

**哈尔滨工业大学**

RC电路在工程实际中的应用

**学生姓名： 王世川 班级： 软件二班 学号： 1163710227**

**学院： 计算机学院 专业： 软件工程大类 任课教师： 齐超**

**2017年6月1日 作**

1. **引言**

**1.背景**

RC电路全称Resistance-Capacitance Circuits。一个 **相移电路**（**RC电路**）或称 **RC滤波器**、 **RC网络**， 是一个包含利用电压源、电流源驱使电阻器、电容器运作的电路。众所周知,RC 振荡电路是电子技术中的一种基本电路。因为它具有稳定度高,失真度小等许多重要的特点,所以它在无线电设备和电子仪器中有着独特的地位。它在电视机电路，无线电测量仪器，充电器，信号收发设备等工具上作为最主要元件。

**2.目的**

分析RC电路的特性及应用，深入理解该电路的意义，并讨论课程教学中对于教材课本、老师的建议。初学者对RC电路的特性及其许多方面的应用缺乏全面认识和深入理解，本文从 RC电路不同条件下表现出不同的特性及其相应的特性应用，展现了 RC电路的魅力。

**3.意义**

RC电路根据电路的形式和R、C元件参数的不同，因而组成了RC电路的各种应用形式：微分电路、积分电路、耦合电路、滤波电路及脉冲分压电路。在实际工程中有着复杂而广泛的应用，是非常基础却又千变万化。研究RC电路对课程教学具有深刻的意义。

1. **论文：**

**1．摘要**

RC电路由电阻和电容串联、并联或串并联而组成的电路虽然简单,在电子设备中的应用却很广泛。本文分析了RC电路相应工作条件下的微分、积分特性及其应用和RC电路不同输出端口表现出的不同频率特性，介绍了应用其幅频特性的高通、低通有源滤波器，应用其相频特性的RC移相集成振荡器，将常用到的各种RC电路加以归纳,分析它们在电路中的作用和原理。

**2．关键词**

一阶RC 电路，零输入响应，积分电路，微分电路

**3．正文**

一个最简单的RC电路是由一个电容器和一个电阻器组成的，称为一阶RC电路。

先从数学上最简单的情形来看**RC电路的特性**。假定RC电路接在一个电压值为 http://f.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D19/sign=144f5f7a838ba61edbeecc26403419b2/4bed2e738bd4b31c227bcd0b86d6277f9e2ff83f.jpg 的直流电源上很长的时间了，电容上的电压已与电源相等（关于充电的过程在后面讲解），在某时刻 http://a.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D14/sign=8340f4bdf9dcd100c99cfc25738b67ba/0b7b02087bf40ad1da5e9953562c11dfa8eccecc.jpg 突然将电阻左端S接地，电容上进入了放电状态。理论分析时，将时刻 http://a.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D14/sign=8340f4bdf9dcd100c99cfc25738b67ba/0b7b02087bf40ad1da5e9953562c11dfa8eccecc.jpg取作时间的零点。

依据KVL定律，建立电路方程： http://d.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D112/sign=9e8deeb5e4dde711e3d247f795eecef4/4034970a304e251fde25ba48a686c9177e3e53ab.jpg

初值条件是 http://f.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D148/sign=4659386737d12f2eca05aa6477c3d5ff/9d82d158ccbf6c81bdbf7558bd3eb13532fa40f1.jpg

这是一阶齐次微分方程，其通解为： http://c.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D65/sign=0366a515d043ad4ba22e45c583025e8b/bf096b63f6246b60d666eac4eaf81a4c510fa212.jpg ,代入原方程后得： http://g.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D128/sign=e5e1956daa64034f0bcdc60497c27980/1e30e924b899a901e21200861c950a7b0208f55f.jpg

特征方程为： http://a.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D85/sign=487f96998718367aa98972d82f73bde1/b3119313b07eca809d166257902397dda144836b.jpg

特征根为： http://h.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D64/sign=5e195792b21bb0518b24b02c377aa0a2/faf2b2119313b07e3dee0bb80dd7912397dd8c2b.jpg

根据 http://f.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D148/sign=4659386737d12f2eca05aa6477c3d5ff/9d82d158ccbf6c81bdbf7558bd3eb13532fa40f1.jpg得： http://e.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D51/sign=556c4ebfb90e7bec27da03e02e2e2b9f/80cb39dbb6fd5266bc7b66a4aa18972bd4073629.jpg ;

故满足初值的微分方程的解为： http://b.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D91/sign=48fed78e7aec54e745ec161fb8382a73/ac6eddc451da81cb501ad97d5366d01608243185.jpg .

