

## آزمایشگاه مدار و اندازگیری

تهیه کننده : محمد شاہوارپور و امین محمد پورمہدی

[www.esud83.mihanblog.com](http://www.esud83.mihanblog.com)

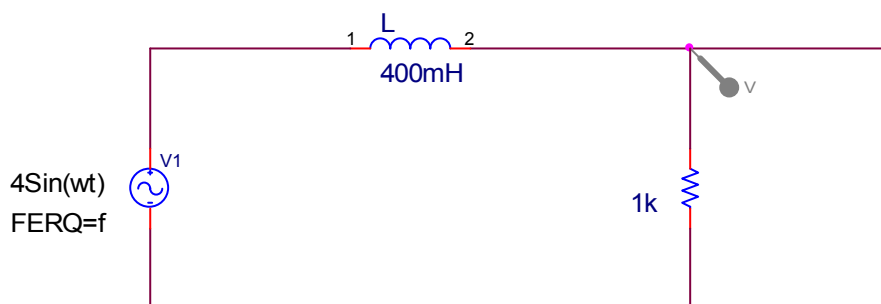
Email : [aminnima2@gmail.com](mailto:aminnima2@gmail.com)

## آزمایش ۱

### استفاده از مدار RL به عنوان فیلتر پایین گذر

تئوری آزمایش: مدار RL زیر را در نظر بگیرید همانطور که دیده میشود چنانچه یک ولتاژ سینوسی را به عنوان ولتاژ ورودی به مدار اعمال کنیم مقداری از این ولتاژ روی المان ذخیره کننده انرژی که در این آزمایش سلف است افت می کند و مقداری نیز روی مقاومت افت میکند. ولتاژ خروجی همان ولتاژ دو سر مقاومت است که یک ولتاژ سینوسی با همان فرکانس اولیه ولی دامنه آن در فرکانسهای مختلف، متفاوت است.

مدار زیر را در نظر بگیرید:



در مدار بالا خواهیم داشت:

تابع شبکه مدار:

$$V_o = \frac{R}{R + LC} \times V_i = \frac{R}{R + JL\omega} V_i$$

$$V_o = \frac{R(R - JL\omega)}{R^2 + L^2\omega^2} V_i$$

در فرکانسهای پایین:

$$V_o = \left( \frac{R^2}{\omega^2 L^2 + R^2} - j \frac{RL\omega}{\omega^2 L^2 + R^2} \right) V_i \Rightarrow$$

در فرکانسهای بالا:

$$H_{(j\omega)} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R + JL\omega}$$

در فرکانسهای پایین:

$$\angle H_{(j\omega)} = -\tan^{-1} \left( \frac{L\omega}{R} \right)$$

در فرکانسهای بالا:

$$|H_{(j\omega)}| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

$$F \rightarrow \infty \Rightarrow |H_{(j\omega)}| = 0$$

$$F \rightarrow 0 \Rightarrow |H_{(j\omega)}| = 1$$

$$F \rightarrow \infty \Rightarrow \angle H_{(j\omega)} = -\frac{\pi}{2}$$

$$F \rightarrow 0 \Rightarrow \angle H_{(j\omega)} = 0$$

شرح آزمایش:

در این آزمایش از یک مقاومت 15 کیلو اهمی به همراه یک سلف استفاده کردیم همچنین ولتاژ ورودی یک ولتاژ سینوسی با دامنه 4 ولت می باشد که برای آن کانال یک اسیلوسکوپ و کانال دو اسیلوسکوپ نیز به ولتاژ خروجی که همان ولتاژ دو سر مقاومت می باشد اختصاص میابد ما با تغییر فرکانس از 100 تا 200 کیلو هرتز ولتاژ خروجی را مشاهده و یادداشت کردیم همچنین فاز ایجاد شده در هر مرحله از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است گفتنی است که برای ایجاد فاز تحت شرایط گفته شده باید T.D را روی XY قرار داده و V.D دو کانال را هم مقیاس میکنیم.

$$\varphi = \sin^{-1} \frac{x}{y}$$

y: ماکزیمم فاصله ایجاد شده بین مبداء در راس منحنی در راستای قائم

x: فاصله از مبداء تا تقاطع منحنی با محور عمودی

همچنین اگر وضعیت کانال در حالت Doul باشد فاز ایجاد شده را میتوان از رابطه زیر نیز بدست آورد:

$$\Delta\phi = \frac{n}{N} \times 360^\circ$$

n: اختلاف در روی منحنی افقی

N: یک دوره کامل

اعداد بدست آمده هنگامی که خروجی را از دو سر مقاومت می گیریم بصورت زیر است:

f(HZ)	50	100	200	300	400	500	1k	2k	5k	100k
X	0.5	0.9	1.4	1.5	1.5	1.6	1	0.7	0.35	0.23
Y	3.8	3.75	3.05	2.6	2.3	2.05	1.4	0.9	0.4	0.44
$V_o$	3.8	3.75	3.05	2.6	2.3	2.05	1.4	0.9	0.4	0.44

محاسبات

در جدول زیر مقادیر عملی اندازه و فاز شبکه به ترتیب در ردیفهای سوم و چهارم و مقادیر تئوری آنها در ردیفهای پنجم و ششم درج شده اند. در ردیف دوم مقدار ولتاژ صفر تا پیک را میدهد.

f(HZ)	50	100	200	300	400	500	1K	2K	5K	100 K
V(vol t)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$ H(jw) $	0.95	0.94	0.77	0.76	0.58	0.51	0.35	0.225	0.1	0.1
$\angle H(jw)$	7.56	13.89	27.32	35.23	40.7	43.07	45.58	51.05	61.04	73.4
$ H(jw) $	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.92	0.78	0.45	0.02

$w) $	9	9	6	2	7		8			
$\langle H(jw) \rangle$	1.14	2.29	4.57	6.84	9.1	11.3	21.8	38.7	63.4	88.7

$$F = 50Hz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 50^2}} = 0.9998$$

$$F = 100Hz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 100^2}} = 0.999$$

$$F = 200Hz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 200^2}} = 0.996$$

$$F = 300Hz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 300^2}} = 0.992$$

$$F = 400Hz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 400^2}} = 0.987$$

$$F = 500Hz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 500^2}} = 0.98$$

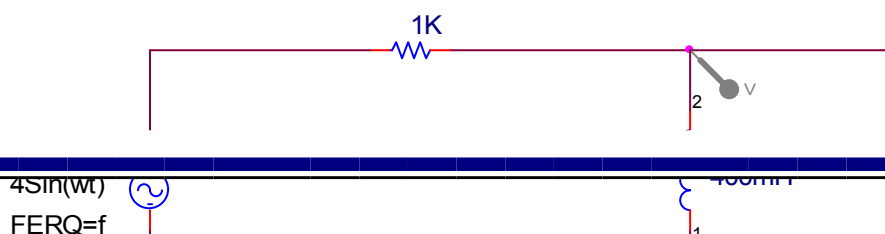
$$F = 1KHz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 1000^2}} = 0.928$$

$$F = 2KHz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 2000^2}} = 0.78$$

$$F = 5KHz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 5000^2}} = 0.45$$

$$F = 100KHz \Rightarrow |H_{j\omega}| = \frac{1000}{\sqrt{1000^2 + 0.4^2 \times 100000^2}} = 0.024$$

حال اگر خروجي را از دو سر سلف بگيريم مشاهده مي شود كه مانند بخش اول ولتاژ خروجي با فرکانس تغيير مي كند با انجام دوباره آزمایش اعداد زیر بدست مي آیند:





نتیجه:

در این آزمایش به این نتیجه رسیدیم که هرگاه خروجی مدار  $RL$  را از دو سر مقاومت بگیریم، در فرکانسهای پایین اندازه پاسخ فرکانسی نزدیک به یک است و فازش نزدیک به صفر است و همچنین در فرکانسهای بالا اندازه پاسخ فرکانسی نزدیک به صفر است و فازش نزدیک به  $90^\circ$  است.

