

滤波电容选取的深入研究

杨玉强

(渤海大学 物理系, 辽宁 锦州 121001)

摘要:在整流滤波电路中,滤波电容的选取多是使用公式 $RC = (3 \sim 5)T/2$, 且在实际电路设计中, 也认为滤波电容越大越好。本文对这一问题进行了深入的探讨。文章首先阐述了研究滤波电容选取的必要性, 其次对电路进行了理论上的分析和计算, 并根据理论计算结果编写程序, 模拟电路的工作过程。最后, 举例讨论滤波电容对电路中的电流、电压及其它元件参数的影响。

关键词: 整流; 滤波; 滤波电容

中图分类号: O441.1 文献标识码: B 文章编号: 1005-1090(2006)02-0127-03

Insight Study of Selection of Filter Electric Capacitor

YANG Yu-qiang

(Department of Physics, Bohai University, Jinzhou 121001, China)

Key words: rectifier; filters; filter electric capacitor

Abstract: In filters circuit, the formula $RC = (3 \sim 5)T/2$ was used mostly in selection of filter electric capacitor in the filters. In actual circuit design, many peoples also think that the bigger filter capacity is, the better it performs. The problem was discussed insightedly. First, the necessity of the filter capacitor was discussed, And then further theoretical analyses computing were made. According to the theory computing result of the actual, compiling programm to imitate the working process of circuit was completed. Finally, the effect on the current voltage and other component parameters was discussed by illustrations.

在大多数电源电路中, 整流电路后都要加接滤波电路, 以减小整流电压的脉动程度, 满足稳压电路的需要。在许多文献中, 对于滤波电容 C 的选取, 多使用经验公式 $RC = (3 \sim 5)T/2$ ^[1,2], 并认为滤波电容 C 越大越好; 在一些滤波电路的维修中, 技术人员经常用比原电路容量大的电容来代替已坏掉的电容。如图1所示的简单整流滤波电路, 理论上讲, 增大电路中的滤波电容 C 容量的确可以使输出电压的波形变得更为平滑、起伏更小, 但在电路接通瞬间, 电路中所产生的冲击电流因素却不能被忽略; 在一些滤波电路的维修中, 对滤波电容的替换也存在冲击电流的问题, 在不更换其他元件的前提下, 单纯提高滤波电容的容量会使整个电路的实际

使用寿命大大缩短, 甚至烧毁整个电路。况且, 单纯地提高滤波电容的容量对改善输出电压的作用也是有限的。

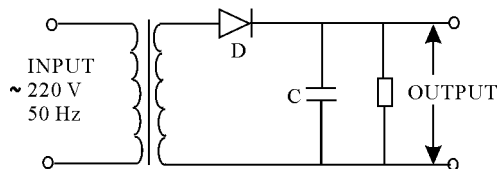


图1 简单整流滤波电路

1 简单滤波电路的计算

图2为简单整流滤波电路, 以常见的220 V 50 Hz 正弦交流电为输入电压。

收稿日期: 2006-01-17

作者简介: 杨玉强(1965-), 男, 辽宁朝阳人, 副教授, 硕士。

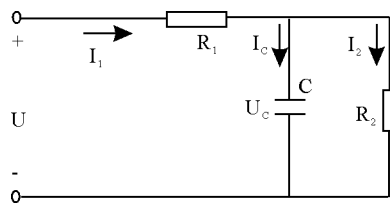


图2 充电等效电路图

1.1 充电电路的计算

在电容的充电过程中,二极管等效电阻为 R_1 ,则电路等效为图2,由图2得

$$I_1 = I_c + I_2 \quad U = I_1 R_1 + U_c(t)$$

$$I_c = C \frac{dU_c(t)}{dt} \quad I_2 = \frac{U_c(t)}{R_2}$$

将其带入U表达式并整理得:

$$U'_c(t) + \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C} U_c(t) = \frac{1}{R_1 C} U$$

这是一阶非齐次微分方程,其解为:

$$U_c(t) = U_{ch}(t) + U_{cp}(t) =$$

$$U_c(t) = e^{-\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C} t} + \frac{A}{\frac{1}{\omega} \frac{(R_1 + R_2)^2}{R_1 C R_2^2} - \omega R_1 C} \cos(\omega t) + \frac{A}{\frac{R_1 + R_2}{R_2} - \frac{R_1^2 R_2 C^2 \omega^2}{R_1 + R_2}} \sin(\omega t)$$

1.2 放电电路的计算

在电容的放电过程中,电容只和电阻组成回路,

其放电方程为: $U_c(t) = U e^{-\frac{t}{RC}}$

其中, U 为电容充电时达到的最大电压。

2 滤波电路的计算机模拟与讨论

前面已经对滤波电路的工作过程进行了分析和数学推导,而要将滤波电路的工作过程模拟下来,必须进行大量的计算,才能够将电源输出波形逐点描绘下来。通过对波形的观察,选择元件参数,使电路在正常工作的前提下,满足用户对电路在效率、功率、纹波、成本等多方面的要求。

