l

آزمایشگاه فیزیک پایه 2

**گزارش کار آزمایش شماره 6**

**« خازن در مدار AC و DC »**

**گروه 5**

محمدرضا مهدیه

**تاریخ آزمایش :**  17/7/1390

**تاریخ تحویل گزارش کار:** 24/7/1390

**استاد:** آقای علیمحمد نیکو

هدف آزمایش: **بررسی نقش خازن در مدارهای AC و DC از نظر نوع عملکرد آن به عنوان یک ذخیره کننده یا یک مقاومت کننده.**

وسایل مورد نیاز:

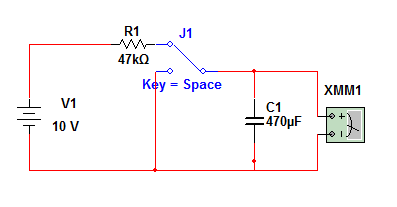
**صفحه مدار، مقاومت 47KΩ,100Ω- یک خازن 470μfو دو خازن 1μF - مولتی متر- منبع جریان DC , AC – رنومتر – فانکشن ژنراتور و سیم رابط**

تئوری آزمایش:

**خازن:همانطور که از نام آن پیداست خازن قطعه الکترونیکی است که جریان الکتریسیته را در خود ذخیره می کند .خازنها می توانند انرژی الکتریکی را توسط میدان الکترواستاتیکی(بار الکتریکی)در خود ذخیره و نگهداری کنند.**

خازن در مدار DC

**مدار شکل (1) را که شامل یک مقاومت و یک خازن است در نظر می گیریم:**



**کلید دو پل J1 می تواند یک بار ، خازن را با یک مقاومت به منبع DC وصل کند و یک بار نیز از طریق اتصال دیگرش دو انتهای خازن را اتصال کوتاه کند. در لحظه t=0 رابطه ولتاژ برای مدار شکل(1) به صورت زیر است:**

E-IR-V=**0 (1)**

**که در آن I جریان مدار و V ولتاژ دو سر خازن است.**

**هم چنین رابطه ولتاژ و بار خازن به صورت V=Q/C می باشد که با جای گذاری در رابطه (1) و مشتق گیری نسبت به زمان داریم:**

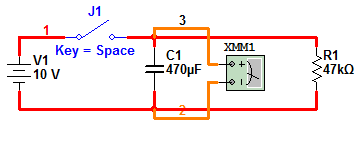
R dI/dt + I/C=0 ⇨ LnI =-t/RC + LnIo  **(2)**

⇨ I=Io e-t/RC  **(3)**

**برای محاسبه ی ولتاژ دو سر خازن مقدار I را از رابطه (3) در رابطه (1) قرار می دهیم(با فرض در لحظه t=0داشته باشیم I=IO ) و چون در لحظه t=0 ولتاژ دو سر خازن صفر است داریم:**

V- E (1-ec-t/RC )  **(4)**

در **این حالت می دانیم در حدود چند t=RC که ثابت زمانی خازن است، خازن پر میشود (با توجه به عبارت (4))** .

**(R×C =t) ثابت زماني خازن: عبارتست از مدت زماني كه طول مي كشد تا ولتاژ دو سر خازن به 2/63% ولتاژ ماكزيمم دو سر خود ( ولتاژ منبع ) برسد . شارژ يك خازن در حدود 5 ثابت زماني طول مي كشد و خالي شدن آن نيز در حدود 5 ثابت زماني انجام مي گيرد .**

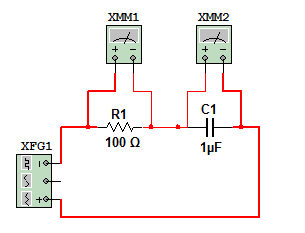
**حال فرض کنیم این خازن در مدارشکل (2) قرار گیرد(بدون تخلیه شدن).**

**اگر کلید J1 باز باشد چون جریانی در مدار جاری نیست خازن شروع به دشارژ می کند وبا استفاده از معدله ولتاژ کیرشهف داریم:**

VC=RI=0 **(5)**

**و چون جریان کاهش می یابد و داریمI=-dq/dt جریان از راطه زیر به دست می آید:**

I=Io e-t/RC  **(6)**

**6,5** ⇨ VC = RIo e-t/RC

خازن در مدار AC

**چون جریان در این حالت به صورت متناوب و سینوسی است ولتاژ این گونه است:**

V=V sinωt ⇨ q=CVM sinωt ⇨ IC=CVMω sin(ωt-π/2) **(7)**

**اکنون دیگر از روابط بالا چند نکته کاملاً مشخص است :**

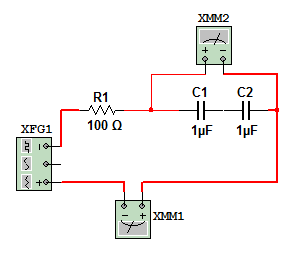
**چون جریان متناوب است پس مدتی دیگر خازن مانند یه اتصال کوتاه عمل نمی کند.خازن در مدار نقش یک مقاومت را ایفا می کند که به مقاومتِ آن راکتانس گفته می شود واز رابطه XC=1/(2πFC) بدست می آید.**