هرگاه خروجی مدار  $RL$  را از دو سر سلف بگیریم، در فرکانسهای پایین اندازه پاسخ فرکانسی نزدیک به صفر است و فازش نزدیک به  $90^\circ$  است و همچنین در فرکانسهای بالا اندازه پاسخ فرکانسی نزدیک به یک است و فازش نزدیک به صفر است.

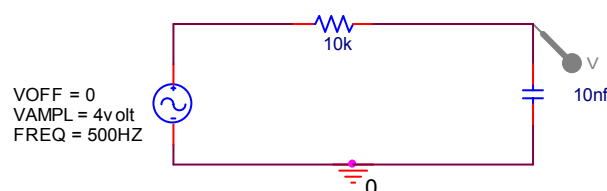
## موضوع آزمایش: پاسخ مدار RC به ورودی پله واحد

تئوری آزمایش:

مکانیزم مدار بالا به این صورت می باشد که زمانی که یک ولتاژ مربعی به مدار داده میشود خازن در ابتدا شروع به شارژ شدن میکند زمانی که خازن شارژ شد دوباره ولتاژ کم شده و به صفر میرسد در این هنگام خازن شروع به دشارژ شدن میکند این عمل دوباره تکرار خواهد شد.

شرح آزمایش:

با استفاده از یک مقاومت 10 کیلو اهمی و یک خازن با ظرفیت 10nf و یک منبع تغذیه با ولتاژ مربعی مدار زیر را می بندیم که نال یک اسیلو سکوپ یک موج مربعی با دامنه 5 ولت رانشان میدهد در فرکانس 500Hz از طریق کانال 2 اسیلو سکوپ ولتاژ دو سر خازن را می خوانیم:



$$KVL \rightarrow V_o = V_R + V_C = RI + V_C = RC \frac{dV_C}{dt} + V_C$$

$$RC \frac{dV_C}{dt} + V_C = V_o \rightarrow RCS + 1 = 0 \rightarrow S = \frac{-1}{RC}$$

$$V_C(t) = K e^{\frac{-t}{RC}} + V_o = V_o (1 - e^{\frac{-t}{RC}})$$

$$V_C(t=0) = 0 \rightarrow K + V_o = 0 \rightarrow k = -V_o$$

$$V_P = A \rightarrow \frac{dV_C(p)}{dt} = 0 \rightarrow V_C(p) = V_o$$

$$V_C(t) = V_o (1 - e^{\frac{-t}{RC}}) \rightarrow V_C(t = RC) = V_o (1 - e^{\frac{-RC}{RC}}) = V_o (1 - e^{-1}) = 0.63V_o$$

مدار RC نشان داده شده در بالا همان ثابت زمانی مدار می باشد.



با توجه به اینکه اولین ثابت زمانی در 0.63 ولتاژ منبع رخ می دهد و همچنین می دانیم ولتاژ منبع دارای دامنه 4 ولت می باشد پس در 2.52 ولت اولین ثابت زمانی را خواهیم داشت برا بقیه ثابتهای زمانی نیز داریم:

$$\tau = RC = 10 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-9} = 0.1ms \rightarrow V_C = 2.52volt$$

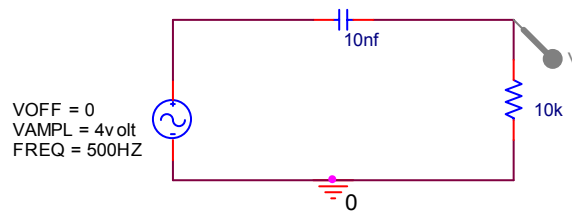
$$2\tau = 0.2ms \rightarrow V_C = 3.4volt$$

$$3\tau = 0.3ms \rightarrow V_C = 3.9volt$$

$$4\tau = 0.4ms \rightarrow V_C = 3.95volt$$

$$5\tau = 0.5ms \rightarrow V_C = 4volt$$

چنانچه خروجی را از دو سر مقاومت بگیریم :



در ثابتهای زمانی متفاوت ولتاژ دو سر مقاومت به صورت زیر است:

$$\tau = RC = 10 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-9} = 0.1ms \rightarrow V_R(t) = 0.63V_O \rightarrow V_R = 1.48volt$$

$$2\tau = 0.2ms \rightarrow V_R = 0.6volt$$

$$3\tau = 0.3ms \rightarrow V_R = 0.2volt$$

$$4\tau = 0.4ms \rightarrow V_R = 0.1volt$$

$$5\tau = 0.5ms \rightarrow V_R = 0volt$$

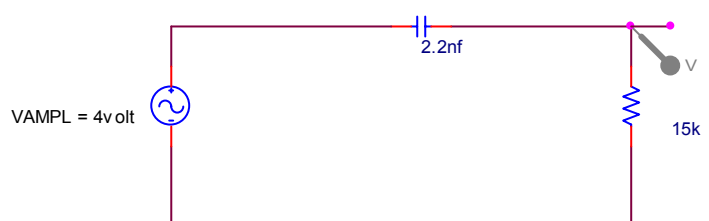
نتیجه :

چنانچه در آزمایش بالا به جای ورودی مربعی از ورودی DC استفاده کنیم نتایج بالا قابل بررسی نخواهد بود فقط در مدار اول چون خازن مدار باز میشود کانال دو همان چهار ولت رانشان میدهد و در مدار دوم چون خازن مدار باز میشود از مقاومت جریانی نمی گذرد و در این حالت خروجی صفر رانشان می دهد.

## موضوع آزمایش: پاسخ حالت دائمی مدار RC به تحریک سینوسی تئوری آزمایش:

مدار RC زیر را در نظر بگیرید همانطور که دیده میشود چنانچه یک ولتاژ سینوسی را به عنوان ولتاژ ورودی به مدار اعمال کنیم مقداری از این ولتاژ روی خازن و مقداری روی مقاومت افت میکند. ولتاژ خروجی همان ولتاژ دو سر مقاومت است که یک ولتاژ سینوسی با همان فرکانس اولیه است ولی با دامنه کمتر.

