

فصل نهم

خازن در جریان متناوب

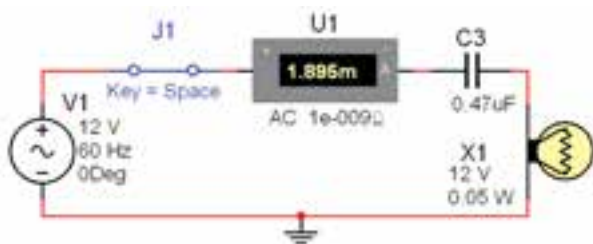
(مطابق فصل شانزدهم کتاب مبانی برق)

هدف کلی: آزمایش بررسی رفتار خازن در ولتاژ AC، و سری و موازی کردن خازن‌ها توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش که توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود، از فراگیرنده انتظار

می‌رود:

- ۱- رفتار خازن را در مدار AC مورد آزمایش قرار دهد.
- ۲- خازن معادل را در مدار سری اندازه‌گیری کند.
- ۳- خازن معادل را در مدار موازی اندازه‌گیری کند.
- ۴- خازن معادل را در مدار ترکیبی "سری - موازی" اندازه‌گیری کند.



شکل ۹-۱ رفتار خازن در مدار AC

۹-۱ آزمایش ۱: بررسی رفتار خازن در مدار

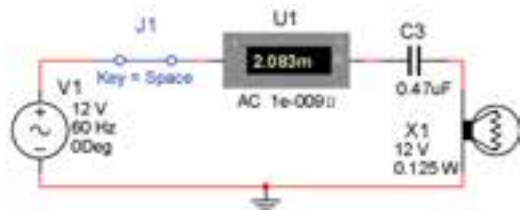
AC

۹-۱-۱ در صورتی که موج سینوسی به دو سر یک خازن بدهیم. در لحظه‌ای که خازن به حداکثر مقدار شارژ خود می‌رسد. جریان عبوری از آن صفر می‌شود. هم چنین در زمانی که ولتاژ دو سر خازن به صفر می‌رسد، مقدار جریان آن حداکثر می‌شود. به عبارت دیگر خازن در جریان متناوب به طور دائم شارژ و دشارژ می‌شود.

۹-۱-۲ مدار شکل ۹-۱ را ببینید. پس از راه‌اندازی نرم‌افزار، کلید J را وصل کنید. به عملکرد مدار توجه نمایید. نور لامپ چه وضعیتی دارد؟ آیا با توجه به نور لامپ جریان مدار متناسب با شکل موج ورودی تغییر می‌کند؟ آیا به نظر می‌رسد که خازن شارژ و دشارژ می‌شود؟ توضیح دهید.

سوال ۱: به چه دلیل در مدار شکل ۹-۱ لامپ خاموش و روشن می‌شود؟ توضیح دهید.

۹-۱-۶ طبق شکل ۹-۳ توان لامپ را به ۰/۱۲۵ وات برسانید. نرم‌افزار را راه‌اندازی و کلید J₁ را وصل کنید.

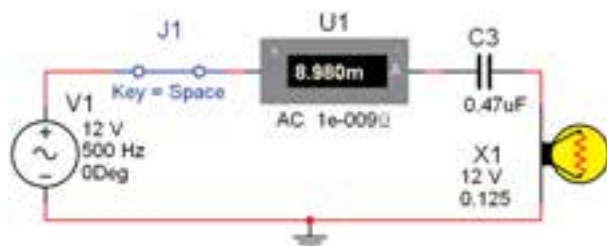


شکل ۹-۳ افزایش توان لامپ به ۰/۱۲۵ وات

سوال ۳: به چه دلیل با وجود عبور جریان در حدود ۲ میلی‌آمپر، لامپ خاموش است؟ توضیح دهید.

۹-۱-۷ طبق شکل ۹-۴ فرکانس منبع را از ۶۰ Hz به ۵۰۰ Hz افزایش دهید. سپس مدار را راه‌اندازی کنید و کلید J₁ را وصل کنید.