可以看出电容上电压衰减的快慢取决于指数中 http://g.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D35/sign=ddabddeedcc451daf2f60aeeb7fd72b2/3c6d55fbb2fb4316ab5c3fca21a4462309f7d33b.jpg 的大小，其大小仅取决于电路结构与元件的参数。当电阻的单位是Ω，电容的单位是F时，乘积RC的单位为秒（s），用 http://h.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D9/sign=1d12a089b2de9c82a265f5be6c5a3e/42a98226cffc1e1705c8c8814b90f603738de90f.jpg表示。则电容电压可记为 http://f.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D83/sign=1aef98a4b999a9013f3556351c958d13/77094b36acaf2edda6130d598c1001e93801939b.jpg 。

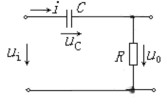
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| http://e.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D11/sign=d01d46285fdf8db1b82e786508230caf/eac4b74543a9822643816c978b82b9014a90eb3a.jpg | http://d.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D12/sign=eb870446a6efce1bee2bccc8ae513d9b/d043ad4bd11373f0f96a282fa50f4bfbfbed042c.jpg | http://h.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D9/sign=1d12a089b2de9c82a265f5be6c5a3e/42a98226cffc1e1705c8c8814b90f603738de90f.jpg | http://e.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D17/sign=ca156855ac6eddc422e7b0fc38db7315/54fbb2fb43166d228bab5324472309f79152d2a6.jpg | http://c.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D17/sign=6bd34d81203fb80e08d165d037d12cec/5366d0160924ab18fd11a08734fae6cd7b890b7e.jpg | http://e.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D18/sign=76d29dd0342ac65c6305627bfaf2ca88/c83d70cf3bc79f3db489a580bba1cd11728b2911.jpg | http://c.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D17/sign=7cbe26e6d1160924d825a61cd5074cfb/08f790529822720ec6b0a34a7acb0a46f21fab00.jpg | http://b.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D15/sign=f5c8f48a18d8bc3ec20802cf838b1dff/f9198618367adab4d3a45af38ad4b31c8701e40e.jpg | http://c.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D15/sign=cb56efd04ec2d562f608d4e8e61124a2/7a899e510fb30f2430c9adb3c995d143ad4b032a.jpg |
| http://e.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D34/sign=765b8053562c11dfdad1b927622782b7/9a504fc2d5628535f15f959191ef76c6a6ef63c6.jpg | http://f.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D19/sign=144f5f7a838ba61edbeecc26403419b2/4bed2e738bd4b31c227bcd0b86d6277f9e2ff83f.jpg | http://b.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D59/sign=227fe802d058ccbf1fbcb53318d8015b/b8014a90f603738d38d64d92b21bb051f919ece6.jpg | http://g.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D59/sign=5fde54bfb90e7bec27da03e82e2e2b15/80cb39dbb6fd5266b6c97ca4aa18972bd507369b.jpg | http://d.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D50/sign=c232e15da044ad342abf8787d0a2dd3c/4610b912c8fcc3ce90ec8a839345d688d43f2055.jpg | http://c.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D59/sign=35bb8e5cd000baa1be2c47b2461066be/4d086e061d950a7ba88e0d740bd162d9f3d3c9c3.jpg | http://h.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D68/sign=72c1b0dc1138534388cf84299213c822/c8177f3e6709c93d37244d479e3df8dcd00054af.jpg | http://b.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D15/sign=f5c8f48a18d8bc3ec20802cf838b1dff/f9198618367adab4d3a45af38ad4b31c8701e40e.jpg | 0 |

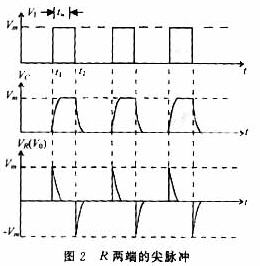
http://h.hiphotos.baidu.com/baike/s%3D9/sign=1d12a089b2de9c82a265f5be6c5a3e/42a98226cffc1e1705c8c8814b90f603738de90f.jpg 时间常数是电容上电压下降到初始值的1/e=36.8% 经历的时间。

当t =4t时 ，电容电压已经很小，一般认为电路进入稳态。

以上称为RC一阶电路的零输入响应。**此外，常见RC电路还有微分电路和积分电路**：在电子技术中常利用RC电路实现多种不同的功能，RC微分电路和RC积分电路就是RC电路的两个重要应用。下面分别介绍这两种电路的工作原理。

（1）微分电路

 如图所示RC电路中，输入电压ui为周期性矩形脉冲，矩形脉冲的幅值为Um，脉冲宽度为tw，脉冲周期为T，且电路的时间常数τ很小，http://www.elecfans.com/uploads/allimg/120116/182555-120116143104557.jpg    。

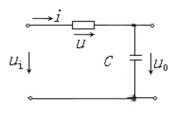
首先分析uc的波形。在t=0瞬间，RC电路输入矩形波电压，由于τ很小，电容迅速被充电至Um值。当tw<t<T时，ui=0，相当于RC电路的输入端短接，电容器开始放电。同样，由于τ很小，放电过程很快结束，uC下降至零。接着在t=T瞬间，电容又被迅速充电……，如此反复循环，波形如图。

