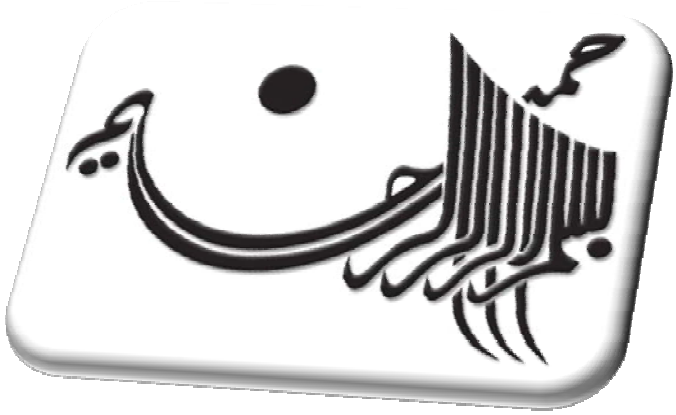


آزمایشگاه مدار و اندازگیری

تهیه کننده : محمد شاهوارپور و امین محمد پورمهدی

www.esud83.mihanblog.com

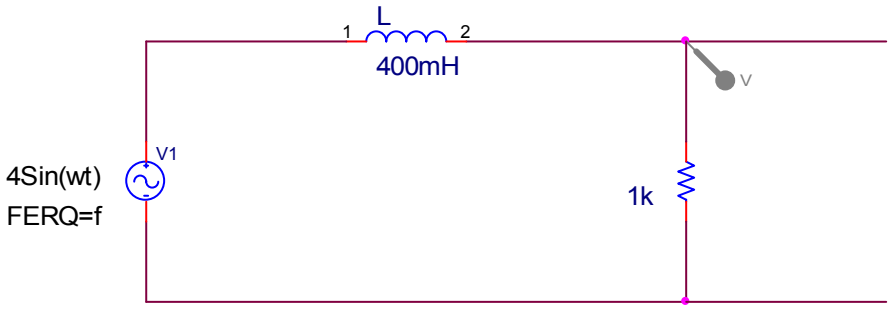
Email : aminnima2@gmail.com

آزمایش ۱

استفاده از مدار RL به عنوان فیلتر پایین گذر

تئوري آزمايش: مدار RL زیر را در نظر بگیرید همانطور که دیده میشود چنان چه یک ولتاژ سینوسی را به عنوان ولتاژ ورودی به مدار اعمال کنیم مقداری از این ولتاژ روی المان ذخیره کننده انرژي که در این آزمایش سلف است افت مي 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 ان در فرکانسهاي مختلف، متفاوت است.

مدار زیر را در نظر بگیرید:



د ر مـد ا ر بــا لا خـو ا هـيـم د ا شت:

تابع شبکه مدار:

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

در فرکانسهاي پايين:

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

درفرکانسهاي بالا:

$$V_O = (\frac{R^2}{\omega^2 L^2 + R^2} - J\frac{RL\omega}{\omega^2 L^2 + R^2}) V_i \Rightarrow$$

در فرکانسهاي پايين:

$$H_{(J\omega)} = \frac{V_O}{V_i} = \frac{R}{R + JL\omega}$$

درفرکانسهاي بالا

$$\angle H_{(J\omega)} = -Tan^{-1}(\frac{L\omega}{R})$$

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

$$F \to \infty \Rightarrow \left|H_{(J\omega)}\right| = 0$$

$$F \to 0 \Rightarrow \left|H_{(J\omega)}\right| = 1$$

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

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

شرح آزمایش :

در این ازمایش از یک مقاومت 15 کیلو اهمی بهمراه 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 منحني در راستاي قائم

x:فاصله از مبداء تا تقاطع منحني با محور عمودي

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

$$\Delta\phi = \frac{n}{N} \times 360^0$$

n:اختلاف در روي منحني افقي

N:يك دوره كامل

اعداد بدست آمده هنگامي كه خروجي را از دو سر مقاومت مي گيريم بصورت زير 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

درجدول زير مقادير عملي اندازه وفاز شبكه به ترتيب در رديفهاي سوم و چهارم ومقاديرتئوري آنها دررديفهاي پنجم وششم درج شده اند ردیف دوم مقدار ولتاژ صفرتا پیك را میدهد.

f(HZ)	50	100	200	300	400	500	1K	2K	5K	100 K
V(volt)	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
<H(jw)	7.56	13.89	27.32	35.23	40.7	43.07	45.58	51.05	61.04	73.4
|H(j	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			
<H(jw)	1.14	2.29	4.57	6.84	9.1	11.3	21.8	38.7	63.4	88.7

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

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

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

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

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

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

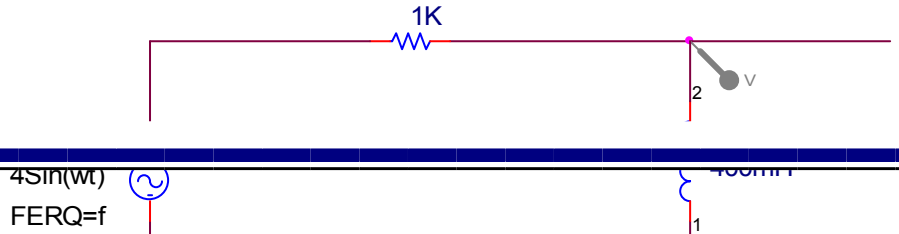
$$F=1KHz \Rightarrow |H_{J\omega}|=\frac{1000}{\sqrt{1000^2+0.4^2\times 1000^2}}=0.928$$