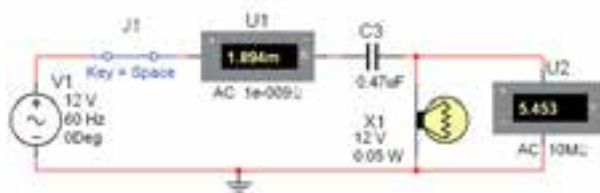
سوال ۴: به چه دلیل در این مدار در مقایسه با مدار شکل ۹-۳ جریان افزایش یافته است و لامپ روشن می‌شود؟ توضیح دهید.



شکل ۹-۴ افزایش فرکانس ورودی

۹-۱-۸ طبق شکل‌های ۹-۵، ۹-۶ و ۹-۷ فرکانس منبع را روی ۶۰ Hz و توان لامپ را روی ۱۰ وات قرار دهید. سپس ظرفیت خازن را به ترتیب ۱۰ μF، ۱۰۰ μF

۹-۱-۳ طبق شکل ۹-۲ یک ولت‌متر AC به مدار شکل ۹-۱ اضافه کنید و ولتاژ دو سر لامپ را اندازه بگیرید و مقدار آن را یادداشت کنید.



شکل ۹-۲ اندازه‌گیری ولتاژ AC دو سر لامپ

$$V_{AC \text{ Lamp}} = \dots\dots\dots \text{Volts}$$

۹-۱-۴ با توجه با توان مجاز لامپ و ولتاژ کار آن، مقدار مقاومت اهمی لامپ را از رابطه‌ی زیر محاسبه کنید.

$$R_{\text{Lamp}} = \frac{V^2}{P} = \frac{(12)^2}{0.125} = \dots\dots\dots \text{K}\Omega$$

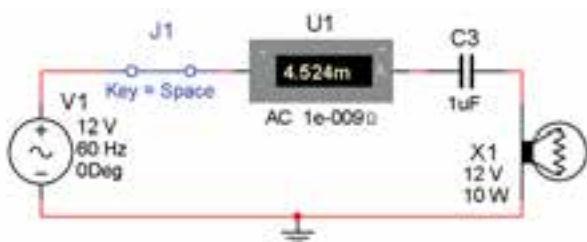
۹-۱-۵ مقدار جریان لامپ را با توجه به مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۹-۱-۳ محاسبه کنید.

$$I_{\text{Lamp}} = \frac{V_{AC \text{ Lamp}}}{R_{\text{Lamp}}} = \dots\dots\dots \text{mA}$$

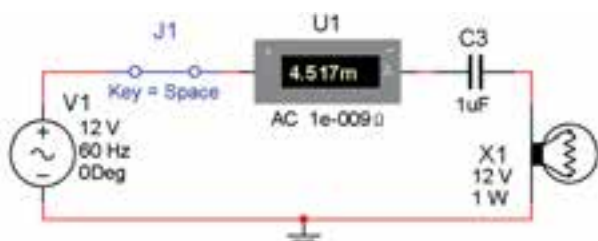
$$I_{\text{Lamp}} = \dots\dots\dots \text{mA}$$

سوال ۲: آیا مقدار جریان عبوری از لامپ با جریان مدار حدوداً برابر است؟ توضیح دهید.

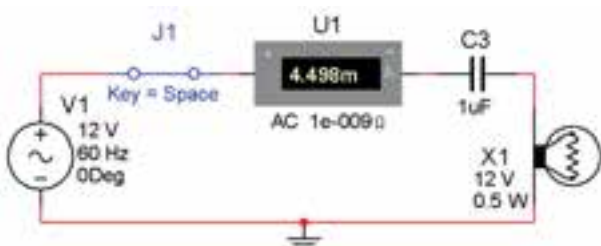
و $200\mu F$ انتخاب کنید. در هر مرحله مدار را راه اندازی نمایید و در مورد نتایج حاصل شده توضیح دهید. به چه دلیل نور لامپ افزایش یافته است؟