برای مدار زیر خواهیم داشت :



$$V_o = \frac{R}{R + \frac{1}{CS}} \times V_i = \frac{R}{R + \frac{1}{CJ\omega}} \times 4\sin(\omega t)$$

$$V_o = \frac{JC\omega}{1 + CJ\omega} \times 4\sin(\omega t)$$

$$V_o = \frac{j\omega RC}{1 + JRC\omega} \times \frac{1 - JRC\omega}{1 - JRC\omega} = \frac{JRC\omega - \omega^2 R^2 C^2}{1 + \omega^2 R^2 C^2} \times 4\sin(\omega t)$$

$$V_o = \left( \frac{JRC\omega}{1 + \omega^2 R^2 C^2} - \frac{\omega^2 R^2 C^2}{1 + \omega^2 R^2 C^2} \right) 4\sin(\omega t) \Rightarrow$$

$$H_{(J\omega)} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R + \frac{1}{JC\omega}} = \frac{JRC\omega}{1 + JRC\omega}$$

تابع شبکه مدار:

$$\angle H_{(J\omega)} = 90 - \tan^{-1}(rc\omega)$$

درفرکانسهای بالا:

$$|H_{(J\omega)}| = \frac{RC\omega}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C^2}}$$

$$F \rightarrow \infty \Rightarrow |H_{(J\omega)}| = 1$$

در فرکانسهای پایین:

$$F \rightarrow 0 \Rightarrow |H_{(J\omega)}| = 0$$

$$F \rightarrow \infty \Rightarrow \angle H_{(J\omega)} = 0$$

$$F \rightarrow 0 \Rightarrow \angle H_{(J\omega)} = \frac{\pi}{2}$$

درفرکانسهای بالا:

در فرکانسهای پایین:

شرح آزمایش:

در این آزمایش از یک مقاومت ۱۵ کیلو اهمی به همراه یک خازن با ظرفیت 2.2nf استفاده کردیم همچنین ولتاژ ورودی یک ولتاژ سینوسی با دامنه ۴ ولت می باشد که برای آن کانال یک اسیلوسکوپ و کانال دو اسیلوسکوپ نیز به ولتاژ خروجی که همان ولتاژ دو سر مقاومت می باشد اختصاص میابد ما با تغییر فرکانس از ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلو هرتز ولتاژ خروجی را مشاهده و یادداشت کردیم همچنین فاز ایجاد شده در هر مرحله از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است گفتنی است که برای ایجاد فاز تحت شرایط گفته شده باید TIME/DIV را روی XY قرار داده و VOLTS/DIV دو کانال را هم مقیاس میکنیم.

$$\varphi = \text{Sin}^{-1} \frac{x}{y}$$

y: ماکزیم فاصله ایجاد شده بین مبداء در راس منحنی در راستای قائم

x: فاصله از مبداء تا تقاطع منحنی با محور عمودی

همچنین اگر وضعیت کانال در حالت DouL باشد فاز ایجاد شده را میتوان از رابطه زیر نیز بدست آورد:

$$\Delta\phi = \frac{n}{N} \times 360^\circ$$

n اختلاف در روی منحنی افقی

N: یک دوره کامل

محاسبات:

در جدول زیر مقادیر عملی اندازه وفاز شبکه به ترتیب در ردیفهای سوم و چهارم و مقادیر تئوری آنها در ردیفهای پنجم و ششم درج شده اند. مقدار ولتاژ صفرتا پیک را میدهد.

$f(\text{HZ})$	100	200	1k	2k	5k	10k	20k	50k	100k
$V(\text{volt})$	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$ H(j\omega) $	0.02	0.045	0.18	0.35	0.625	0.7	0.9	0.925	0.95
$\angle H(j\omega)$	90	90	90	68.96	42.84	27.04	14.5	7.56	6.2

$\omega$									
$ H(j\omega) $	0.02	0.045	0.18	0.33	0.625	0.65	0.89	0.92	0.9
$\angle H(j\omega)$	90	90	90	68.96	42.84	27.04	14.5	7.56	6.2

مقادیر اندازه تابع شبکه از فرمول زیر محاسبه شده اند

$$|H(j\omega)| = \frac{RCW}{\sqrt{1+(WRC)^2}}$$

$$\Rightarrow \phi = 90^\circ \quad F = 100\text{HZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 100)}{\sqrt{1+(2\pi \times 100 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.02$$

$$\Rightarrow \phi = 90^\circ \quad F = 200\text{HZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 200)}{\sqrt{1+(2\pi \times 200 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.045$$

$$\Rightarrow \phi = 90^\circ \quad F = 1\text{KHZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 1000)}{\sqrt{1+(2\pi \times 1000 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.18$$

$$\Rightarrow \phi = \sin^{-1} \frac{2.8}{3} = 68.96^\circ \quad F = 2\text{kHZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 2000)}{\sqrt{1+(2\pi \times 2000 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.33$$

$$\Rightarrow \phi = \sin^{-1} \frac{1.7}{2.5} = 42.84^\circ \quad F = 5\text{kHZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 5000)}{\sqrt{1+(2\pi \times 5000 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.625$$

$$\Rightarrow \phi = \sin^{-1} \frac{1.5}{3.3} = 27.04^\circ \quad F = 10\text{kHZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 10000)}{\sqrt{1+(2\pi \times 10000 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.65$$

$$\Rightarrow \phi = \sin^{-1} \frac{0.9}{3.6} = 14.5^\circ \quad F = 20\text{kHZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 20000)}{\sqrt{1+(2\pi \times 20000 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.89$$

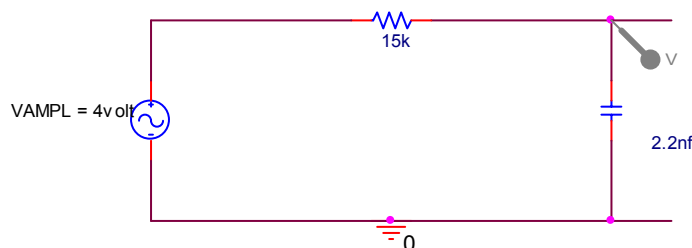
$$\Rightarrow \phi = \sin^{-1} \frac{0.5}{3.8} = 7.56^\circ \quad F = 50\text{kHZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 50000)}{\sqrt{1+(2\pi \times 50000 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.92$$

$$\Rightarrow \phi = \sin^{-1} \frac{0.4}{3.7} = 6.2^\circ \quad F = 100\text{kHZ} \rightarrow |H(j\omega)| = \frac{(15000)(2.2 \times 10^{-9})(2\pi \times 100000)}{\sqrt{1+(2\pi \times 100000 \times 15000 \times 2.2 \times 10^{-9})^2}} = 0.9$$

نتیجه مهم:

طبق محاسبات و اعداد بدست آمده هر چه فرکانس افزایش یابد فاز کاهش میابد ولی مقدار ولتاژ خروجی افزایش میابد درتوجیه برای ولتاژی توان گفت که در فرکانسهای بالاخازن طبق رابطه امپدانسی روبرو به صورت اتصال کوتاه عمل میکنند لذا ولتاژ ورودی با یک افت بسیار کم به خروجی میرسد لذا این مدار به صورت یک فیلتر بالاگذر عمل میکند.

