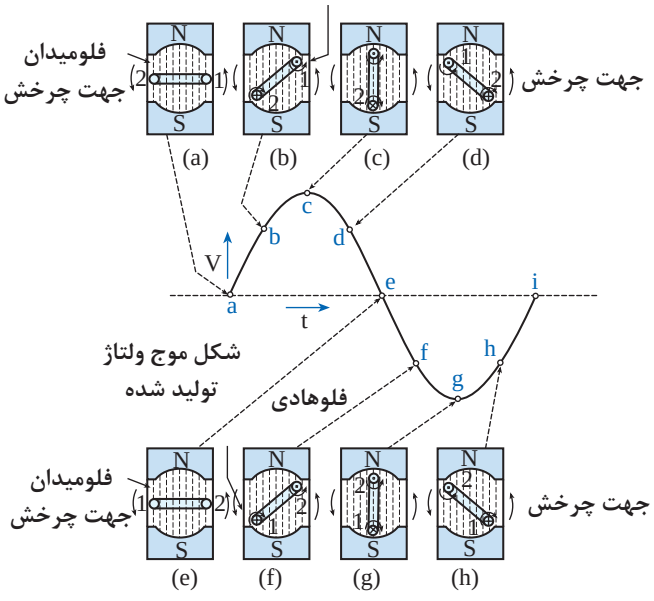
شکل ۱۵ـ۹ـ شکل ساده یک مولد جریان متناوب به همراه بار



شکل ۱۶ـ۹ـ وضعیت قرار گرفتن کلاف سیم

شـــکل ۱۶ـ۹ وضعیت کلاف و شکل موج خروجی را در لحظاتـــی که کلاف در زاویه ها ۹۰°، ۱۸۰°، ۲۷۰°، ۳۶۰° چرخش قرار دارد نشان می دهد.

وضعیت کلاف، میدان مغناطیســـی و مقـــدار ولتاژ روی شـــکل موج سینوســـی در لحظات مختلف روی شکل ۱۷ـ۹ نشان داده شده است.



شکل ۱۷ـ۹

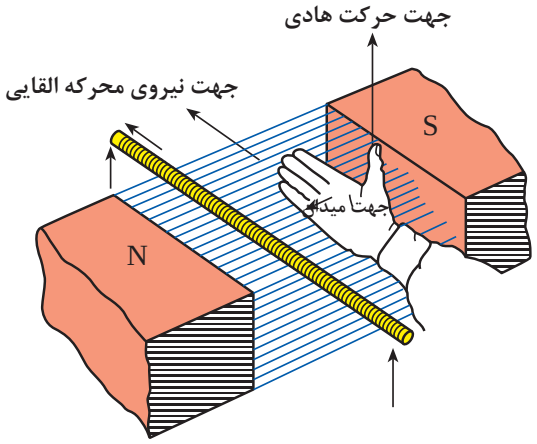
1 - Slip rings

2 - Brushes

۵ـ۹ـ قانون دست راست در مورد ژنراتورها

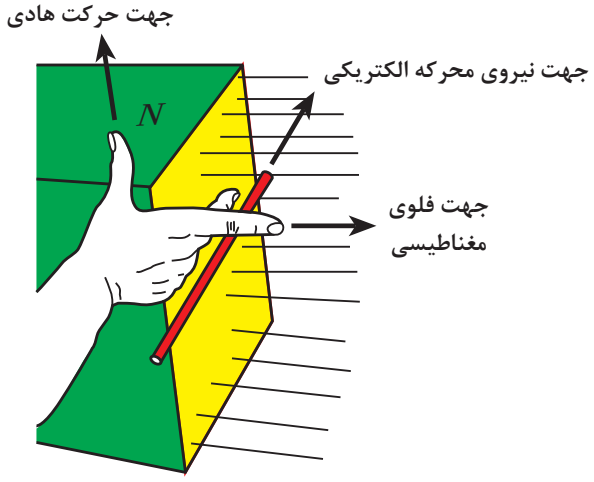
برای نشـان دادن جهت جریان القایی جاری شـده در سیم از قانون دسـت راسـت به دو طریق زیر می توانیم استفاده کنیم:

الف ـ هرگاه دست راست خود را طوری در داخل میدان مغناطیسـی قرار دهیم که فوران مغناطیسی از قطب شمال به کف دست راست وارد شود و انگشت شست باز شده جهت حرکت هادی را نشان دهد، امتداد چهار انگشت کشیده شده جهت جریان القایی را نشان خواهد داد. (شکل ۱۸ـ۹)



شکل ۱۸ـ۹ـ قانون دست راست (کف دست باز)