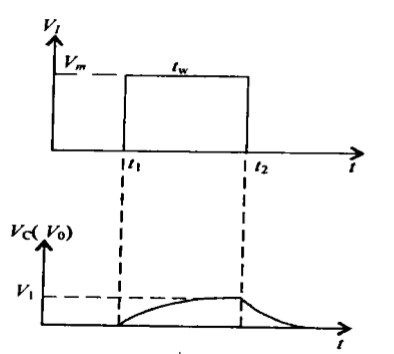
根据KVL，有  ui=uR+uC=u0+uC ，由于τ=RC很小，使得输入信号ui几乎全部降落在电容上，即ui=u0+uC≈uC，因而输出电压为

http://www.elecfans.com/uploads/allimg/120116/182555-120116143039164.jpg

电路的输出电压u0近似与输入电压ui的导数成正比，因而称该电路为微分电路。利用微分电路可以改变信号的波形，由于时间常数τ与脉冲宽度tw的关系变化，输出电压u0也将发生变化。

（2）积分电路

如图所示电路，输入电压ui仍为周期性矩形脉冲，如图（7.18）（a）所示，且电路的时间常数τ>>tw。输出电压u0取自电容两端，即u0=uC，则此RC电路称为积分电路。

在t=0瞬间，RC电路输入矩形波电压。由于τ>>tw，电容充电很慢，到t=tw时，uC仅由零微升至UC1值。当tw<t<T时，ui=0，电容C开始经电阻R放电。由于τ>>tw，放电同样进行的很慢，uC从UC1缓慢下降。到t=T时，uC尚未下降至零，而下一个脉冲已经到来，电容C又开始进入充电过程……，如此反复循环，波形如图。

在积分电路中，由于τ>>tw，由于电容的充、放电过程进展很缓慢，电容电压u0变化也很缓慢，输入信号ui几乎全部降落在电阻R两端，因此

                                  ui=u0+uR≈uR

说明，电路的输出电压u0近似与输入电压ui成积分关系，因此，这种电路叫积分电路。

**接下来举例RC电路在几项实际工程中的应用：**

1.避雷器的测试电路：

避雷器是与电器设备并接的一种过电压保护设备，当出现危及电器设备绝缘的过电压（一般指大气过电压）时，它就放电，将雷电流泄入大地，从而限制电器设备绝缘上的过电压，保护其绝缘免受损伤或击穿。

避雷器本身的电容很小，对整流电压的平波作用甚微。因此，在测量电导电流时，应并联不小于0.1μF的稳压电容C。变压器T的高压侧经整流硅堆输出的电压是半波整流电压，其正半周时，经电阻R对电容C充电。负半周时电容C经R放电，但由于C较大，电荷逸出很少。下一个正半周时，C又通过R充电，使两端的电压维持原来的数值，这样就保证避雷器两端的电压波动很小。如果没有稳压电容C，由于避雷器本身电容很小，加在其两端的电压将是脉动电压，这对于避雷器是绝对不允许的。

2. 晶闸管的过电压保护：

晶闸管又称可控硅，是一种大功率半导体器件，主要用于大功率的交流电能与直流电能的相互转换和交、直流电路的开关控制与调压。晶闸管承受过电流、过电压的能力较弱，因此，使用晶闸管的电路必须设置过电流、过电压的保护装置。

引起晶闸管上出现过电压的原因很多，如系统的通断。电网浪涌电压或晶闸管本身的通断，都可能导致晶闸管承受瞬时过电压而击穿。最常使用的保护措施是采用阻容吸收装置。如图（7.20）所示电路为单相桥式可控整流电路，在晶闸管及交流电源侧，整流输出的负载侧均并联一个RC串联支路。电路产生过时，由于电容电压不能突变，电容充电，使其两端电压逐渐升高。当晶闸管触发导通后，电容放电，使晶闸管避免了过电压的袭击。如电容器充电电压较高，放电时，会有很大的电流通过晶闸管，可能使该元件烧坏，为此必须与电容串联一个电阻R，以限制放电电流和增加放电时间。

1. **应用**

**1.对电路课的建议**

**对教材：**

教材中应该增加关于RC电路应用的一些实例分析，便于学生在实践中学习知识，理解知识点。

**对老师：**

老师在教学过程中应适当举例一些电路理论知识的实际应用，使学生更加清晰地理解深奥的知识，使知识变得平易近人。

**2.总结**

分析一阶RC电路是学生必须熟练掌握电路的理论知识。在它之前还需要学习过渡过程、换路定律及初始值的确定等，但是这些理论内 容较为抽象，在教学中不易为学生理解和掌握。因此，讨论群其在具体问题，具体工程中的实际应用，能够加深学生对RC电路的理解，提升学生对RC电路的熟悉程度和分析技巧，并让学生感到学有所值、学有所用。

**(四) 参考文献**

[1] 孙立山，陈希有，刘洪臣，霍炬.电路理论基础（第四版）[M].北京：高等教育出版社.2016.3

[2] 邱关源.电路：[M].北京：高等教育出版社. 2006年：141-142

[3] 徐道柏.电子技术应用[M].北京：华北计算机系统工程研究所.1983 (1) :18-20+10