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

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

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

حال اگر خروجي را از دو سر سلف بگيريم مشاهده مي شود كه مانند بخش اول ولتاژ خروجي با فركانس تغيير مي كند با انجام دوباره آزمايش اعداد زير بدست مي آيند:



$$H_{J\omega} = \frac{JL\omega}{R + JL\omega}$$

اعداد بدست آمده هنگامي كه خروجي را از دو سر مقاومت مي گيريم بصورت زير است:

f(HZ)	50	100	200	300	400	500	1k	2k	5k	100k
X	0.55	0.9	1.13	1.4	1.4	1.35	1	0.6	0.25	0.22
Y	0.75	1.75	1.95	2.3	2.6	2.8	3.3	3.5	3.6	3.7
V_O	0.75	1.75	1.95	2.3	2.6	2.8	3.3	3.5	3.6	3.7

در جدول زير مقادير عملي اندازه وفاز شبكه به ترتيب در رديفهاي سوم و چهارم ومقادير تئوري آنها دررديفهاي پنجم وششم درج شده اند ردیف دوم مقدار ولتاژ صفرتا پيك را ميدهد.

f(HZ)	50	100	200	300	400	500	1K	2K	5K	100 K
V(volt)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
|H(jw)|										
<H(jw)										
|H(jw)|										
<H(jw)										

نتیجه:

در این آزمایش به این نتیجه رسیدیم که *هرگاه خروجي مدار RL را از دو سر مقاومت بگیریم ،در فرکانسهاي پایین اندازه پاسخ فرکانسي نزدیك به یك است وفازش تزدیك به صفر است و همچنین در فرکانسهاي بالا اندازه پاسخ فرکانسي نزدیك به صفر است وفازش تزدیك به نود درجه است .*

هرگاه خروجي مدار RL را از دو سرسلف بگیریم ،در فرکانسهاي پایین اندازه پاسخ فرکانسي نزدیك به صفر است وفازش تزدیك به نود درجه است و همچنین در فرکانسهاي بالا اندازه پاسخ فرکانسي نزدیك به یك است وفازش تزدیك به صفر است

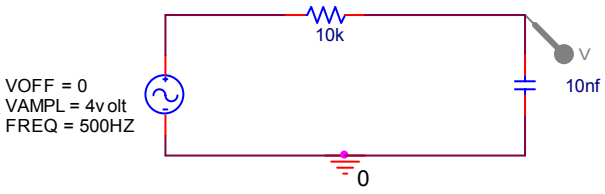
موضوع آزمایش:پاسخ مدارRCبه ورودي پله واحد

تئوري آزمايش:

مكانيزم مدار بالا به اين صورت مي باشد كه زماني كه يك ولتاژ مربعي به مدار داده ميشود خازن در ابتدا شروع به شارژ شدن ميكند زماني كه خازن شارژشد دوباره ولتاز كم شده وبه صفر ميرسد در اين هنگام خازن شروع به دشارژ شدن ميكند اين عمل دوباره تكرار خواهد شد.

شرح آزمايش:

با استفاده از يك مقاومت 10كيلو اهمي و يك خازن با ظرفيت 10nf و يك منبع تغذيه با ولتاژ مربعي مدار زير را مي بنديم كا نال يك اسيلو سكوپ يك موج مربعي با دامنه 5ولت رانشان ميدهد در فركانس 500HZ از طريق كانال 2اسيلو سكوپ ولتاز دو سر خازن رامي خوانيم:



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

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

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

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

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

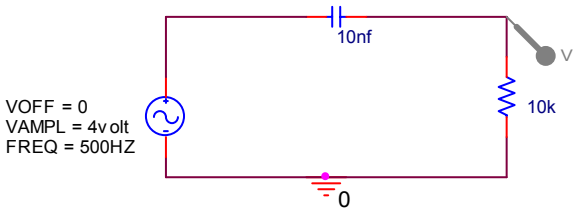
$$V_C(t) = V_O(1 - e^{\frac{-t}{RC}}) \rightarrow V_C(t = RC) = V_O(1 - e^{\frac{-RC}{RC}}) = V_O(1 - e^{-1}) = 0.63V_O$$

مدار RC نشان داده شده در بالا همان ثابت زماني مدار مي باشد.