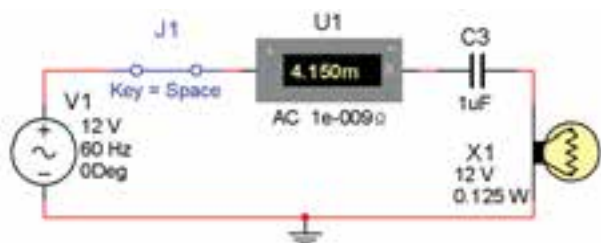
شکل ۸-۹ توان لامپ $10W$



شکل ۹-۹ توان لامپ $1W$

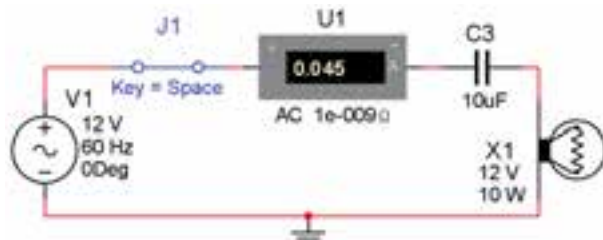


شکل ۱۰-۹ توان لامپ $0.5W$

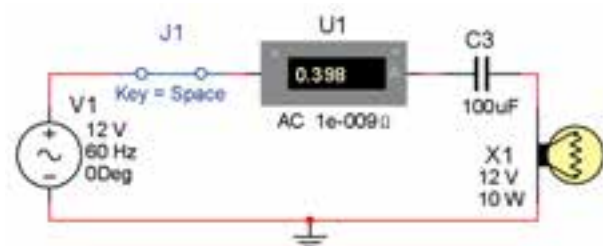


شکل ۱۱-۹ توان لامپ $0.125W$

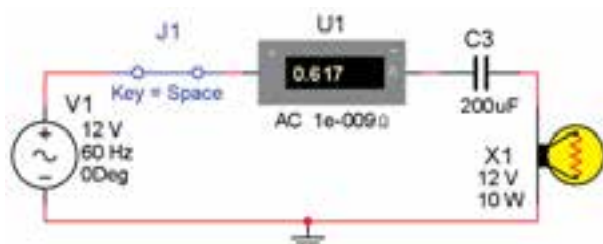
سوال ۵: توضیح دهید به چه دلیل با کاهش توان لامپ، جریان مدار کاهش می‌یابد ولی در نهایت هنگامی که توان لامپ را به $0.125W$ تغییر می‌دهیم لامپ روشن می‌شود؟



شکل ۵-۹ ظرفیت خازن $10\mu F$ و لامپ خاموش است



شکل ۶-۹ ظرفیت خازن $100\mu F$ و لامپ با نور معمولی روشن است



شکل ۷-۹ ظرفیت خازن $200\mu F$ و لامپ با نور بسیار زیاد روشن است

۹-۱-۹ طبق شکل‌های ۸-۹، ۹-۹، ۱۰-۹ و ۱۱-۹ فرکانس و ظرفیت خازن را ثابت در نظر بگیرید و با تغییر توان لامپ نحوه‌ی عملکرد مدار را مشاهده کنید.

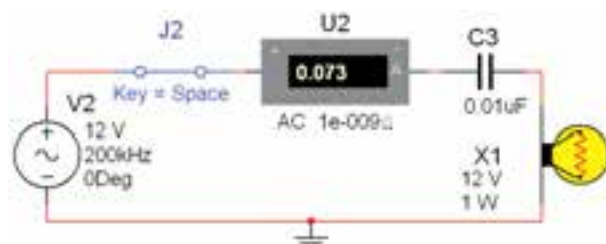
سوال ۸: در اثر تغییر فرکانس در مدار شکل ۹-۱۲ شدت جریان مدار افزایش پیدا کرده است یا کاهش؟ چرا؟ توضیح دهید.

سوال ۹: با افزایش فرکانس مدار شکل ۹-۱۲ نور لامپ چه تغییری می کند؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.