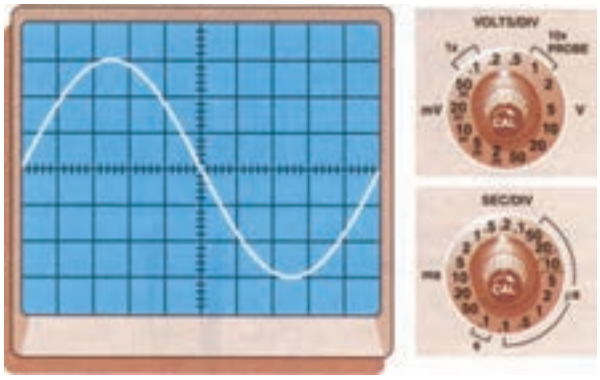
ب ـ اگر دسـت راسـت خود را طـوری در داخل میدان مغناطیسی بگیرید که انگشت شست، سبابه (اشاره) و میانی بر هم عمود باشـند در این حالت انگشت سبابه جهت فلوی مغناطیسـی و انگشـت شست جهت حرکت سـیم را نشان دهد، انگشـت میانی جهت جریان جاری شـده را مشخص می کند. (شکل ۱۹ـ۹)



شکل ۱۹ـ۹ـ قانون دست راست (به صورت سه انگشت)

۶ـ۹ـ مشخصات جریان متناوب

۱ـ۶ـ۹ـ سیکل: شکل موجی که در اثر گردش یک دور کلاف در داخل میدان مغناطیسی به وجود می آید را یک «سیکل» می گویند. (شکل ۲۰ـ۹)



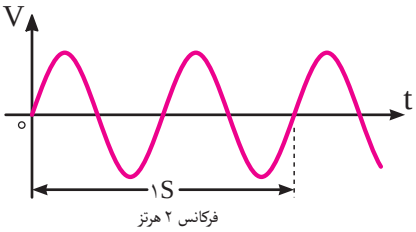
شکل ۲۰ـ۹ـ تصویر یک سیکل روی صفحه اسیلوسکوپ

۲ـ۶ـ۹ـ فرکانس (f): به تعداد سیکل‌ها (نوسانات) در مدت زمان یک ثانیه «فرکانس» می گویند. (شکل ۲۱ـ۹)

واحد فرکانس $\frac{۱}{S}$ یا هرتز (HZ) است. فرکانس برق ایران ۵۰ هرتز است.

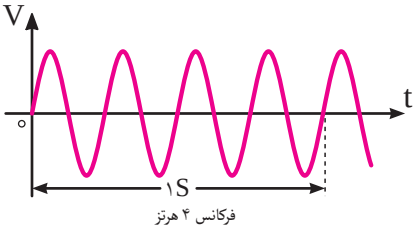
مثال: فرکانس شکل موج داده شده در شکل ۲۲ـ۹ چند هرتز است؟

حل: چون چهار سیکل در مدت زمان یک ثانیه طی می شود پس فرکانس برابر با $f = ۴H_z$ است.



فرکانس ۲ هرتز

شکل ۲۱ـ۹



فرکانس ۴ هرتز

شکل ۲۲ـ۹

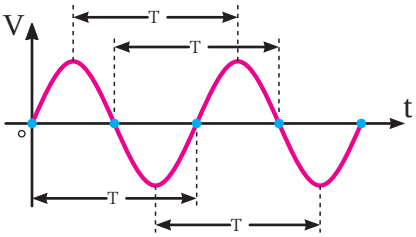
۳ـ۶ـ۹ـ زمان تناوب (T): مدت زمانی که طول می کشد تا یک سیکل کامل طی شود را «زمان تناوب» یا «پریود» می گویند.

واحد زمان تناوب هرتز یا ثانیه (s) است. پریود و فرکانس عکس یکدیگرند.

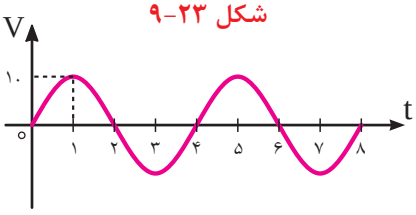
$$T = \frac{۱}{f} \quad \text{یا} \quad f = \frac{۱}{T}$$

مثال: زمان تناوب شکل ۲۴ـ۹ چه قدر است؟

حل: مدت زمان یک سیکل روی شکل برابر با: $T=۴ms$ است زیرا برای کامل شدن سیکل ۴ میلی ثانیه طی می شود.

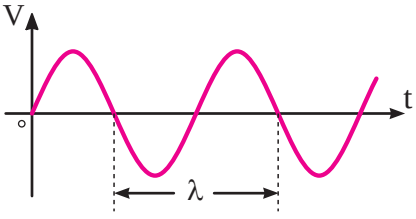


شکل ۲۳ـ۹



شکل ۲۴ـ۹

۴ـ۶ـ۹ـ طول موج (λ): مسافتی را که یک موج در یک سیکل کامل طی کند «طول موج» می نامند. واحد طول موج بر حسب متر(m) است. سرعت طول موج بستگی به محیطی که در آن منتشر می شود دارد. طول موج را از رابطه زیر می توان به دست آورد.