با توجه به اینکه اولین ثابت زماني در 0.63 ولتاژ منبع رخ مي دهد و همچنين مي دانيم ولتاژ منبع داراي دامنه 4 ولت مي باشد پس در 2.52 ولت اولين ثابت زماني راخواهيم داشت برا بقيه ثابتهاي زماني نيز داريم:

$\tau = RC = 10\times10^{3}\times10\times10^{-9} = 0.1ms \rightarrow V_C = 2.52volt$
$2\tau = 0.2ms \rightarrow V_C = 3.4volt$
$3\tau = 0.3ms \rightarrow V_C = 3.9volt$
$4\tau = 0.4ms \rightarrow V_C = 3.95volt$
$5\tau = 0.5ms \rightarrow V_C = 4volt$

چنانچه خروجي را از دو سر مقاومت بگيريم :



در ثابتهاي زماني متفاوت ولتاژ دو سر مقاومت به صورت زير است:

$\tau = RC = 10\times10^{3}\times10\times10^{-9} = 0.1ms \rightarrow V_R(t) = 0.63V_O \rightarrow V_R = 1.48volt$
$2\tau = 0.2ms \rightarrow V_R = 0.6volt$
$3\tau = 0.3ms \rightarrow V_R = 0.2volt$
$4\tau = 0.4ms \rightarrow V_R = 0.1volt$
$5\tau = 0.5ms \rightarrow V_R = 0volt$

نتيجه:

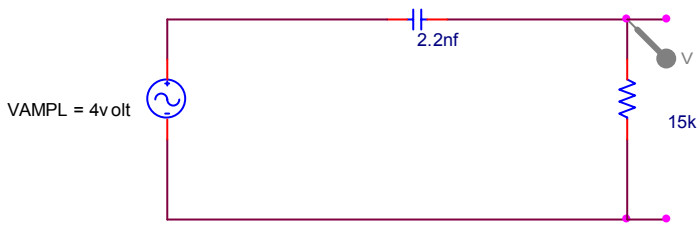
چنانچه در آزمایش بالا به جاي ورودي مربعي از ورودي DC استفاده کنیم نتایج بالا قابل بررسي نخواهد بود وفقط در مدار اول چون خازن مدار باز میشود کانال دو همان چهار ولت رانشان میدهد ودر مدار دوم چون خازن مدار باز میشود از مقاومت جریاني نمي گذرد و در این حالت خروجي صفر رانشان مي دهد.

موضوع آزمایش:پاسخ حالت دائمي مدار RCبه تحريك سينوسي

تئوری آزمایش:

مدارRC زیر را در نظر بگیرید همانطور که دیده میشود چنان چه 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 مدارزیر خواهیم داشت :



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

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

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

$$V_O = (\frac{JRC\omega}{1+R^2\omega^2C^2} - \frac{\omega^2R^2C^2}{1+\omega^2R^2C^2})4Sin(\omega t) \Rightarrow$$

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

تابع شبکه مدار:

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

درفرکانسهاي بالا:

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

$$F \to \infty \Rightarrow \left|H_{(J\omega)}\right| = 1$$

$$F \to 0 \Rightarrow \left|H_{(J\omega)}\right| = 0$$

در فرکانسهاي پایین:

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

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

درفرکانسهاي بالا:

در فرکانسهاي پایین:

شرح آزمایش :

در این آزمایش از یک مقاومت ۱۵ کیلو اهمی بهمراه 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.

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

y:ماکزیمم فاصله ایجاد شده بین مبداء در راس منحني در راستاي قائم

x:فاصله از مبداء تا تقاطع منحني با محور عمودي

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

$$\Delta\phi = \frac{n}{N}\times 360^{0}$$

nاختلاف در روي منحني افقي

N:يك دوره كامل

محاسبات:

در جدول زیر مقادیر عملي اندازه وفاز شبکه به ترتیب در رديفهاي سوم و چهارم ومقادیر تئوري آنها دررديفهاي پنجم وششم درج شده اندرديف دوم مقدار ولتاژ صفرتا پيك را ميدهد.

f(HZ)	100	200	1k	2k	5k	10k	20k	50k	100k
V(volt)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
|H(jw)|	0.02	0.045	0.18	0.35	0.625	0.7	0.9	0.925	0.95
<H(jw	90	90	90	68.96	42.84	27.04	14.5	7.56	6.2

)									
|H(jw)|	0.02	0.0456	0.18	0.33	0.625	0.65	0.89	0.92	0.9
<H(jw)	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

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

$$\Rightarrow \phi=90^0\ F=100HZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times100)}{\sqrt{1+(2\pi\times100\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.02$$

$$\Rightarrow \phi=90^0\ F=200HZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times200)}{\sqrt{1+(2\pi\times200\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0045$$

$$\Rightarrow \phi=90^0\ F=1KHZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times1000)}{\sqrt{1+(2\pi\times1000\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.18$$

$$\Rightarrow \phi=Sin^{-1}\frac{2.8}{3}=68.96^0\ F=2kHZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times2000)}{\sqrt{1+(2\pi\times2000\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.35$$

$$\Rightarrow \phi=Sin^{-1}\frac{1.7}{2.5}=42.84^0\ F=5kHZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times5000)}{\sqrt{1+(2\pi\times5000\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.625$$

$$\Rightarrow \phi=Sin^{-1}\frac{1.5}{3.3}=27.04^0\ F=10kHZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times10000)}{\sqrt{1+(2\pi\times10000\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.7$$

$$\Rightarrow \phi=Sin^{-1}\frac{0.9}{3.6}=14.5^0\ F=20kHZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times20000)}{\sqrt{1+(2\pi\times20000\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.9$$