۹-۱-۱۲ مدار شکل ۹-۱۲ را مجدداً مورد بررسی قرار دهید. با توجه به مقادیر موجود در روی شکل، فکر کنید که، آیا می توانید مقاومت خازن را به دست آورید؟

سوال ۱۰: مقاومت خازنی مدار را به دست آورید و در باره ی نحوه ی محاسبه ی آن توضیح دهید.

۹-۱-۱۰ مقادیر خازن C_3 و مشخصات لامپ را طبق شکل ۹-۱۲ تغییر دهید.



شکل ۹-۱۲ تغییر مقدار ظرفیت خازن و توان لامپ

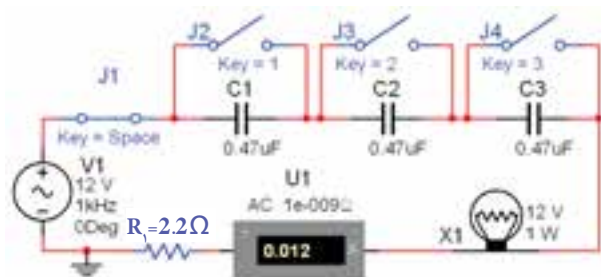
۹-۱-۱۱ فرکانس مدار را به ترتیب روی مقادیر 60 Hz ، 120 Hz ، 1 KHz ، 10 KHz ، 100 KHz ، 150 KHz و 200 KHz قرار دهید و در هر مرحله به جریان مدار، وضعیت روشن شدن لامپ، نور لامپ و سرعت چشمک زدن آن توجه کنید.

سوال ۶: با توجه به اطلاعات به دست آمده در شکل ۹-۱۲ و اطلاعات قبلی کدام یک از موارد زیر رخ داده است؟

- نور لامپ زیاد شده است؟
 - سرعت چشمک زدن لامپ تغییر کرده است؟
- نتایج به دست آمده را توضیح دهید.

سوال ۷: در زمانی که فرکانس مدار شکل ۹-۱۲ را ده برابر می کنید چه تغییراتی در عملکرد مدار ایجاد می شود؟ توضیح دهید.

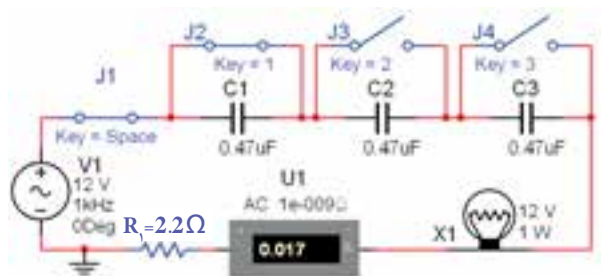
نرم افزار را راه اندازی کنید و طبق شکل ۹-۱۴ کلید ۱ را روشن کنید. به جریان عبوری از مدار توجه نمایید.



شکل ۹-۱۴ سه خازن C_1 ، C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ

۹-۲-۳ در مدار شکل ۹-۱۴ آیا لامپ روشن می شود؟
جریان مدار چقدر است؟

۹-۲-۴ طبق شکل ۹-۱۵ کلید ۲ را ببندید. در این حالت خازن C_1 اتصال کوتاه می شود و خازن های C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ قرار می گیرد. در این شرایط آیا لامپ روشن می شود؟



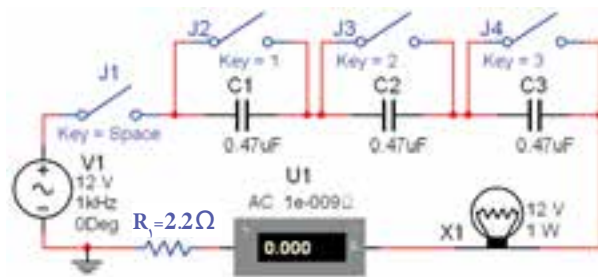
شکل ۹-۱۵ خازن های C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ

یادآوری: راکتانس خازن از رابطه ی $X_c = 1/(2\pi f c)$ به دست می آید.

سوال ۱۱: افزایش فرکانس چه تاثیری بر روی راکتانس خازنی مدار دارد؟ شرح دهید.