همچنین برای یک مدار RC پایین گذر به صورت زیر خواهیم داشت



$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+(WR)^2}} \quad H(j\omega) = \frac{j\omega C}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + jR\omega C} \rightarrow$$

شبهه را به ما خواهد داد اعداد بدست آمده برای مدار بالا به صورت درج شده در جدول زیر میباشد:

f(HZ)	100	200	1k	2k	5k	10k	20k	50k	100k
V(volt)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
H(jw)	1	0.975	0.95	0.9	0.675	0.425	0.4875	0.1	0.05

$\angle H(j\omega)$	0	1.46	10.6	21.16	41.78	55.4	70.44	85.6	89.2
$ H(j\omega) $	1	0.96	0.9	0.88	0.6	0.4	0.4	0.1	0.45
$\angle H(j\omega)$	0	1.46	10.6	21.16	41	55	70.44	85	88

نتیجه:

با توجه به اعداد بدست آمده در جدول بالا این مداریک فیلتر پایین گذر است به عبارت دیگر این مدار فرکانسهای پایین را از خود عبور میدهد. هر چه مقدار فرکانس در مدار بالا افزایش میابد اندازه تابع شبکه به صفر نزدیکتر میشود.

موضوع آزمایش: پاسخ حالت دائمی مدار RL به تحریک سینوسی

پاسخ مدار RL به تحریک پله یکنواخت

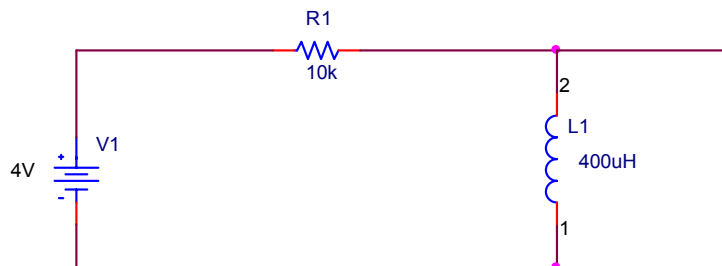
تئوری آزمایش:



مدار زیر را در نظر می‌گیریم :

می‌خواهیم وضعیت جریان سلف را در مدار زیر، زمانی که منبع ولتاژ ورودی مربع باشد باشد ببینیم یک مقاومت  $1K\Omega$  و یک سلف  $100mH$  را با هم سری می‌کنیم خروجی ژنراتور (CH1) یک موج مربعی با دامنه  $4V$  و فرکانس  $1KHz$  می‌باشد. CH2 ولتاژ مقاومت را نشان می‌دهد. در واقع ولتاژ مقاومت ضریبی از جریان سلف است مکانیزم کار بدین صورت است که زمانی که ولتاژ مربعی به مدار داده شد وضعیت جریان سلف توسط CH2 نمایش داده میشود ثابت زمانی  $(\tau = \frac{R}{L})$  زمانی است که جریان به  $0.37$  مقدار خود می‌رسد که

ان را توان روی نمودار نشان داد. زمانی که بر روی نمودار وضعیت جریان سلف کاهش می‌یابد ثابت زمانی کاهش می‌یابد  $(\tau = \frac{R}{L})$  زمانی است که جریان سلف به  $0.37$  جریان خود می‌رسد که می‌توان آن را از طریق  $(\tau = \frac{R}{L})$  هم بدست آورد.



اثبات:

$$V_O = 4 \quad R = 10K\Omega \quad l = 400mH$$

$$KVL: V_O = V_R + V_L = RI + \frac{dI}{dt}$$

$$\begin{cases} V_O = RI + L \frac{dI}{dt} \\ I_{(0)} = 0 \end{cases}$$

$$V_L = V_O e^{-\frac{R}{L}t} = V_O e^{-\frac{t}{\tau}} = V_O e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$V_{L(t=\tau)} = V_O e^{-1} = 0.37V_O$$

$$0.37V_O + 4 = 1.48$$

محاسبات:

$$R = 1K\Omega$$

$$L = 10mH$$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{10mH}{1K\Omega} = 10 \times 10^{-6} = 10\mu s$$

$$2\tau = 20\mu s$$

$$3\tau = 30\mu s$$

$$4\tau = 40\mu s$$

$$5\tau = 50\mu s$$

در آزمایشگاه بدست آورديم:

$$V_L = 0.3V_O = 0.3 \times 4 = 1.48v \Rightarrow \tau = 45\mu sec$$

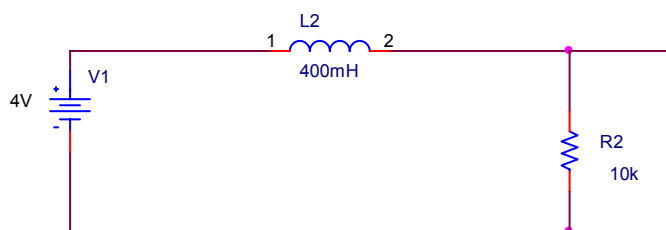
$$2\tau = 90\mu sec \Rightarrow V_L = 0.6 \times 2 = 1.2v$$

$$3\tau = 135\mu sec \Rightarrow V_L = 0.35 \times 2 = 0.7v$$

$$4\tau = 4 \times 45 = 180\mu sec \Rightarrow V_L = 0.2 \times 2 = 0.4v$$

$$5\tau = 5 \times 45 = 225\mu sec \Rightarrow V_L = 0.5 \times 2 = 0.1v$$

حال جاي سلف ومقاومت را عوض مي كنيم:



$$V_R = 0.67V_O = 0.67 \times 4 = 2.52v \Rightarrow \tau = 55\mu\text{sec}$$

$$2\tau = 2 \times 55 = 110\mu\text{sec} \Rightarrow V_R = 3.1v$$

$$3\tau = 165\mu\text{sec} \Rightarrow V_R = 3.5v$$

$$4\tau = 220\mu\text{sec} \Rightarrow V_R = 3.7v$$

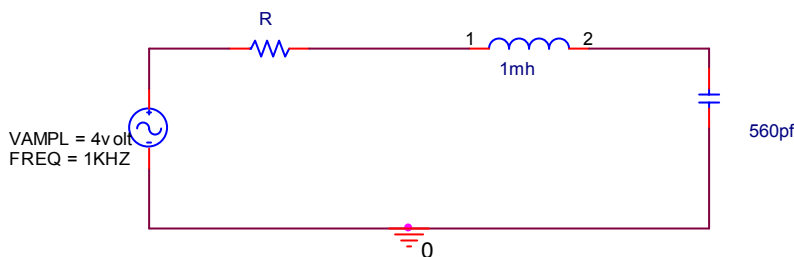
$$5\tau = 275\mu\text{sec} \Rightarrow V_R = 3.9v$$

نتیجه گیری:

از این آزمایش به این نتیجه می‌رسیم که برای مدار RL وقتی که خروجی را از دو سر سلف می‌گیریم پس از گذشتن پنج برابر ثابت زمانی ( $5\tau = 5\frac{R}{L}$ ) مدار به حالت پایدار خود می‌رسد و نیز هنگامی که خروجی را از دو سر مقاومت می‌گیریم نیز چنین است.