شکل ۲۵ـ۹

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{\text{سرعت نور}}{\text{فرکانس}} = \frac{۳۰۰۰۰۰۰۰}{f}$$

۵ـ۶ـ۹ـ سرعت زاویه ای (ω[1] امگا):

سـرعت زاویه ای عبارت اسـت از زاویه ای که شعاع مربوط به متحرک نسـبت به شـعاع مبنا در عرض یک ثانیه طی می کند. شکل ۲۶ـ۹ واحد سرعت زاویه ای رادیان بر ثانیه است. چون یک دور چرخش داخل دایره برابر 2π رادیان اسـت لذا اگر متحرکی در هر ثانیه f دور بزند خواهیم داشت:

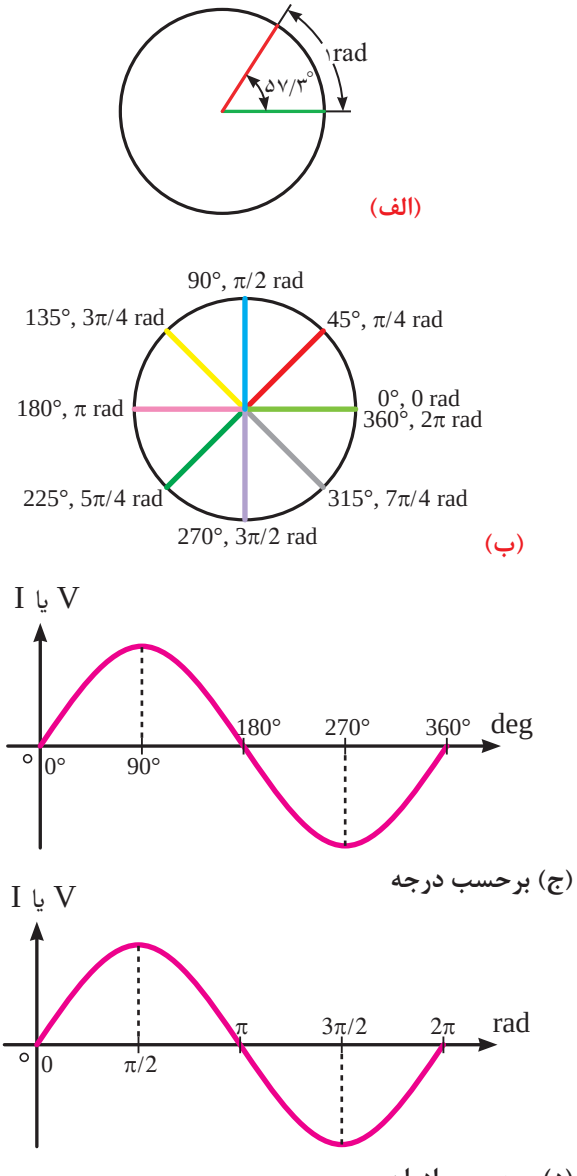
$$\omega = 2\pi f$$

مثال: سـرعت زاویه ای متحرکی بـا فرکانس ۱۰۰ هرتز چقدر است؟

حل:

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow 2\times 3/14\times 100 = 628\ {}^{Rad}/_{s}$$

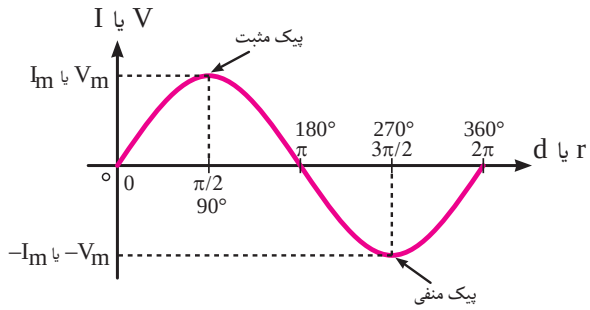
شکل های ۲۶ـ۹ـ ج و ۲۶ـ۹ـ د نحوه تقسیم بندی محور افقی شکل موج سینوسی بر حسب درجه و رادیان را نشان می دهند.



شکل ۲۶-۹

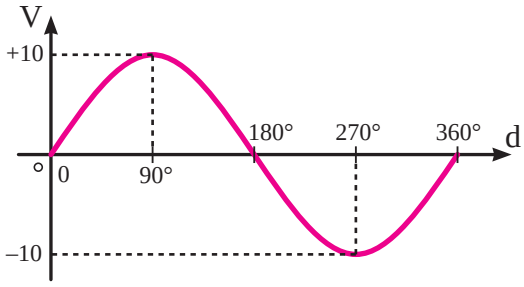
۶ـ۶ـ۹ـ مقدار پیک یا ماکزیمم (max-peak)

حداکثر مقداری که ولتاژ یا جریان سینوسـی در هر نیم سـیکل دارد را مقدار ماکزیمم می گویند. در شکل ۲۷ـ۹ نقاط پیک مثبت و منفی نشان داده شده است.



شکل ۲۷-۹

۱ ـ ω (امگا) یکی از حروف یونانی است.