۹-۲ آزمایش ۲: سری و موازی کردن خازن ها

۹-۲-۱ مدار شکل ۹-۱۳ را ببندید. در این مدار سه خازن را به صورت سری با لامپ بسته ایم و در دو سر هر خازن یک کلید به صورت موازی قرار داده ایم.



شکل ۹-۱۳ بررسی عملکرد خازن ها به صورت سری در مدار لامپی

نکته ی مهم: با دو بار کلیک کردن روی کلید می توانید فرمان مربوط به عملکرد کلید را با استفاده از صفحه کلید کامپیوتر تغییر دهید. در این مدار کلید ۱ با Space، کلید ۲، عدد (۱)، کلید ۳ با عدد (۲) و کلید ۴ با عدد (۳) عمل می کند.

۹-۲-۲ در این مدار می خواهیم اثر سری کردن خازن ها را روی نور لامپ بررسی کنیم طبق شکل ۹-۱۳ در مرحله ی اول کلیدی کلیدها را در حالت خاموش قرار دهید.

۹-۲-۷: مراحل ۹-۲-۱ تا ۹-۲-۶ را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً به عملکرد مدار مسلط شوید.

سوال ۱۵: در مدار سری اگر تعداد خازن‌های مساوی را در مدار افزایش دهیم، راکتانس خازنی مدار کاهش می‌یابد یا زیاد می‌شود؟ شرح دهید.

سوال ۱۶: اثر خازن‌های سری بر روی جریان مدار و نور لامپ را به اختصار توضیح دهید.

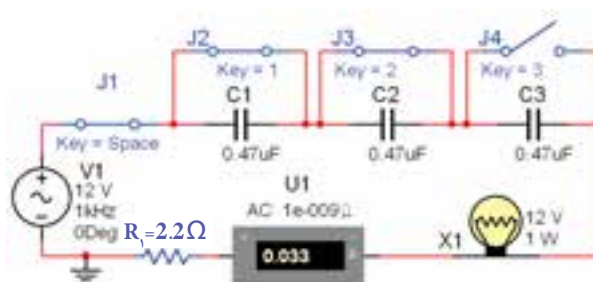
سوال ۱۷: راکتانس کل مدار از چه رابطه‌ای به دست می‌آید؟ شرح دهید.

۹-۲-۸: با تغییرات حالت کلیدهای J_2 ، J_3 و J_4 ، خازن‌ها را به ترتیب از مدار خارج کنید و اثر آن را روی نور لامپ و جریان مدار مورد بررسی قرار دهید.

سؤال ۱۸: آیا در شرایطی که هر سه خازن C_1 ، C_2 و C_3 به صورت سری با لامپ قرار دارند لامپ روشن است؟ این حالت را با مرحله‌ی ۹-۲-۲ مقایسه کنید. با ذکر دلیل توضیح دهید.

سوال ۱۲: شدت جریان مدار شکل ۹-۱۵ نسبت به مدار شکل ۹-۱۴ چه تغییری کرده است؟ با ذکر علت توضیح دهید.

۹-۲-۵: طبق شکل ۹-۱۶ کلید J_3 را نیز فعال کنید و به عملکرد مدار توجه نمایید.



شکل ۹-۱۶ خازن C_3 به صورت سری با لامپ

سوال ۱۳: آیا در این شرایط لامپ روشن می‌شود؟ شدت جریان مدار شکل ۹-۱۶ نسبت به مدار شکل ۹-۱۵ چه تغییری کرده است؟ با ذکر علت توضیح دهید.

۹-۲-۶: کلید J_4 را نیز فعال کنید. در این حالت هیچ خازنی با لامپ به صورت سری قرار نمی‌گیرد.

سوال ۱۴: وضعیت نور لامپ و شدت جریان مدار را در این حالت بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

سوال ۱۹: هنگامی که خازن‌ها را به ترتیب از مدار خارج می‌کنید، چه تاثیری روی جریان مدار و نور لامپ می‌گذارد؟ شرح دهید.