## موضوع آزمایش: پاسخ شبکه RLC به تحریک پله ای یکنواخت تئوری آزمایش:

مدار RLC زیر را در نظر بگیرید در این مدار بسته به این که از چه مقاومتی در مدار استفاده میکنیم شکل موج تغییر خواهد کرد اگر مقاومت به کار رفته زیر 2.7 کیلو اهم باشد نوسان نداریم به نوعی میرایی بحرانی داریم اما برای مقاوتهای 560 و 0 یا همان اتصال کوتاه شکل موج نوسان خواهد داشت :



$$KVL: V_o = V_L + V_R + V_C = L \frac{d}{dt} \left( C \frac{dV_C}{dt} \right) + RC \frac{dV_C}{dt} + V_C$$

$$LCS^2 + RCS + 1 = 0 \rightarrow S^2 + \left( \frac{2R}{2L} \right) S + \frac{1}{LC} = 0$$

$$W_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\alpha = \frac{R}{2L}$$

$$S^2 + 2\alpha S + W_0^2 = 0 \rightarrow S = -\alpha + \sqrt{\alpha^2 - W_0^2}, S = -\alpha - \sqrt{\alpha^2 - W_0^2}$$

$$V_C(t) = e^{-\alpha} (K_1 \cos \sqrt{W_0^2 - \alpha^2} t + K_2 \sin \sqrt{W_0^2 - \alpha^2} t) + V_0$$

شرح آزمایش:

مدار بالا را میبندیم ولتاژ منبع تغذیه 4 ولت و فرکانس 1KHZ می باشد در هر مرحله از آزمایش مقاومت به کار رفته را تغییر می دهیم این کار را برای مقاومتهای 2.7 کیلو اهم 15 کیلو اهم و 560 اهم و همچنین R=0 یعنی اتصال انجام می دهیم سپس وضعیت موج را طبق رابطه زیرمورد بررسی قرار می دهیم :

$$R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

در رابطه گفته شده اگر  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  در این حالت میرایی از نوع نوسانی ضعیف است و همچنین اگر  $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  میرایی شدید خواهد بود و در حالتی که  $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  میرایی از نوع بحرانی می باشد. در حالتی که مقاومت صفر می باشد میرایی نوسانی است.

توجه: در حالتی که میرایی نوسانی است ما باید اولین دامنه ماکزیم و زمان رسیدن به حالت پایدار را حساب کنیم:

$$T_s = 12.2 \mu s \quad \text{در حالت عملی}$$

$$M_p = 3.6$$

در حالت تئوری:

$$\alpha = \frac{R}{2L} \rightarrow \alpha = \frac{560}{2 \times 1 \times 10^{-3}} = 280 \times 10^3$$

$$T_s = \frac{3}{\alpha} \rightarrow T_s = \frac{3}{280 \times 10^3} = 10.7 \mu s$$

$$M_p = 1 - e^{\frac{-\alpha}{\omega_d}} \rightarrow M_p = 3.2$$

نتیجه آزمایش:

در مدار بالا هر چه مقاومت بزرگتر باشد شکل موج سریعتر میرا میشود همچنین در  $R=0$  شکل موج به سختی میرا خواهد شد.

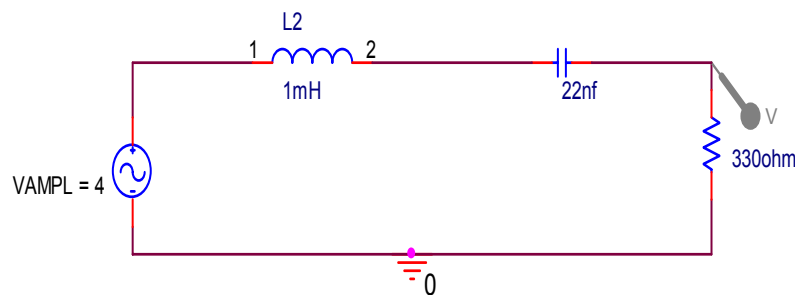
موضوع آزمایش: مدارهای RLC در حالت دائمی سینوسی

## تئوري آزمائش:

در این آزمائش میخواهیم پاسخ مدار RLC در حالت دائمی سینوسی و به ازای فرکانسهای مختلف ارزیابی کنیم و بینیم این مدار چه نوع فیلتری از خود نشان میدهد همچنین در این آزمائش پدیده تشدید نیز مورد بررسی قرار میگیرد

## شرح آزمائش

از یک مقاومت 330 اهمی و یک سلف با اندوکتانس 1mh و یک خازن 22nf که به صورت سری و موازی قرار میگیرند استفاده میشود منبع تغذیه یک منبع سینوسی با ولتاژ ماکزیم 4 ولت و فرکانس متغیر است برای مدار در حالت سری خواهیم داشت:



$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R + j\omega L - \frac{j}{\omega C}} = \frac{R}{R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} = |H(j\omega)|$$

$$\angle H(j\omega) = -\tan^{-1} \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

F(KHZ)	1	2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	100
(volt) $V_o$	0.2	0.41	1	1.9	3	3.8	3.75	3.4	3.8	2.8	2.4	2.1

X	0. 2	0.4	0. 9	1. 6	1. 5	0. 4	0.8	1.4 5	1. 8	1.8 5	1. 8	1.7
Y	0. 2	0.4 1	1 1	1. 9	3	3. 8	3.7 5	3.4	3. 8	2.8	2. 4	2.1

حال کافیت برای بدست آوردن فاز از رابطه زیر استفاده کنیم :

$$\phi = \sin^{-1} \frac{x}{y}$$

$$f = 1\text{KHZ} \rightarrow \phi = 90$$

$$f = 2\text{KHZ} \rightarrow \phi = 77.3$$

$$f = 5\text{KHZ} \rightarrow \phi = 64.15$$

$$f = 10\text{KHZ} \rightarrow \phi = 57.36$$

$$f = 20\text{KHZ} \rightarrow \phi = 30$$

$$f = 30\text{KHZ} \rightarrow \phi = 6.04$$

$$f = 50\text{KHZ} \rightarrow \phi = 0.43$$

$$f = 60\text{KHZ} \rightarrow \phi = 31.07$$

$$f = 70\text{KHZ} \rightarrow \phi = 41.35$$

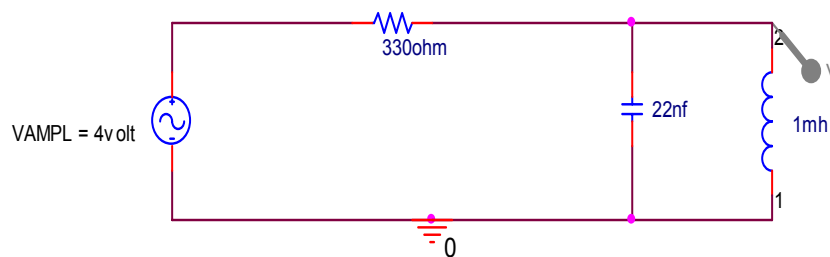
$$f = 80\text{KHZ} \rightarrow \phi = 48.59$$

$$f = 100\text{KHZ} \rightarrow \phi = 54.04$$

در مدار بالا فرکانس تشدید برابر است با :  $f_r = 32.66k$

و فرکانسهای قطع پایین و بالابه ترتیب  $f = 16.162k$  و  $f = 65.846k$  میباشند.