1. **جریان مدار طبق رابطه (7) به اندازه π/2 تقدم فاز دارد.**

**در این مدار (شکل(3)) دیگر رابطه VE =VR+VC بر قرار نیست به دلیل آن وجود مقاومت خازن و اختلاف فاز π/2 می باشد. ولی می توان از جمع برداری در محاسبه آن استفاده کرد. چون ولتاژ مقاومت و خازن اختلاف π/2 دارند پس بر هم عمودند و بر آیند آنها برابر ولتاژ مولد خواهد بود که اگر هرسه را بر I (شدت جریان) تقسیم کنیم رابطه مقاومت، راکتانس و امپدانس بدست می آید:**

**همانطور که در شکل (4) مشخص است داریم:**

tanθ=VC/VR =XC/R **(8**)

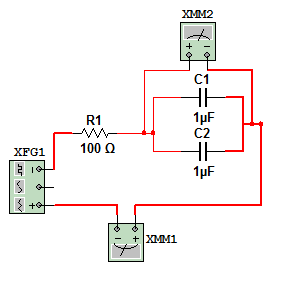
**و امپدانس برابر است:** Z=[R2+X2C]1/2

اتصال خازن ها:

**با بستن خازنها به صورت سری (شکل(5))رابطه زیر برقرار است:**

1/CT=1/C1+1/C2

**در حالت موازی (شکل(6))رابطه زیر بر قرار است:**

****CT=C1+C2

شرح عملی آزمایش

1. **ابتدا مدار شکل (1) بر روی برد بسته شد و ولت متر آماده ی اندازه گیری ولتاژ خازن قرار گرفت. سپس هم زمان با بر قرای جریان در مدار به وسیله مولد جریان مستقیم 10 ولت ، کرنومتر شروع به کار انداخته شد و درهر 5 ثانیه، ولتاژ در جدول (1) یادداشت شد.**
2. **در قسمت بعد بدون دشارژ خازن آنرا در مدار شکل (2) قرار داده و مجدداً با قرار دادن خازن در مدار، کرنومتر شروع به کار کرده و هر 5 ثانیه یک بار ولتاژ خازن در جدول (2) نوشته شد.**
3. **مدار شکل سه را بر روی برد بسته شد و فرکانس 1KHZ با بیشترین ولتاژ خروجی تنظیم شد و ولتاژ منبع، ولتاژدوسر خازن و ولتاژ دو سر مقومت اندازه گیری و در جدول (3) یادداشت شد.**
4. **سپس در مدار قسمت 3 فرکانس از 1KHZ تا 10KHZ تغییر داده شد و در هر 1KHZ ولتاژ دو سر مقاومت و دو سر خازن در جدول (4) یادداشت شد.**
5. **در آزمایش قسمت 4 مطابق شکل های 5و6 دو خازن 470μf یک بار به صوذت متوالی و بار دیگر به صورت موازی قرار داده شد وبرای فرکانس 1khz ولتاژ دو سر مجموعه خازن ها و جریان مدار اندازه گیری ودر جدول (5) یادداشت شد.**

جداول:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **t(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** | **65** | **70** |
| **v(v)** | **0.00** | **2.56** | **5.01** | **6.02** | **7.26** | **8.07** | **8.55** | **8.79** | **9.03** | **9.29** | **9.45** | **9.59** | **9.70** | **9.80** | **9.88** |
| **t(s)** | **75** | **80** | **85** | **90** | **95** | **100** | **105** | **110** | **115** | **120** | **125** | **130** | **135** | **140** | **145** |
| **v(v)** | **9.95** | **10.02** | **10.08** | **10.13** | **10.18** | **10.23** | **10.27** | **10.30** | **10.34** | **10.37** | **10.39** | **10.41** | **10.43** | **10.45** | **10.47** |
| **t(s)** | **150** | **155** | **160** | **165** | **170** | **175** | **180** | **185** | **190** | **195** | **200** |  |  |  |  |
| **v(v)** | **10.48** | **10.49** | **10.50** | **10.51** | **10.52** | **10.52** | **10.53** | **10.54** | **10.54** | **10.54** | **10.55** |  |  |  |  |