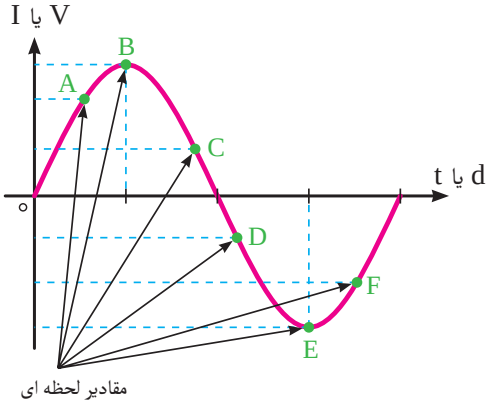
شکل ۹-۲۸

مثال: مقدار پیک شـــکل موج ۹ـ۲۸ چند ولت است ودر چه زاویه ای قرار دارد؟

حل: مقـــدار ماکزیمم ولـــت و در زاویه ای $\theta = ۲۷۰$ و $\theta = ۹۰$ قرار دارد.

۷ـ۶ـ۹ـ دامنه: مقدار موج در هر لحظه از زمان را اصطلاحاً دامنه یا «مقدار لحظه ای» می گویند.

در شکل ۹ـ۲۹ دامنه لحظه ای در نقاط F,E,D,C,B,A نشان داده شده است.



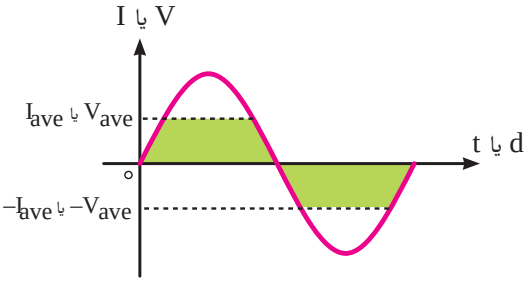
شکل ۹-۲۹

۸ـ۶ـ۹ـ مقدار متوسط (ave)[1]:

به میانگین مقادیر لحظه ای موج سینوســـی در یک نیم سیکل اصطلاحاً متوسط موج می گویند. (شکل ۹ـ۳۰) چون در هر نیم سیکل موج سینوسی از صفر شروع شده به مقدار حداکثر (ماکزیمم) می رســـد و مجدداً بـــه صفر برمی گردد لـــذا مقدار میانگین یک نیم ســـیکل نیـــز چیزی بین صفر و مقدار ماکزیمم می باشد. مقدار متوسط برای نیم سیکل موج سینوسی از روابط زیر قابل محاسبه است.

$$V_{ave} = \frac{۲}{\pi} \times V_m = ۰/۶۳۷ \times V_m$$

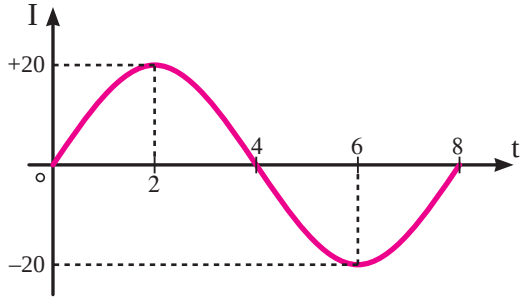
$$I_{ave} = \frac{۲}{\pi} \times I_m = ۰/۶۳۷ \times I_m$$



شکل ۹-۳۰

از آنجایی که هر دو نیم سیکل موج سینوسی مشابه یک-دیگر هستند و فقط در علامت مثبت و منفی تفاوت دارند به همین دلیل مقدار متوسط در یک سیکل برابر صفر است.

مثال: مقدار متوسط نیم سیکل موج نشان داده شده در شکل ۹ـ۳۱ چند آمپر است؟



شکل ۹-۳۱

حل:

$$I_{ave} = \frac{۲}{\pi} \times I_m = ./۶۳۷ \times I_m$$

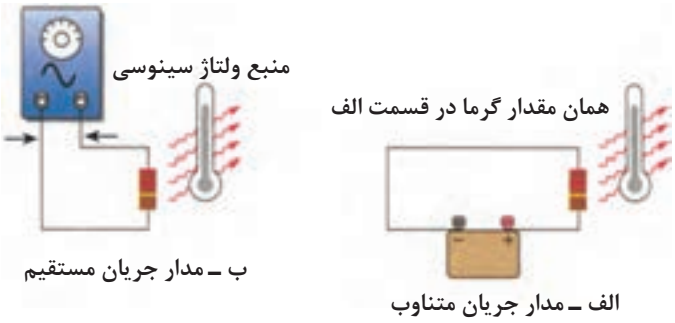
$$I_{ave} = ./۶۳۷ \times ۲۰$$

$$I_{ave} = ۱۲/۷۴A$$

1 - Average Values

۹ـ۶ـ۹ـ مقدار مؤثر ($e-e^{\sim}$)[1]:

مقدار مؤثر یک ولتاژ AC عبارت اســت از مقدار ولتاژی که در یک مدار اهمی خالص (مانند اتوی برقی) همان مقدار گرمایی را تولید می کند که یک جریان DC با همان مقدار دامنه تولید می کند. (شکل ۹ـ۳۲)