همچنین برای یک مدار RLC در حات موازی خواهیم داشت (گفتنی است که ما از طریق تبدیل نرتن به تونن مدار را به صورت زیر تبدیل کرده ایم :



برای مدار بالا در حالت عملی نتایج زیر بدست آمد:

F(KHZ)	1	2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	100
(volt) $V_o$	0.1	0.15	0.4	0.8	2	3.7	3.2	2.3	1.7	1.4	1.95	0.9
X	0.1	0.14	0.35	0.75	1.7	0.9	1.7	1.8	1.5	1.4	1.05	0.8
Y	0.1	0.15	0.4	0.8	2	3.7	3.2	2.3	1.7	1.4	1.95	0.9

باتوجه به نتایج بدست آمده برای فاز خواهیم داشت:

$$f = 1KHZ \rightarrow \phi = 90$$

$$f = 2KHZ \rightarrow \phi = 68.96$$

$$f = 5KHZ \rightarrow \phi = 61.044$$

$$f = 10KHZ \rightarrow \phi = 60.04$$

$$f = 20KHZ \rightarrow \phi = 58.2$$

$$f = 30KHZ \rightarrow \phi = 14.07$$

$$f = 50KHZ \rightarrow \phi = 51.5$$

$$f = 60KHZ \rightarrow \phi = 61.9$$

$$f = 70KHZ \rightarrow \phi = 62$$

$$f = 80KHZ \rightarrow \phi = 62.3$$

$$f = 100KHZ \rightarrow \phi = 62.73$$

فرکانس تشدید برای مدار بالا برابر است با:  $f_r = 32.66k$

و فرکانسهای قطع بالا و پایین آن به ترتیب  
 $f = 42.96k$  و  $f = 24.672k$  میباشند



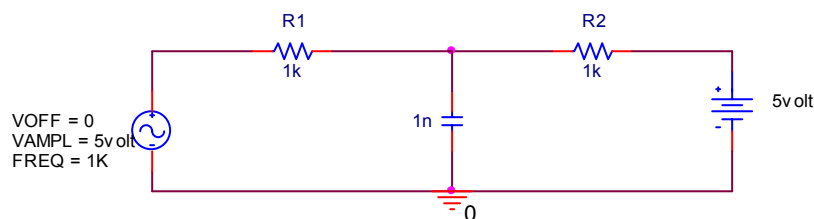
نتیجه:

در مدارهای RLC در حالت دائمی سینوسی بسته به اینکه فرکانس چقدر باشد خازن و سلف اثرات متفاوتی را در مدار به جا خواهند گذاشت که این اثرات در واقع همان رفتار فیلتری مدار را نشان میدهد.

## آزمایش ۵

### موضوع آزمایش: قضیه جمع آثار

مطابق قضیه جمع آثار چنان تعداد منابع مستقل به عنوان ورودی های مدار بیشتر از یک باشد پاسخ مدار در حالتی که تمام منابع مستقل در مدار حضور دارند با مجموع پاسخهای مدار به ازای تک تک منابع به تنهایی برابر خواهد بود.



$$V_c = \left(\frac{R}{R+R}\right).5 = \frac{5}{2} = 2.5\text{volt}$$

$$V_c = \left(\frac{R \parallel \frac{1}{j\omega c}}{R + R \parallel \frac{1}{j\omega c}}\right).5 \sin \omega t = \left(\frac{R}{2R + j\omega R^2 c}\right).5 \sin \omega t = 2.5 \sin \omega t$$

### روش آزمایش:

در این آزمایش اندازه گیری ولتاژ دو سر خازن به این صورت عمل کردیم که در بار اول منبع DC را از مدار خارج کردیم و دو سر اسکوپ را به دو سر خازن وصل کردیم و ولتاژی که در این حالت بدست میاید ولتاژ خازن در حالت AC است سپس منبع AC را از مدار خارج کردیم و ولتاژ خازن را در حالتی که به ولتاژ DC متصل است قرائت میکنیم و در نهایت ما ولتاژ دو سر خازن را در حالتی که هر دو منبع در مدار حضور دارند قرائت کردیم آنچه مسلم است این است که مجموع ولتاژهای مرحله اول و دوم باید با ولتاژ در مرحله سوم برابر باشد.

هدف از انجام آزمایش :

هدف از انجام این آزمایش این است که در حالت عملی ثابت کنیم که پاسخ یک مدار به ازای تمام ورودی‌هایش که همان منابع مستقل جریان و ولتاژ هستند با مجموع پاسخهای مدار به ازای تک تک ورودی‌هایش برابر است

اعداد بدست آمده برای ولتاژ خازن در حالت عملی:

$$V_{(ac)} = 2.5 \sin \omega t$$

$$V_{(dc)} = 2.5 \text{ volt}$$

$$V_{(ac)} + V_{(dc)} = 2.5 + 2.5 \sin \omega t$$

خوانده اسکوپ با حضور دو منبع :

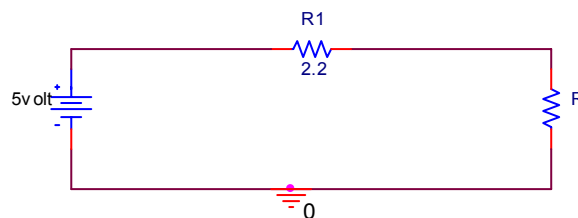
$$V_c = 2.5 + 2.5 \sin \omega t$$

ما همچنین آزمایش قبل را برای یک دیود تکرار کردیم یعنی به جای خازن از دیود استفاده کردیم اما به دلیل اینکه دیود یک المان غیر خطی است انتظار ما را برای برقراری قضیه جمع آثارا برآورده نشد.

## موضوع آزمایش: قضیه انتقال توان ماکزیم

تئوری آزمایش:

قضیه انتقال توان ماکزیم بیانگر این موضوع است که چنان چه امپدانس بار با مزدوج معادل تونن شبکه از دید بار برابر گردد انگاه بیشترین توان به بار منتقل خواهد شد.



$$P(R_L = ?)$$

$$P = R_L I^2 = R_L \left( \frac{V_s}{R_s + R_L} \right)^2 = \frac{R_L V_s^2}{(R_s + R_L)^2}$$

$$I = \frac{V_s}{R_s + R_L} \rightarrow \frac{\partial P}{\partial R_L} = 0 \rightarrow \frac{(R_s + R_L) - 2(R_L + R_s)R_L}{(R_L + R_s)^2} = 0 \rightarrow$$

$$R_L^2 + R_s^2 + 2R_s R_L - 2R_L R_s - 2R_L^2 = 0 \rightarrow R_L^2 - R_s^2 = 0 \rightarrow R_L = R_s, R_L = -R_s$$

$$P_{\max} = P(R_L = R_s) = \frac{V_s^2 R_s}{(R_s + R_s)^2} = \frac{V_s^2}{4R_s}$$

در نتیجه فرمول نهایی برای ماکزیم توان به صورت روبرو است:

$$P_{\max} = \frac{V_s^2}{4R_s}$$

شرح آزمایش:

پس از اینکه مدار را بستیم منبع تغذیه را روی 5 ولت تنظیم میکنیم در هر مرحله از آزمایش با فرض ثابت بودن  $R_s$  مقاومت دوم که به عنوان مقاومت بار در مدار به

کار رفته است را عوض میکنیم و هر بار ولتاژ دو سر مقاومت را قرائت میکنیم این کار را برای 7 مقاومت تکرار میکنیم ماکزیم توان به ازای دو مقاومت مساوی 2.2k رخ میدهد.