**جدول (1)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **t(s)** | **0** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** | **65** | **70** |
| **v(v)** | **10.55** | **7.80** | **5.80** | **4.30** | **3.30** | **2.50** | **1.90** | **1.45** | **1.11** | **0.85** | **0.66** | **0.51** | **0.40** | **0.30** | **0.25** |
| **t(s)** | **75** | **80** | **85** | **90** | **95** | **100** | **105** | **110** | **115** | **120** | **125** | **130** | **135** | **140** | **145** |
| **v(v)** | **0.20** | **0.16** | **0.13** | **0.11** | **0.09** | **0.07** | **0.06** | **0.05** | **0.04** | **0.04** | **0.03** | **0.03** | **0.03** | **0.03** | **0.03** |
| **t(s)** | **150** | **155** | **160** | **165** | **170** | **175** | **180** | **185** | **190** | **195** | **200** |  |  |  |  |
| **v(v)** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.02** | **0.01** |  |  |  |  |

**جدول (2)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| VTOTAL | VC | VR/R(=I) | XC=VC/I | Z=V/I |
| **4.764V** | **4.09V** | **2.64/100= 0.0264A** | **4.09/0.0264=154.92=154Ω** | **4.764/0.0264=180.4Ω** |

**جدول (3)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| F(hz) | **1k** | **2k** | **3k** | **4k** | **5k** | **6k** | **7k** | **8k** | **9k** | **10k** |
| VC(V) | **0.58** | **0.64** | **0.72** | **0.82** | **0.94** | **1.13** | **1.40** | **1.82** | **2.58** | **4.02** |
| VR(V) | **3.62** | **3.55** | **3.55** | **3.58** | **3.55** | **3.53** | **3.50** | **3.44** | **3.25** | **2.63** |
| VR/R(=I)(A) | **0.0362** | **0.0355** | **0.0355** | **0.0358** | **0.0355** | **0.0353** | **0.0350** | **0.0344** | **0.0325** | **0.0263** |
| XC=VC/I(Ω) | **16.02** | **18.03** | **20.28** | **22.91** | **26.48** | **32.01** | **40.00** | **52.91** | **79.38** | **152.85** |
| XC2πf | **1006187.85** | **1018952.11** | **1018952.11** | **1006905.03** | **997723.94** | **1005155.81** | **1004800.00** | **996767.44** | **997070.77** | **959908.75** |
| ϕ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**جدول(4)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **C=1/2πfXC(μF)** | **XC=VC/I(Ω)** | **VC(v)** | **I(A)** | **نوع اتصال** |
| **0.47** | **337.58** | **5.03** | **0.0149** | **سری** |
| **1.90** | **83.653** | **2.61** | **0.0312** | **موازی** |

**جدول (5)**

نمودارها:

محاسبات:

1. **ثابت زمانی شارژ از روی نمودار برابر مقدار t=19s می باشد و در حالت تئوری داریم:**

t=RC ⇨ t=47k \* 470μ ⇨ t=22.09s

1. **این مقدار از ثابت زمانی عملی بیشتر است. دلیل این اختلاف می تواند عدم برابر بودن ظرفیت خازن با مقدار عملی، دقیق نبودن مقدار مقاومت با مقدار عملی و خطای محاسبات.**

**درصد خطای زمان:(t/ برابر زمان تئوری وt برابر زمان عملی)**

=[ (t/ - t)/(t)]\*100 ⇨در صد خطا =[22.09-19/19]\*100=16.26

1. **ثابت زمانی دشارژ در حالت تئوری که به صورت تقریب بدست آمده برابر مقدار ثابت زمانی شارژ می باشد که با موارد گفته شده در عبارات (4) و (6) نیز مطابقت دارد.**
2. **با توجه به مقادیر جدول (3) رابطه مشخص می شود رابطه VE =VR+VC بر قرار نیست وبا توجه به شکل (4) که متوجه شدیم بین ولتاژدو سر خازن و مقاومت اختلاف فاز 90 در جه وجود دارد می توان رابطه بین ولتاژها را این گونه بدست آوریم:**