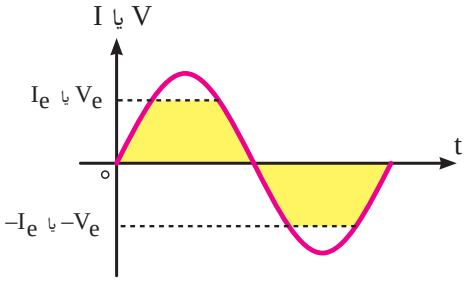


شکل ۹ـ۳۲

مقدار مؤثر یک موج سینوسی از روابط زیر قابل محاسبه است:

$$V_e = \frac{۱}{\sqrt{۲}} \times V_m = ./۷۰۷ \times Vm$$

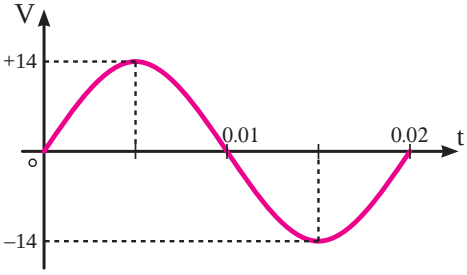
$$I_e = \frac{۱}{\sqrt{۲}} \times I_m = ./۷۰۷ \times Im$$



شکل ۹-۳۳

مقــدار مؤثر یک موج سینوســی را بــا اندیس $_{rms}$۲ نیز نشان می دهند.

$$V_e = V_{rms} = ۰/۷۰۷ \times V_m$$
$$I_e = I_{rms} = ۰/۷۰۷ \times I_m$$



شکل ۹-۳۴

مثال: مقدار مؤثر شــکل موج ولتاژ نشــان داده شده در شکل ۹ـ۳۴ چه قدر است؟

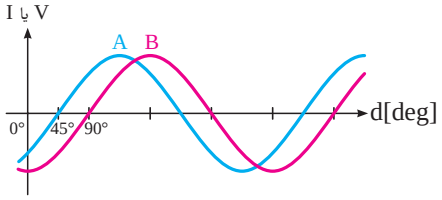
حل:

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{۲}} = ./۷۰۷ \times Vm$$
$$V_e = ./۷۰۷ \times ۱۴$$
$$V_e = ۹/۸۹۸V$$

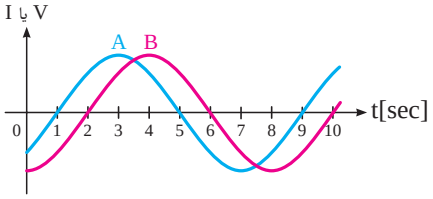
1 - Effective Values

۱۰ـ۶ـ۹ـ فاز[1]: کلمه یا اصطلاحی است که ارتباط زمانی یا مکانی بین دو یا چند موج را بیان می کند.

از این کلمه بیشتر به صورت پسوند برای بیان فاصله بین دو موج استفاده می شود.



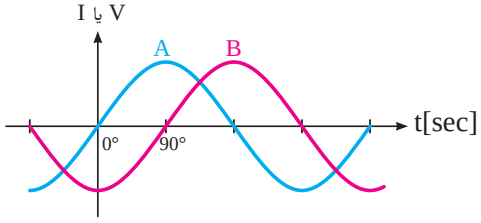
الف ـ موج A با B باندازه ۴۵ درجه فاصله دارد. (۴۵ درجه اختلاف فاز دارند)



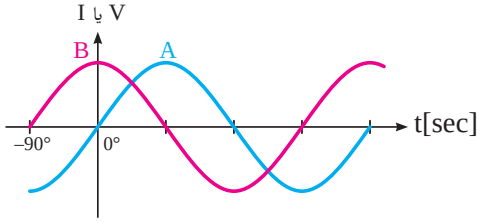
ب ـ موج A با B باندازه ۱ ثانیه فاصله دارد.

شکل ۳۵ـ۹

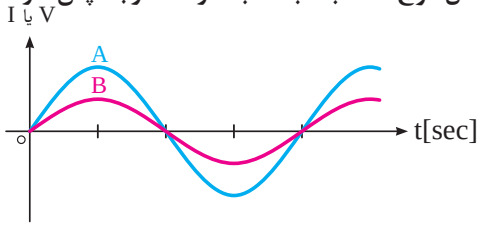
۱۱ـ۶ـ۹ـ اختلاف فاز: برای تعیین میزان اختلاف فاز بین دو شکل موج ابتدا دو نقطه مشابه (نقطه صفر ـ نقطه ماکزیمم یا نقطه مینیمم) از شکل موج ها را بر حسب کمیت محور افقی با یکدیگر مقایسه می کنیم و سپس مقدار آن را با ذکر کلمه پسوند «فاز» می نویسیم. مثلاً در صورتی که شکل موجی از موج دیگر جلوتر (زودتر) شروع شده باشد اصطلاح «پیش فاز»[2] و در صورتی که عقب-تر (دیرتر) شروع شده باشد کلمه «پس فاز»[3] و چنانچه دو شکل کاملاً مشابه باشند کلمه «هم فاز» را به کار می بریم. شکل (۳۶ـ۹)



الف ـ شکل موج A نسبت به B باندازه ۹۰ درجه پس فاز است.