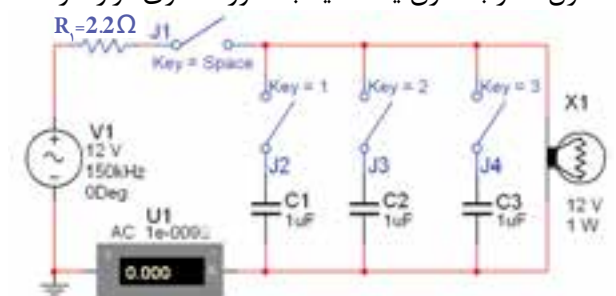
سوال ۲۱: آیا در این حالت نور لامپ کم‌تر شده است؟ جریان مدار چه تغییری کرده است؟ با ذکر دلیل علت را توضیح دهید.

سوال ۲۲: توضیح دهید به چه دلیل در شرایطی که جریان مدار زیاد می‌شود، لامپ به حالت خاموش می‌رود؟

سوال ۲۳: در مدار موازی اگر تعداد خازن‌های مساوی را اضافه کنیم، راکتانس خازنی مدار کاهش می‌یابد یا زیاد می‌شود؟ شرح دهید.

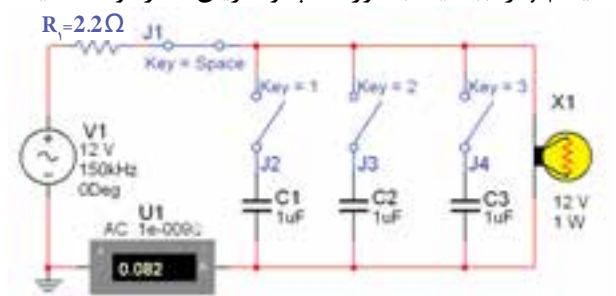
سوال ۲۴-۹: مدار شکل ۹-۱۷ را ببندید. در این مدار سه خازن را با لامپ به صورت موازی بسته‌ایم. همچنین برای کنترل مدار با خازن یک کلید به صورت سری قرار دارد.

سوال ۲۵: طبق شکل ۹-۱۸ نرم‌افزار را فعال کنید و کلید ۱ را ببندید. به نور لامپ و جریان مدار توجه کنید.



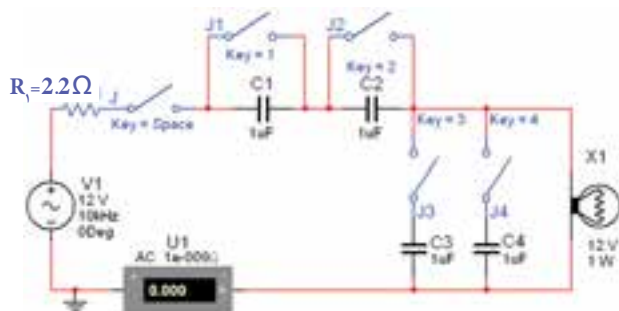
شکل ۹-۱۷ اتصال سه خازن به صورت موازی با لامپ

سوال ۲۶-۱۰: شکل ۹-۱۸ نرم‌افزار را فعال کنید و کلید ۱ را ببندید. به نور لامپ و جریان مدار توجه کنید.



شکل ۹-۱۸ هیچ خازنی به صورت موازی با لامپ قرار ندارد.

سوال ۲۷: آیا لامپ با نور کافی می‌درخشد؟ توضیح دهید.



شکل ۹-۱۹ خازن‌ها به صورت سری و موازی با لامپ

۹-۲-۱۵ طبق جدول ۹-۱ کلیدها را تغییر دهید و مقدار جریان مدار و وضعیت روشن شدن لامپ و میزان نور آن را در جدول مشخص کنید. توجه داشته باشید که در کیهی حالات کلید J در حالت بسته قرار دارد.
جدول ۹-۱ تحلیل مدار از طریق فعال کردن کلیدها

کلید مرحله	J_1	J_2	J_3	J_4	میزان نور	Lamp		I (mA)
						ON	OFF	
۱	ON	ON	ON	ON				
۲	OFF	OFF	OFF	OFF				
۳	OFF	OFF	ON	ON				
۴	ON	ON	OFF	OFF				
۵	ON	OFF	ON	OFF				
۶	OFF	ON	ON	ON				
۷	ON	OFF	OFF	OFF				
۸	OFF	ON	ON	OFF				

۹-۲-۱۶ در شکل ۹-۱۹ حالت مربوط به مرحله ۲ و در شکل ۹-۲۰ حالت مربوط به مرحله ۵ و در شکل ۹-۲۱ حالت مربوط به مرحله ۶ را مشاهده می‌کنید.