VE =[ VR 2+V2C]1/2

**که با جایگزاری مقادیر جدول (3) داریم**:

VT=[4.092+2.642]1/2=4.86 ≈ 4.76v=VE

**پس اختلاف فاز 90 درجه بین ولتاژها مرد بررسی قرار گرفت.**

**اکنون برای بدست آورد امپدانس مدار با توجه به شکل (4) می توان رابطه ای مشابه ولتژ مدار برای آن داشت به این صورت که:**

Z=[R2+X2C]1/2

**حال با استفاده از جدول (3) و رابطه بالا داریم:**

Z=[1002+1542]1/2=183.61Ω ≈180.45=Z**درجدول (3)**

1. **بررسی نمودار (3): همانطور که در نمودار می بینید با افزایش فرکانس ورودی ، امپدانس (مقاومت) نیز افزایش می یابد . که از این ویژگی( که ناشی از وجود خازن است) می توان استفاده هایی در صنعت برد.در زیر به یکی از این استفاده ها اشاره کوچکی می کنیم:**

**فیلتر بالا گذر:**

**فیلتر از عبور فرکانس های کمتر از فرکانسی معینی جلوگیری می کند.به این فرکانس معین فرکانس قطع گویند.این کار را با تضعیف فرکانس های پایین تر از فرکانس قطع انجام می دهد.**

**البته می دانید که برای این کار باید قطعه ای پیدا کنیم که بتواند در مقابل فرکانس های مختلف از خود مقاومت های مختلفی نشان دهد.اگر به خازن و سلف نگاه کنیم ،می بینیم که این کار را به راحتی برای ما انجام می دهند. هرچه فرکانس بالا تر رود و اگر راکتانس سلف تغییر نکند ،راکتانس سلف هم بالا می رود و سلف مانند یک مقاومت متغیر که با بالاتر رفتن فرکانس اهمش تغییر و به بالا می رود است .ولی خازن برعکس سلف است،اگر ظرفیت ثابت باشد و تغییر نکند و فرکانس بالا رود ، راکتانس خازن هم به سوی پایین میل می کند .بر طبق این دو نکته است که با کمک سلف و خازن فیلتر ها را می سازند. در متن های زیر از یک اصطلاح به عنوان فرکانس معین استفاده می کنيم که برای درک آن این نکته را بخوانید.منظور از فرکانس معین فرکانس قطع ما است که توسط مقدار مقاومت و ظرفیت خازن در فیلتر های خازنی معین می شود.**

**خازن در مقابل فرکانس های پایین تر از یک فرکانس معین از خود مقاومت بالایی را نشان می دهد و هر چه این فرکانس کمتر شود از خود مقاومت بیشتری نشان می دهد و در مقابل فرکانس های پایین تر از آن فرکانس معین مقاومت کمتری از خود نشان می دهد.این اساس کار خازن در فیلتر است.اما مقاومتی که دو سر منبع را به هم وصل کرده باعث می شود هنگامی که راکتانس خازن از مقدار این مقاومت بیشتر شد جریان به منبع وصل شود ( برطبق این قانون که اگر ما دو مقاومت داشته باشیم که هر دو به یک خط جریان متصل باشند ، جریان میل می کند به سوی مقاومت کوچک تر).با وصل شدن جریان به منبع جریان از خازن نمی گذرد و مانند این است که خازن و مقاومت ما مانند یک کلید باز در مقابل ولتاژ منبع هستند به خروجی (البته جریان را هم به منبع باز می گردانند.البته جریان کمی از خازن می گذرد ولی ما به دلیل کم بودن این جریان و دادن یک توضیح آسان از توضیح آن می گذریم).واگر فرکانس ما بالا رود و راکتانس خازن پایین بیاید و راکتانسش کمتر از مقدار مقاومت مذکور شود ، این بار خازن مانند یک مقاومت کوچک عمل می کند و مقاومت مذکور مانند یک مقاومت بزرگ و جریان از خازن می گذرد و به خروجی می رسد. پس با یک فیلتر بالا گذر می شود به فرکانس های بالاتر از فرکانس معیینی با تضعیف کم اجازه عبور داد .**

**مقدار C برابر است با :**

C=1/ XC2πf

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| F(khz) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| C(μF) | 0.993 | 0.981 | 0.981 | 0.993 | 1.002 | 0.994 | 0.995 | 1.003 | 1.002 | 1.040 |

**میانگین** ~~C~~=0.9984μF ⇨درصد خطا = (1-0.9984/1)\*100=0.16

1. **مقدار ظرفیت کل خازن ها در شکل (5) در حالت تئوری به صورت زیر است:**

CT=C1C2/C1+C2 ⇨ CT=1μ\*1μ/2μ=0.5μF

**و مقدار ظرفیت خازن معادل در شکل(6) برابر:**

CT=C1+C2  ⇨CT=1μ+1μ=2μF

**مقدار بدست آمده دربا مقدار کمی اختلاف برابر با مقدار تئوری می باشد.**

**در صد خطا در حالت سری** =(0.5-0.47/0.5)\*100=6

**در صد خطا درحالت موازی** =(2-1.90/2)\*100=