ب ـ شکل موج * نسبت به A باندازه B درجه پس فاز است.



ج ـ شکل موج A و B با هم هم‌فاز هستند.

شکل ۳۶ـ۹

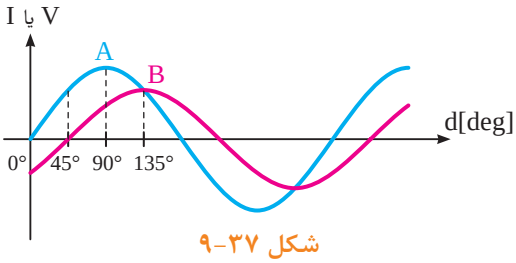
1 - Phase

2 - Leads

3 - Lags

مثال: ارتباط فازی بین دو شـکل موج A و B در شکل ۹ـ۳۷ چگونه است؟

حل: شـکل موج A نسـبت بـه B به انـدازه ۴۵ درجه پیش فـاز یا به عبارت دیگر شـکل موج B نسـبت به A به اندازه ۴۵ درجه پس فاز است.

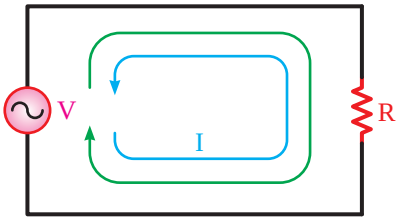


شکل ۹ـ۳۷

۷ـ۹ـ مدارهای جریان متناوب

۱ـ۷ـ۹ـ مدارهای اهمی خالص:

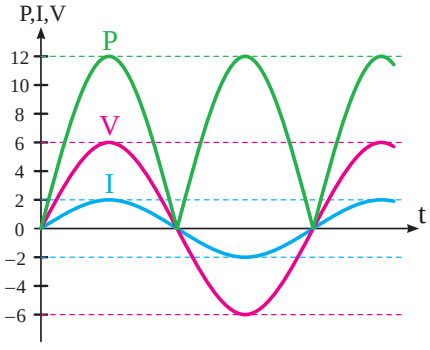
مدارهایی مانند شکل ۹ـ۳۸ را مدارهای «اهمی خالص» می گویند. در این نـوع مدارها هیچ گونه اختلاف فازی بین ولتـاژ و جریان وجود ندارد و تغییراتشـان مشـابه یکدیگر اسـت یعنی با هم در یک نقطه بـه حداقل، حداکثر و صفر می رسند.



شکل ۹ـ۳۸

همان طـوری که می دانید تـوان از رابطه $P = V.I$ به دسـت می آید. شـکل موج های ولتاژ و جریـان و توان این مدارها را در شکل ۹ـ۳۹ مشاهده می کنید.

در محاسبات مدارهای جریان متناوب چون با مقدار مؤثر ولتاژ و جریان سـروکار داریم بـرای توان مصرفی می توانیم بنویسیم.



شکل ۹ـ۳۹

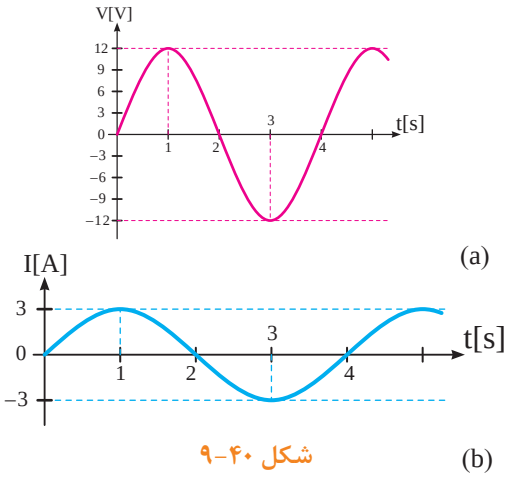
$$P = V_e.I_e \quad \text{یا} \quad P = R.Ie^{۲} \quad \text{یا} \quad P = \frac{Ve^{۲}}{R}$$

مثـال: اگر ولتاژی با مقـدار ماکزیمم ۱۲ ولت را به یک مقاومت اهمی اتصال دهیم در این صورت جریان ماکزیممی برابر با ۳ آمپر از آن عبور می کند. شکل ۹ـ۴۰ توان مصرفی مقاومت را حساب کنید.