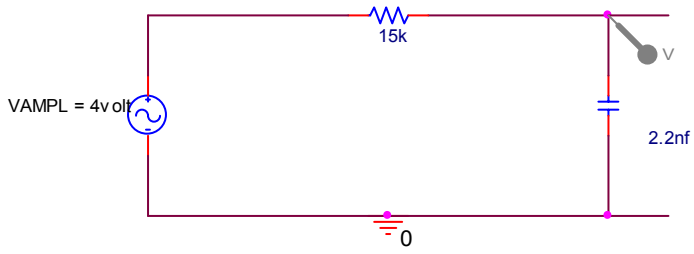
$$\Rightarrow \phi=Sin^{-1}\frac{0.5}{3.8}=7.56^0\ F=50kHZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times50000)}{\sqrt{1+(2\pi\times50000\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.925$$

$$\Rightarrow \phi=Sin^{-1}\frac{0.4}{3.7}=6.2^0\ F=100kHZ \rightarrow |H(jw)|=\frac{(15000)(2.2\times10^{-9})(2\pi\times100000)}{\sqrt{1+(2\pi\times100000\times15000\times2.2\times10^{-9})^2}}=0.95$$

نتیجه مهم:

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

همچنین براي یك مدار RC پایین گذر به صورت زیر خواهیم داشت



$$|H(jw)|=\frac{1}{\sqrt{1+(WRC)^2}}\quad H(jw)=\frac{\frac{1}{jwc}}{R+\frac{1}{jwc}}=\frac{1}{1+jRcw}\rightarrow$$ این تابع اندازه تابع شبکه را به ما خواهد داداعداد بدست آمده براي مدار بالا به صورت درج شده در جدول زیر میباشد:

f(HZ)	100	200	1k	2k	5k	10k	20k	50k	100 k
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

<H(jw)	0	1.46	10.6	21.168	41.78	55.4	70.44	85.6	89.2
|H(jw)|	1	0.96	0.9	088	0.6	0.4	0.4	0.1	0.45
<H(jw)	*0*	*1.46*	*10.6*	*21.168*	*41*	*55*	*70.44*	*85*	*88*

نتیجه:

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

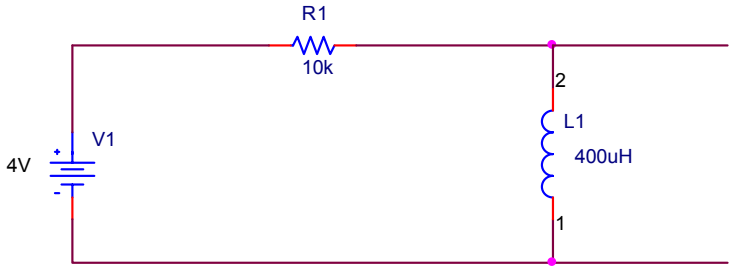
موضوع آزمایش:پاسخ حالت دائمي مدار RLبه تحریك سینوسي

پاسخ مدار RL به تحریك پله یکنواخت

تئوري آزمایش :

مدار زیر را در نظر می گیریم :

می خواهیم وضعیت جریان سلف را در مدار زیر،زمانی که منبع ولتاژ ورودی مربع باشد ببینیم یک مقاومت$\Omega 1K$ و یک سلف $100mH$ را با هم سری می کنیم خروجی ژنراتور (CH1)یک موج مربعی با دامنه ی $4V$ و فرکانس $1KHZ$ می باشد . CH2 ولتاژ مقاومت را نشان می دهد . 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 می رسد که ان را توان روی نمودار نشان داد . زمانی که بر روی نمودار وضعیت جریان سلف کاهش می یابد ثابت زمانی کاهش می یابد ($\tau = \frac{R}{L}$) زمانی است که جریان سلف به 0.37 جریان خود می رسد که می توان ان را از طریق ($\tau = \frac{R}{L}$) هم بدست اورد .



اثبات:

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

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

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

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

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

$0.37V_O + 4 = 1.48$

محاسبات:

$R = 1K\Omega$

$L = 10mH$

$\tau = \frac{R}{L} = \frac{10mH}{1K\Omega} = 10\times10^{-6} = 10\mu s$

$2\tau = 20\mu s$

$3\tau = 30\mu s$

$4\tau = 40\mu s$

$5\tau = 50\mu s$

در آزمایشگاه بدست آوردیم:

$V_L = 0.3V_O = 0.3\times4 = 1.48v \Rightarrow \tau = 45\mu sec$

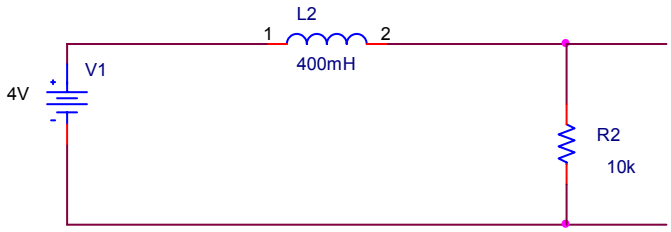
$2\tau = 90\mu\sec \Rightarrow V_L = 0.6\times2 = 1.2v$