هدف از انجام آزمایش:

هدف ما در این آزمایش اثبات عملی این قضیه است که هنگامی ماکزیم توان به بار منتقل خواهد شد که مزدوج معادل تونن دیده شده در مدار از دید بار با امپدانس بار برابر باشد

محاسبات:

$$R_L = 1.78k \rightarrow V_L = 2v \rightarrow P = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(2)^2}{(1.78)} = 2.793mw$$

$$R_L = 2.7k \rightarrow V_L = 2.75v \rightarrow P = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(2.75)^2}{(2.7)} = 2.81mw$$

$$R_L = 1.5k \rightarrow V_L = 2.04v \rightarrow P = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(2.04)^2}{(1.5)} = 2.744mw$$

$$R_L = 2.95k \rightarrow V_L = 2.86v \rightarrow P = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(2.86)^2}{(2.95)} = 2.78mw$$

$$R_L = 2.19k \rightarrow V_L = 2.51v \rightarrow P = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(2.51)^2}{(2.19)} = 2.85mw$$

$$R_L = 1k \rightarrow V_L = 1.58v \rightarrow P = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(1.58)^2}{(1)} = 2.496mw$$

$$R_L = 3.26k \rightarrow V_L = 2.98v \rightarrow P = \frac{V_L^2}{R_L} = \frac{(2.98)^2}{(3.26)} = 2.72mw$$

نتیجه:

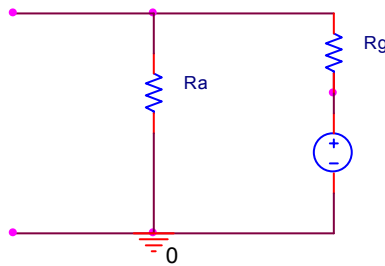
با توجه به محاسبات انجام شده ماکزیم توان در این مدار در بار  $2.2k$  به بار منتقل خواهد شد که رابطه زیر نیز درستی آن را تایید میکند:

$$P_{(\max)} = \frac{V_s^2}{4R_s} = \frac{(4)^2}{4(2.2)} = 2.85mw$$

## موضوع آزمایش: آمپر متر جریان مستقیم (DC)

تئوري آزمایش:

براي ساخت آمپر متر جريان مستقيم مقاومت كوچكي با گالوانو متر موازي ميكنيم هنگامي كه رنج جريان بالا تر مي رود به مقاومت كوچك تري نياز داريم با توجه به اينكه جريان بين دو مقاومت موازي تقسيم مي شود جريان عبوري از آمپر متر کاهش ميابد بهمين ترتيب جريان شاخه ها نيز كم ميشود.

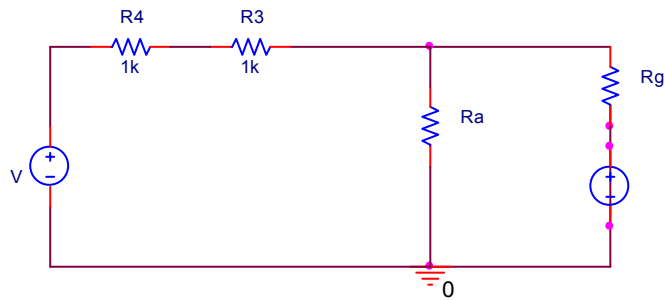


$$R_A (I - I_g) = R_g I_g \rightarrow R_A = \frac{R_g I_g}{I - I_g}$$

$$R_A = \frac{0.217 \times 1}{2.5 \times 10^{-3} - 1} = \frac{0.217}{1.5}$$

شرح آزمایش:

ابتدا مدار زير را مي بنديم سپس دو سر اسكوپ و مولتي متر را به مقاومت يك اهمي وصل ميكنيم بديهي است كه ولتاژي كه اين دو منبع نشان مي دهند در واقع همان جريان I مي باشد سپس منبع DC را تغيير ميدهيم اين كار را تا جايي انجام كه اسكوپ و مولتي متر جريان 2.5 ميلي آمپر را نشان دهد حال كافي است پتانسيو متري را كه با گالوانو متر موازي شده تغيير دهيم تا آمپر متر درست شده جريا انحراف كامل يك ميلي آمپر را نشان دهد.



نتایج بدست آمده در حالت عملی به قرار زیر میباشد:

$$V = 0.5v \rightarrow I_g = 0.2mA \rightarrow I = 2.5 \times 0.2 = 0.5mA$$

$$\text{multimeter} = 0.5mA$$

$$o.s = 0.5mA$$

$$V = 1v \rightarrow I_g = 0.4mA \rightarrow I = 2.5 \times 0.4 = 1mA$$

$$\text{multimeter} = 1mA$$

$$o.s = 1mA$$

$$V = 1.5v \rightarrow I_g = 0.6mA \rightarrow I = 2.5 \times 0.6 = 1.5mA$$

$$\text{multimeter} = 1.5mA$$

$$o.s = 1.5mA$$

$$V = 2v \rightarrow I_g = 0.78mA \rightarrow I = 2.5 \times 0.78 = 1.95mA$$

$$\text{multimeter} = 2mA$$

$$o.s = 2mA$$

$$V = 2.5v \rightarrow I_g = 1mA \rightarrow I = 2.5 \times 1 = 2.5mA$$

$$\text{multimeter} = 2.5mA$$

$$o.s = 2.5mA$$



$$V = 5v \rightarrow I_g = 0.2mA \rightarrow I = 25 \times 0.2 = 5mA$$

$$\text{multimeter} = 5mA$$

$$o.s = 5mA$$

$$V = 10v \rightarrow I_g = 0.4mA \rightarrow I = 25 \times 0.4 = 10mA$$

$$\text{multimeter} = 10mA$$

$$o.s = 10mA$$

$$V = 15v \rightarrow I_g = 0.6mA \rightarrow I = 25 \times 0.6 = 15mA$$

$$\text{multimeter} = 15mA$$

$$o.s = 15mA$$

$$V = 20v \rightarrow I_g = 0.82mA \rightarrow I = 25 \times 0.82 = 20.5mA$$

$$\text{multimeter} = 20mA$$

$$o.s = 20mA$$

$$V = 24.3v \rightarrow I_g = 1mA \rightarrow I = 24.3 \times 1 = 24.3mA$$

$$\text{multimeter} = 25mA$$

$$o.s = 25mA$$

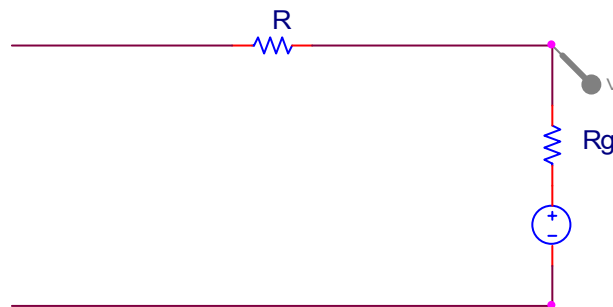
نتیجه آزمایش:

با توجه به اعداد بدست آمده در بالا ما به ازای جریان  $I_g$  در هر مرحله میتوانیم با در نظر گرفتن جریان در حالت انحراف کامل و متناسب بودن  $I$  با آن جریان آن مرحله از آزمایش را مشخص کنیم.

## گالوانومتر

تئوري آزمائش:

گالوانومتر نوعي دستگاه اندازه گيري ولتاژ است اين دستگاه تا رنج خاصي قادر به اندازه گيري است براي گسترش رنج آن مي توان با اين وسيله مقاومتي را به فراخور رنج مورد نظر سري کرد اين عمل باعث مي شود که تقسيم ولتاژي بين مقاومت گالوانومتر و مقاومت سري شده با آن صورت گيرد و در نتيجه ولتاژ انحراف کامل آن به ميزان مورد نظر برسد



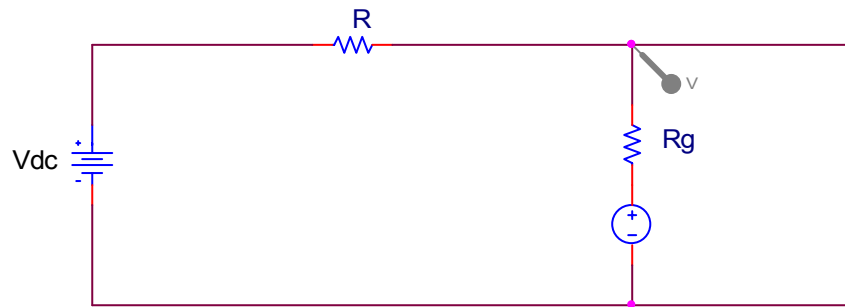
$$V = \frac{R_g}{R + R_g} V_{DC}$$

شرح آزمائش:

ابتدا مدار زير را مي بنديم سپس دو سر اسكوپ و مولتي متر را به گالوانومتر وصل ميكنيم بديهي است که ولتاژي که اين دو منبع نشان مي دهند در واقع همان ولتاژ گالوانومتر است

حال دو سر منبع ولتاژ را به دو سر مجموعه مقاومت و گالوانومتر متصل مي کنيم و ولتاژ ماکزيمم رنج را اعمال مي کنيم با توجه به رابطه بالا انقدر ميزان مقاومت سري شده را افزايش مي دهيم تا عقربه گالوانومتر به انحراف کامل خود برسد حال گالوانومتر آماده شده است و ميتوان از آن تا رنج ماکزيمم تنظيم شده به عنوان ولت متر استفاده کرد

مقاومتي که بايد باگالوانومتر سري شود به صورت زير بدست مي آيد:



$$V_R = \frac{R}{R + R_g} V_{DC} \Rightarrow \frac{V_R}{R} = I_g = \frac{V_{DC}}{R + R_g}$$

$$I_g (R + R_g) = V_{DC} \Rightarrow I_g R + I_g R_g = V_{DC}$$

$$R = \frac{V_{DC} - R_g I_g}{I_g}$$

لازم به ذکر است که میزان انحراف عقربه گالوانومتر را باید در ولتاژ انحراف کامل گالوانومتر ضرب کرد تا ولتاژ اندازه گیری شده بدست آید.

محاسبات:

اعداد بدست آمده از اندازه گیری ولتاژهای مختلف به وسیله این گالوانومتر واسیلوسکوپ و نیز مولتی متر به صورت زیراند:

الف) ولتاژ انحراف کامل ۵ ولت:

۱) در حالت تئوری:

$$V_{\max} = 5v \quad I_{g-\max} = 1mA \quad R_g = 217\Omega$$

$$R = \frac{5 - 0.217}{1mA} = 4.783K\Omega$$

۲) مقاومت بدست آمده در حالت عملی:

$$R = 4.9K\Omega$$

اندازه گیری های مختلف به وسیله دستگاه های مختلف اندازه گیری:

$V$	۱	۲	۳	۴	۵
$I_g (mA)$	۰,۲	۰,۳۹	۰,۵۹	۰,۸۲	۱
گالوانومتر	۱	۱,۹۵	۲,۹۵	۴,۱	۵
$OSC$	۱	۲	۳	۴	۵
مولتی متر	۱	۲	۳	۴	۵

(ب) ولتاژ انحراف کامل ۱۰ ولت:

(۱) در حالت تئوری:

$$V_{\max} = 10v \quad I_{g-\max} = 1mA \quad R_g = 217\Omega$$

$$R = \frac{10 - 0.217}{1mA} = 9.783K\Omega$$

(۲) مقاومت بدست آمده در حالت عملی:

$$R = 10.066K\Omega$$

اندازه گیری های مختلف به وسیله دستگاه های مختلف اندازه گیری:

$V$	۲	۴	۶	۸	۱۰
$I_g (mA)$	۰,۱۹	۰,۳۹	۰,۶	۰,۸۱	۱
گالوانومتر	۱,۹	۳,۹	۶	۸,۱	۱۰
$OSC$	۲	۴	۶	۸	۱۰
مولتی متر	۲	۴	۶	۸	۸

(ج) ولتاژ انحراف کامل ۲۵ ولت:

(۱) در حالت تئوری:

$$V_{\max} = 25v \quad I_{g-\max} = 1mA \quad R_g = 217\Omega$$

$$R = \frac{25 - 0.217}{1mA} = 24.783K\Omega$$

(۲) مقاومت بدست آمده در حالت عملی:

$$R = 25.5K\Omega$$

اندازه گیری های مختلف به وسیله دستگاه های مختلف اندازه گیری:

$V$	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
$I_g (mA)$	۰,۱۸	۰,۳۹	۰,۶	۰,۸	۱
گالوانومتر	۴,۵	۹,۷۵	۱۵	۲۰	۲۵
$OSC$	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
مولتی متر	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵

نتیجه :

این آزمایش نشان داد که برای اندازه گیری ولتاژ به وسیله ولت متری با ولتاژ انحراف کامل پایین می توان با سری کردن مقاومت رنج آن را افزایش داد.

[www.esud83.mihanblog.com](http://www.esud83.mihanblog.com)

email : [aminnima2@gmail.com](mailto:aminnima2@gmail.com)

amin sheikh najdi

tel : 09166420367