حل:

$$P = V_e.I_e$$

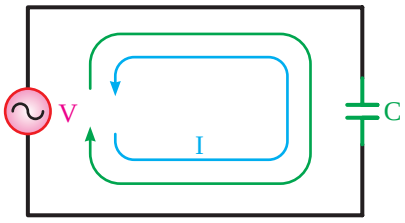
$$P = \frac{V_m}{\sqrt{۲}} \times \frac{I_m}{\sqrt{۲}} = \frac{۱۲}{\sqrt{۲}} \times \frac{۳}{\sqrt{۲}} = \frac{۳۶}{۲} = ۱۸w$$



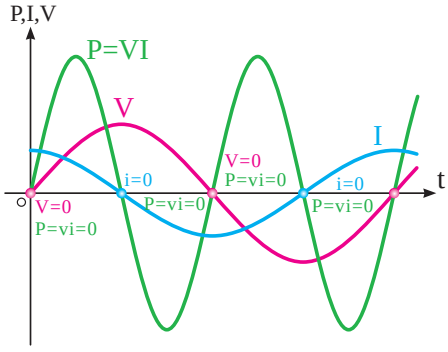
شکل ۹ـ۴۰

۲ـ۷ـ۹ـ مدارهای خازنی خالص:

مدارهایی که در آنها فقط از خازن استفاده شود را مدارهای «خازنی خالص» می گویند. (شکل ۴۱ـ۹) در این مدارها به خاطر وجود خاصیت خازنی، بین ولتاژ و جریان مدار ۹۰ درجه اختلاف فاز به وجود می آید. این اختلاف فاز به گونه ای است که در این مدارها در لحظاتی که جریان یا ولتاژ صفر است توان صفر خواهد شد. در زمان هایی که ولتاژ یا جریان منفی است توان نیز منفی است. توان منفی یا مثبت به این معنی است که در یک سیکل خازن مقداری انرژی از شبکه می گیرد و در خود ذخیره می کند و در زمانی دیگر به شبکه بازمی گرداند. به عبارت دیگر خازن توانی را مصرف نمی کند. (شکل ۴۲ـ۹)



شکل ۴۱-۹-مدار خازنی خالص



شکل ۴۲-۹

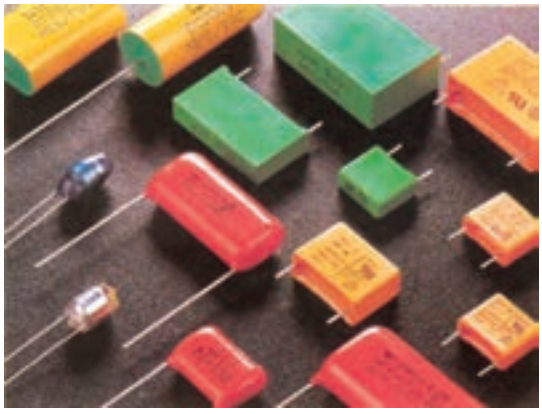
مقدار انرژی ذخیره شده در یک خازن را از رابطه زیر می توان به دست آورد.

$$W = \frac{1}{2} C.V^2$$

خازن در جریان متناوب از خود مقاومتی را نشان می دهد که اصطلاحاً به آن «راکتانس خازنی» می گویند. واحد آن برحسب اهم است و از رابطه زیر به دست می آید.

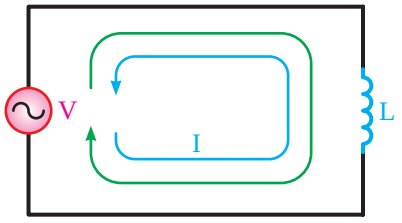
$$Xc = \frac{1}{\omega.c} = \frac{1}{2\pi fc}$$

خاصیت مقاومتی خازن در مقابل عبور جریان از خود مخالفت نشان می دهد.


شکل ۴۳ـ۹ـ تصاویری از انواع خازن ها

۳ـ۷ـ۹ـ مدارهای سلفی خالص:

مدارهایی که مشابه شکل ۴۴ـ۹ هستند و از سیم پیچ (سلف) تشکیل شده اند باعث می شوند تا جریان به اندازه ۹۰ درجه از ولتاژ عقب (پس فاز) بیفتد.

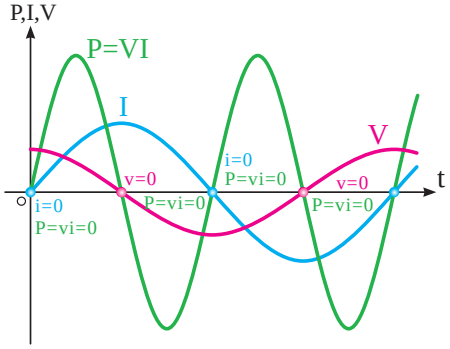


شکل ۴۴ـ۹ـ مدار سلفی خالص

خاصیت سلفی (اندوکتانسی) یک سیم پیچ را با حرف L نشان می دهند و آن را بر حسب هانری H می سنجند. سلف از نظر توان مصرفی مشابه خازن است چرا که مقدار انرژی دریافت شده و داده شده به شبکه آن در هر سیکل برابر است و در واقع عملاً سلف در شبکه متناوب توانی را مصرف نمی کند. (شکل ۴۶ـ۹)