$3\tau = 135\mu\sec \Rightarrow V_L = 0.35\times2 = 0.7v$

$4\tau = 4\times45 = 180\mu\sec \Rightarrow V_L = 0.2\times2 = 0.4v$

$5\tau = 5\times45 = 225\mu\sec \Rightarrow V_L = 0.5\times2 = 0.1v$

حال جاي سلف ومقاومت را عوض مي كنيم:



$$V_R = 0.67V_O = 0.67 \times 4 = 2.52v \Rightarrow \tau = 55\mu sec$$
$$2\tau = 2kT\ 55 = 110\mu\sec \Rightarrow V_R = 3.1v$$
$$3\tau = 165\mu\sec \Rightarrow V_R = 3.5v$$
$$4\tau = 220\mu\sec \Rightarrow V_R = 3.7v$$
$$5\tau = 275\mu\sec \Rightarrow V_R = 3.9v$$

نتيجه گيري:

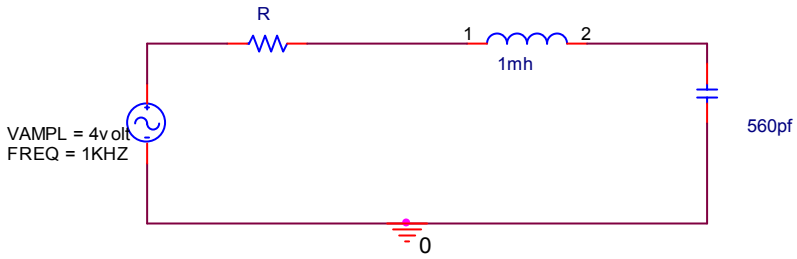
از اين آزمايش به اين نتيجه مي رسيم كه براي مدار RL وقتي كه خروجي را از دو سر سلف مي گيريم پس از گذشتن پنج برابر ثابت زماني $(5\tau = 5\frac{R}{L})$ مدار به حالت پايدار خود مي رسد ونيز هنگامي كه خروجي را از دو سر مقاومت مي گيريم نيز چنين است.

آزمايش ۴

موضوع آزمايش:پاسخ شبكه RLCبه تحريك پله اي يكنواخت

تئوري آزمايش:

مدارRLCزير را در نظر بگيريددراين مدار بسته به اين كه ازچه مقاومتي در مدار استفاده ميكنيم شكل موج تغيير خواهد كرد اگر مقاومت به كار رفته زير 2.7كيلو اهم باشد نوسان نداريم به نوعي ميرايي بحراني داريم اما براي مقاوتهاي 560 و0يا همان اتصال كوتاه شكل موج نوسان خواهد داشت :



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

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

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

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

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

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

شرح آزمايش:

مدار بالا را ميبنديم ولتاژ منبع تغذيه 4ولت و فركانس 1KHZمي باشد در هر مرحله از آزمايش مقاومت به كار رفته را تغيير مي دهيم اين كار را براي مقاومتهاي 2.7كيلو اهم 15كيلو اهم و560اهم وهمچنين R=0يعني اتصال انجام ميدهيم سپس وضعيت موج را طبق رابطه زيرمورد بررسي قرار ميدهيم :

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

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

توجه :درحالتی که میرایی نوسانی است ما باید اولین دامنه ماکزیمم و زمان رسیدن به حالت پایدار را حساب کنیم :

در حالت عملی $T_s = 12.2\mu s$

$$M_p = 3.6$$

درحالت تئوری:

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

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

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

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.

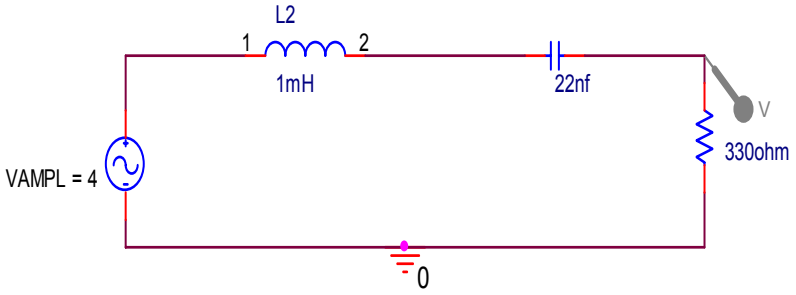
موضوع آزمایش:مدارهایRLCدرحالت دائمی سینوسی

تئوري آزمايش:

در اين آزمايش ميخواهيم پاسخ مدار RLCدر حالت دائمي سينوسي وبه ازاي فركانسهاي مختلف ارزيابي كنيم وببينيم اين مدار چه نوع فيلتري از خود نشان ميدهد همچنين در اين آزمايش پديده تشديد نيزمورد بررسي قرار ميگيرد

شرح آزمايش

از يك مقاومت 330اهمي ويك سلف با اندوكتانس 1mhويك خازن 22nfكه به صورت سري و موازي قرار ميگيرنداستفاده ميشود منبع تغذيه يك منبع سينوسي با ولتاژماكزيمم ۴ولت وفركانس متغير است براي مدار در حالت سري خواهيم داشت:



$$\frac{V_O}{V_I}=\frac{R}{R+jwL-\frac{j}{wc}}=\frac{R}{R+j(wL-\frac{1}{wc})}=\frac{R}{\sqrt{R^2+(wL-\frac{1}{wc})^2}}=|H(jw)|$$

$$\angle H(jw)=-\tan g^{-1}\frac{wl-\frac{1}{wc}}{R}$$

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	1.45	1.8	1.85	1.8	1.7
Y	0.2	0.41	1	1.9	3	3.8	3.75	3.4	3.8	2.8	2.4	2.1