۹-۲-۱۳ فرکانس منبع را در مدار شکل ۹-۱۸ تغییر دهید. شدت جریان مدار چه تغییری می‌کند؟ شرح دهید.

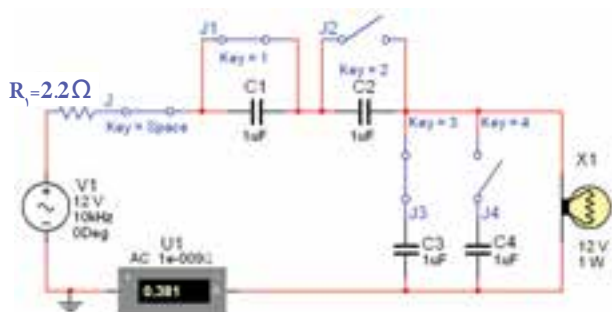
سوال ۲۴: راکتانس خازنی مدار در اثر افزایش فرکانس کاهش می‌یابد یا زیاد می‌شود؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.

سوال ۲۵: راکتانس خازنی کل مدار از چه رابطه‌ای به دست می‌آید؟ شرح دهید.

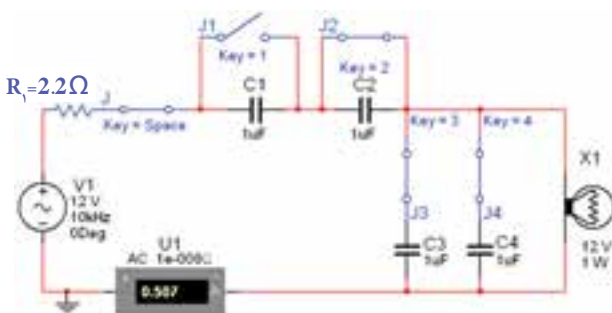
یادآوری: راکتانس خازنی در مدار سری خازن‌ها افزایش می‌یابد و در موازی کردن آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

۹-۲-۱۴ مدار شکل ۹-۱۹ را ببندید. در این مدار چهار خازن وجود دارد که دو تای آن به صورت سری با لامپ و دو تای آن به صورت موازی با لامپ قرار گرفته است. برای کنترل مدار برای هر یک از خازن‌ها یک کلید جداگانه تعیین شده است.

۹-۲-۱۷ فرکانس مدار ۹-۲۱ را تغییر دهید. تاثیر آن را بر روی جریان، راکتانس خازنی و شدت نور لامپ بنویسید.



شکل ۹-۲۰ کلیدهای ۱ و ۲ روشن و ۳ و ۴ خاموش



شکل ۹-۲۱ کلیدهای ۳ و ۴ روشن و ۱ و ۲ خاموش

۹-۲-۱۸ برای تمرین و تسلط بیش‌تر تعدادی از مدارهای این فصل را با نرم‌افزار ادیسون نیز اجرا کنید و نتیجه‌ی آزمایش‌ها را با هم مقایسه نمایید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

سوال ۲۶: نتایج به دست آمده از مرحله‌ی ۹-۲-۱۵ را شرح دهید.

توجه: در مدار ترکیبی خازن‌ها به مقدار ولتاژ منبع دقت کنید.

سوال ۲۷: ولتاژ منبع را در مدار شکل ۹-۲۱ تغییر دهید. بررسی کنید در چه محدوده‌ای از ولتاژ لامپ روشن می‌شود؟ دلیل آن را توضیح دهید.