مقدار انرژی ذخیره شده یک سلف ر از رابطه زیر می توان محاسبه کرد.

$$W = \frac{1}{2} L.I^2$$



شکل ۴۵ـ۹ـ منحنی ولتاژ و جریان و توان در مدار خازنی خالص

سلف نیز مانند خازن در جریان متناوب از خود مقاومتی نشان می دهد که آن را «رکتانس‌سلفی» می نامند. راکتانس سلفی را با (X_L) نمایش می دهند. واحد راکتانس سلفی اهم است و از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$X_L = \omega.L = 2\pi f.L$$

شکل ۴۶ـ۹ـ تصاویری از انواع سلف ها

شکل ۴۶ـ۹ تصاویری از انواع سلف ها را نشان می دهد. برای به دست آوردن اندوکتانس خالص در مدارها، سلف ها را به صورت سری و موازی به کار می برند. روابط حاکم بر هر یک از حالت فوق به شرح زیر است.

اتصال سری سلف ها:

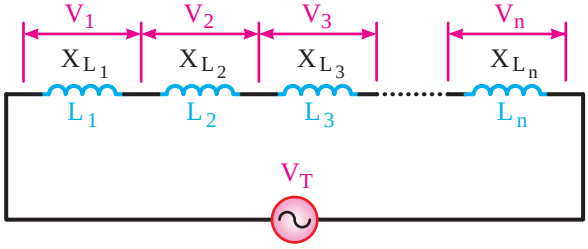
هرگاه با دو n سلف مطابق شکل ۴۷ـ۹ به یکدیگر اتصال یابند سلف معادل و راکتانس معادل مانند مقاومت های اهمی و با استفاده از روابط زیر به دست می آید.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_n$$

$$X_T.I_T = X_{L_1}.I_1 + X_{L_2}.I_2 + X_{L_3}.I_3 + ... + X_n.I_n$$

$$X_T.I_T = I_T(X_{L_1} + X_{L_2} + ... + X_n)$$

$$X_T = X_{L_1} + X_{L_2} + V_{L_3} ..... + X_{L_n})$$



شکل ۴۷-۹

اگر به جای X_L ها مقادیر معادل آن ها را قرار دهیم خواهیم داشت:

$$L_T\omega = L_1\omega + L_2\omega + L_3\omega + ... + L_n\omega$$

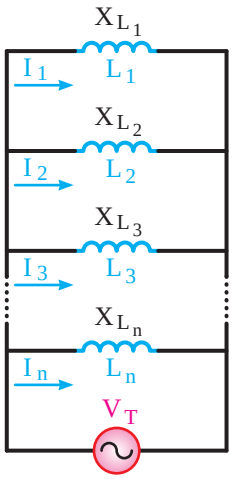
چون ω ثابت است پس:

$$L_T.\omega = \omega(L_1 + L_2 + L_3 + \ldots\ldots + L_n)$$

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \ldots\ldots + L_n$$

اتصال موازی سلف ها:

اگر دو یا n سلف مطابق شکل ۴۸ـ۹ به یکدیگر اتصال داده شوند، سلف معادل و راکتانس معادل مانند مقاومت های اهمی و با استفاده از روابط زیر به دست می آید.



شکل ۴۸-۹

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots + I_n$$

$$\frac{V_T}{X_{L_T}} = \frac{V_T}{X_{L_1}} + \frac{V_T}{X_{L_2}} + \frac{V_T}{X_{L_3}} + \ldots\ldots + \frac{V_T}{X_{L_n}}$$

$$\not{V}_T \frac{1}{X_{L_T}} = \not{V}_T \left(\frac{1}{X_{L_1}} + \frac{1}{X_{L_2}} + \frac{1}{X_{L_3}} + \ldots\ldots + \frac{1}{X_{L_n}} \right)$$

$$\frac{1}{X_{L_T}} = \frac{1}{X_{L_1}} + \frac{1}{X_{L_2}} + \frac{1}{X_{L_3}} + \ldots\ldots + \frac{1}{X_{L_n}}$$

اگر به جای هر X_L مقدار معادل آن یعنی $L.\omega$ را قرار داریم:

$$\frac{1}{L_T.\omega} = \frac{1}{L_1.\omega} + \frac{1}{L_2.\omega} + \frac{1}{L_3.\omega} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{L_n.\omega}$$

$$\frac{\not{1}}{\not{\omega}}.\frac{1}{L_T} = \frac{\not{1}}{\not{\omega}} \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{L_n} \right)$$

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{L_n}$$

در شرایط مساوی بودن سلف ها $L_T = \frac{L}{n}$

در شرایطی که دو سلف نامساوی باشند. $L_T = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

تذکر ۱: حالات خاصی که برای مقاومت های سری و موازی بیان شد برای سلف ها نیز صادق است.

تذکر ۲: در صورتی که سلف ها به صورت سری ـ موازی اتصال یابند برای به دست آوردن سلف معادل می بایست هر قسمت را با استفاده از قواعد سری یا موازی مربوط به آن حل کنیم.