حال کافیست براي بدست آوردن فاز از رابطه زیر استفاده کنیم :

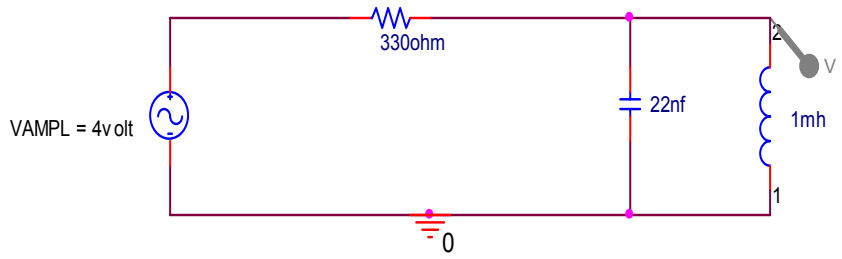
$$\phi = Sin^{-1}\frac{x}{y}$$

$f = 1KHZ \rightarrow \phi = 90$
$f = 2KHZ \rightarrow \phi = 77.3$
$f = 5KHZ \rightarrow \phi = 64.15$
$f = 10KHZ \rightarrow \phi = 57.36$
$f = 20KHZ \rightarrow \phi = 30$
$f = 30KHZ \rightarrow \phi = 6.04$
$f = 50KHZ \rightarrow \phi = 0.43$
$f = 60KHZ \rightarrow \phi = 31.07$
$f = 70KHZ \rightarrow \phi = 41.35$
$f = 80KHZ \rightarrow \phi = 48.59$
$f = 100KHZ \rightarrow \phi = 54.04$

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

وفرکانسهاي قطع پایین وبالابه ترتیب
$f = 16.162k$ و $f = 65.846k$ میباشند .

همچنین براي یك مدار RLCدر حات موازي خواهیم داشت (گفتني است که ما از طریق تبدیل نرتن به تونن مدار را به صورت زیر تبدیل کرده ایم:



براي مدار بالا در حالت عملي نتايج زير 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 نتايج بدست آمده براي فاز خواهيم داشت:

$f = 1KHZ \rightarrow \phi = 90$
$f = 2KHZ \rightarrow \phi = 68.96$
$f = 5KHZ \rightarrow \phi = 61.044$
$f = 10KHZ \rightarrow \phi = 60.04$
$f = 20KHZ \rightarrow \phi = 58.2$
$f = 30KHZ \rightarrow \phi = 14.07$
$f = 50KHZ \rightarrow \phi = 51.5$
$f = 60KHZ \rightarrow \phi = 61.9$
$f = 70KHZ \rightarrow \phi = 62$
$f = 80KHZ \rightarrow \phi = 62.3$
$f = 100KHZ \rightarrow \phi = 62.73$

فركانس تشديد براي مدار بالا برابر است با: $f_r = 32.66k$

وفركانسهاي قطع بالا و پايين آن بترتيب
$f = 42.96k$ و $f = 24.672k$ ميباشند

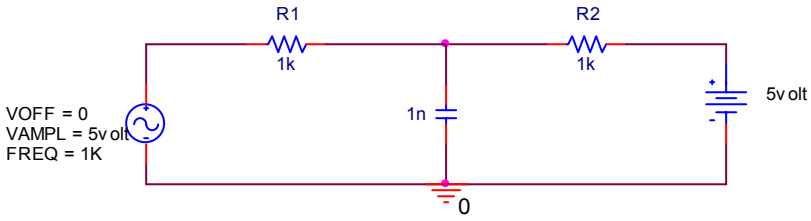
نتیجه:

در مدارهاي RLCدر حالت دائمي سينوسي بسته به اينكه فركانس چقدر باشد خازن وسلف اثرات متفاوتي را در مدار به جا خواهند گذاشت كه اين اثرات در واقع همان رفتار فيلتري مدار را نشان ميدهد.

آزمایش ۵

موضوع آزمایش:قضیه جمع آثار

مطابق قضیه جمع آثارچنان تعداد منابع مستقل به عنوان ورودي هاي مدار بيشترازيك باشد پاسخ مداردرحالتي كه تمام منابع مستقل در مدار حضوردارند با مجموع پاسخهاي مداربه ازاي تك تك منابع به تنهايي برابر خواهدبود.



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

$$V_c = (\frac{R \parallel \frac{1}{jwc}}{R + R \parallel \frac{1}{jwc}}).5\sin wt = (\frac{R}{2R + jwR^2c}).5\sin wt = 2.5\sin wt$$

روش آزمایش:

دراين ازمايش اندازه گيري ولتاژ دو سر خازن به اين صورت عمل كرديم كه در بار اول منبع DC را از مدار خارج كرديم و دو سر اسكوپ را به دو سر خازن وصل كرديم ولتاژي كه در اين حالت بدست مياید ولتاژ خازن در حالت AC است سپس منبع AC را از مدار خارج كرديم و ولتاژ خازن را در حالتي كه به ولتاژDCمتصل است قرائت ميكنيم ودر نهايت ما ولتاژ دو سر خازن را در حالتي كه هر دو منبع درمدار حضور دارند قرائت كرديم انچه مسلم است اين است كه مجموع ولتاژهاي مرحله اول ودوم بايد با ولتاژ در مرحله سوم برابر باشد.

هدف از انجام آزمایش :

هدف از انجام این آزمایش این است که در حالت عملي ثابت کنیم که پاسخ یك مدار به ازاي تمام ورودي هایش که همان منابع مستقل جریان وولتاژ هستند باجموع پاسخهاي مدار به ازاي تك تك ورودي هایش برابر است

اعداد بدست آمده براي ولتاژ خازن در حالت عملي:

$$V_{(ac)} = 2.5\sin wt$$

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

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

خوانده اسکوپ با حضور دو منبع :

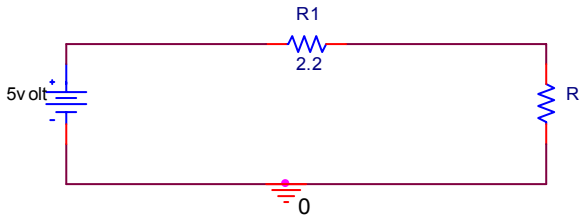
$$V_c = 2.5 + 2.5\sin wt$$

ما همچنین آزمایش قبل را براي یك دیود تکرار کردیم یعني به جاي خازن از دیود استفاده کردیم اما به دلیل اینکه دیود یك المان غیر خطي است انتظار مارا براي برقراري قضیه جمع آثاررا برآورده نشد.

موضوع آزمایش:قضیه انتقال توان ماکزیمم

تئوری آزمایش:

قضیه انتقال توان ماکزیمم 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 .



$$P(R_L = ?)$$

$$P = R_L I^2 = R_L (\frac{V_S}{R_S + R_L})^2 = \frac{R_L V_S}{(R_S + R_L)^2}$$

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

$$R_L{}^2 + R_S{}^2 + 2R_S R_L - 2R_L R_S - 2R_L{}^2 = 0 \rightarrow R_L{}^2 - R_S{}^2 = 0 \rightarrow R_L = R_S, R_L = -R_S$$

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

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

$$P_{\max} = \frac{V_S{}^2}{4R_S}$$

شرح آزمایش:

پس ازاینکه 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 باردر مدار به

کار رفته است را عوض میکنیم و هر بار ولتاژ دو سر مقاومت را قرائت میکنیم این کار را براي 7مقاومت تکرار میکنیم ماکزیمم توان به ازاي دو مقاومت مساوي2.2kرخ میدهد.

هدف از انجام آزمایش:

هدف ما در این ازمایش اثبات عملي این قضیه است که هنگامي ماکزیمم توان به بار منتقل خواهد شد که مزدوج معادل تونن دیده شده درمداراز 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:

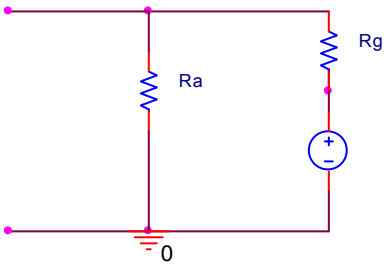
با توجه به محاسبات انجام شده ماکزیمم توان در این مدار در بار 2.2kبه بار منتقل خواهد شد که رابطه زیر نیز درستي آن را تایید میکند:

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

موضوع آزمایش: آمپر متر جریان مستقیم (DC)

تئوري آزمايش:

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

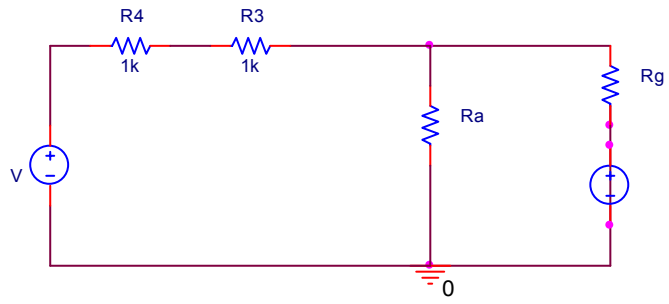


$$R_A(I-I_g)=R_gI_g \rightarrow R_A=\frac{R_gI_g}{I-I_g}$$

$$R_A=\frac{0.217\times1}{2.5\times10^{-3}-1}=\frac{0.217}{1.5}$$

شرح آزمايش:

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 DCرا تغيير ميدهيم اين كار را تا جايي انجام كه اسكوپ و مولتي مترجريان 2.5ميلي آمپر را نشان دهد حال كافي است پتانسيو متري را كه با گالوا نو متر موازي شده تغيير دهيم تا آمپر متردرست شده جريا انحراف كامل يك ميلي آمپر رانشان دهد.



نتایج بدست آمده در حالت عملي به قرار زیر میباشد:

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

$multimeter = 0.5mA$

$o.s = 0.5mA$

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

$multimeter = 1mA$

$o.s = 1mA$

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

$multimeter = 1.5mA$

$o.s = 1.5mA$

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

$multimeter = 2mA$

$o.s = 2mA$

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

$multimeter = 2.5mA$

$o.s = 2.5mA$

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

$multimeter = 5mA$

$o.s = 5mA$

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

$multimeter = 10mA$

$o.s = 10mA$

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

$multimeter = 15mA$

$o.s = 15mA$

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

$multimeter = 20mA$

$o.s = 20mA$

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

$multimeter = 25mA$

$o.s = 25mA$

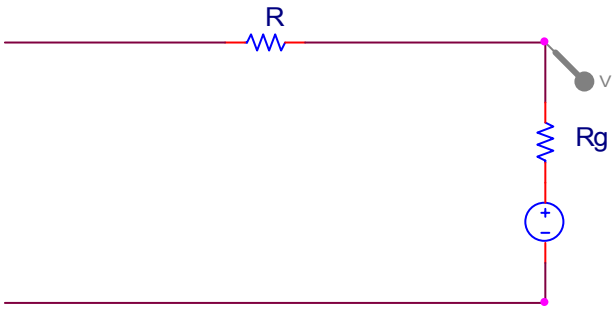
نتیجه آزمایش:

با توجه به اعداد بدست امده در بالا ما به ازاي جریان I_g در هر مرحله میتوانیم با در نظر گرفتن جریان در حالت انحراف کامل ومتناسب بودن I با آن جریان آن مرحله از آزمایش را مشخص کنیم.

گالوانومتر

تئوري آزمايش:

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 كرد اين عمل باعث مي شود كه تقسيم ولتاژي بين مقاومت گالوانومتر و مقاومت سري شده با آن صورت گيرد ودر نتيجه ولتاژ انحراف كامل آن به ميزان مورد نظر برسد



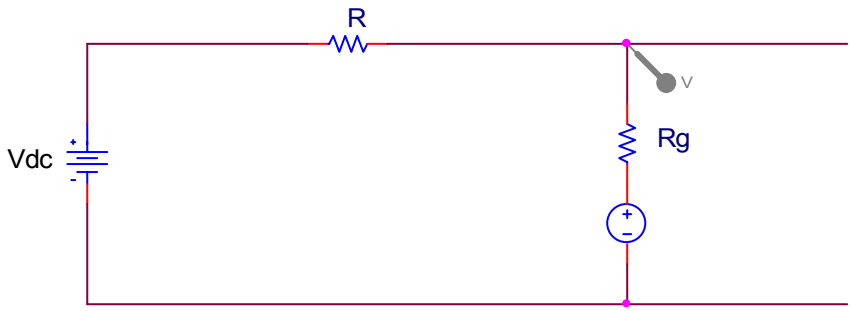
$$V = \frac{R_g}{R + R_g} V_{DC}$$

شرح آزمايش:

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

حال دو سر منبع ولتاز را به دو سر مجموعه مقاومت و گالوانومتر متصل مي كنيم و ولتاژ ماكزيمم رنج را اعمال مي كنيم با توجه به رابطه بالا انقدر ميزان مقاومت سري شده را افزايش مي دهيم تا عقربه گالوانومتر به انحراف كامل خود برسد حال گالوانومتر اماده شده است و ميتوان از آن تا رنج ماكزيمم تنظيم شده به عنوان ولت متر استفاده كرد

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



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

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

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

لازم به ذكر است كه ميزان انحراف عقربه گالوانومتر را بايد در ولتاژ انحراف كامل گالوانومتر ضرب كرد تا ولتاژ اندازه گيري شده بدست آيد.

محاسبات:

اعداد بدست آمده از اندازه گيري ولتاژهاي مختلف به وسيله اين گالوانومتر واسيلوسكوپ و نيز مولتي متر به صورت زيراند:

الف)ولتاژ انحراف كامل ۵ ولت:

۱)در حالت تئوري:

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

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

۲)مقاومت بدست آمده درحالت عملي :

$$R = 4.9K\Omega$$

اندازه گيري هاي مختلف به وسيله دستگاه هاي مختلف اندازه گيري:

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
مولتي متر	۱	۲	۳	۴	۵

ب) ولتاژ انحراف کامل۱۰ ولت:

۱)در حالت تئوري:

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

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

۲)مقاومت بدست آمده درحالت عملي :

$$R=10.066K\Omega$$

اندازه گيري هاي مختلف به وسيله دستگاه هاي مختلف اندازه گيري:

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
مولتي متر	۲	۴	۶	۸	۸

ج) ولتاژ انحراف کامل ۲۵ ولت:

۱)در حالت تئوري:

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

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

۲)مقاومت بدست آمده درحالت عملي :

$$R=25.5K\Omega$$

اندازه گيري هاي مختلف به وسيله دستگاه هاي مختلف اندازه گيري:

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
مولتي متر	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵

نتيجه :

اين آزمايش نشان داد كه براي اندازه گيري ولتاژ به وسيله ولت متري باولتاژ انحراف كامل پايين مي توان با سري كردن مقاومت رنج آن را افزايش داد.

www.esud83.mihanblog.com

email : aminnima2@gmail.com

amin sheikh najdi

tel : 09166420367