图1即为程序所模拟的电路,通过对程序的运行,我们将获得电容 C 上的一组电压、电流数据,

通过大量小间隔时间 Δt (0.000 01秒)的代入即可得到电容 C 的电流及电压波形。程序电压值的计算由递推法得出,电流值由电压值计算得到。程序运行的简单流程图如图3。

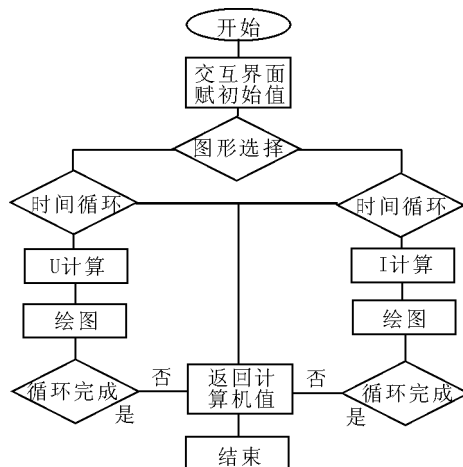
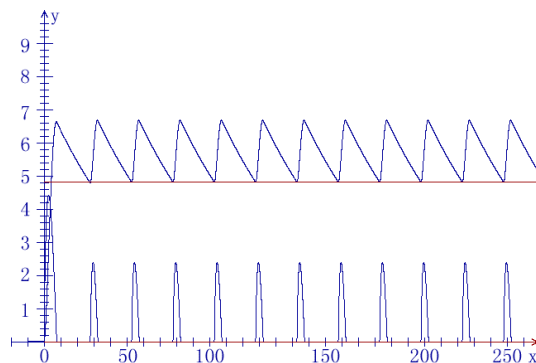
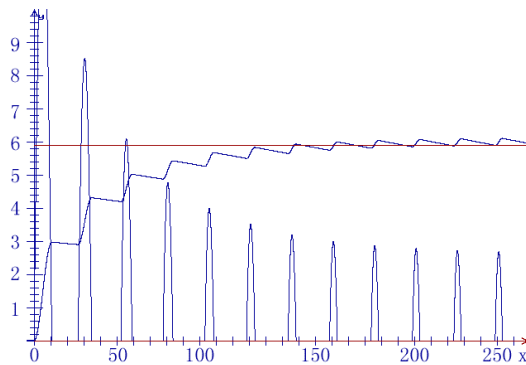


图3 程序运行流程图

2.1 计算机程序优化元件选取举例

选取负载电阻 $R=500$,由计算机模拟不同电容情况下的电压和电流波形图 (1) $R=500$, $C=100$ mF ,如图4。(2) $R=500$, $C=1000$ mF ,如图5。

图4 $C=100$ mF 时的电压和电流波形图5 $C=1000$ mF 时的电压和电流波形

2.2 整流滤波电路中滤波电容选取的讨论

由以上的图象可以观察到:当负载电阻不变

时,随着电容C容量的增大,曲线变得越来越平滑,但这种方法有一定的局限性,由图4、图5可见:单纯靠增大滤波电容对改善波形和提升直流电压值的作用已十分有限,而且随着电容C容量的增大,电路接通后进入稳态的时间也随之增长;同时,随着滤波电容容量的增大,流经电路的冲击电流也不断增大,如果不注意冲击电流的变化,而一味地增大滤波电容的容量,以此来获得更好的电压输出波形,必然会导致元器件的损坏,否则,为保障整个电路的安全,不得不提高其他元器件的指标,这样就使电路的成本大幅增加。应用此程序可以准确快速地绘制出所示电路在任意给定的参数下的电流波形和输出电压波形,比较不同参数电路输出电压

波形和电流波形,从而确定最佳的滤波电容参数值。

参考文献:

- [1] 童诗白、华成英.模拟电子技术基础(第三版)[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 张凤言.电子电路基础(第二版)——高性能模拟电路和电流模技术[M].北京:高等教育出版社,1995.
- [3] Donald A. Neamen. Electronic Circuit Analysis and design [M]. 北京:清华大学出版社,2000.
- [4] 谭浩强.C 程序设计[M].北京:高等教育出版社,2001.

责任编辑:付春玲

(上接第126页)

(2)在主楼两侧的裙房的两个轴距间基础底板下设置10 cm厚的硬塑泡沫聚苯板,泡沫聚苯板直接平铺在地基土上,上面再做混凝土垫层、基础底板,减少裙房基础与地基土的接触面积,从而加大基础的平均压力,增加裙房的沉降,调整主楼与裙房的差异沉降。通过上面地调整,计算后的结果见表2。

由修改调整后的计算结果可以看到,主楼与裙房施工后浇带浇筑后高低层间的差异沉降及高层内部相邻节点间的差异沉降得到了改善,均控制在0.3%范围内,满足了规范的要求,说明措施是有效的。

4 结束语

多高层建筑主楼与裙房之间基础处理是一个复杂的问题,主楼与裙房之间不设缝时的沉降及内力,并不一定比设缝时的大。相反,可能因主楼和裙房连成一体,协同工作,对结构有利。因此,是否设置变形缝,应根据建筑物的平面体形,地基土质等情况确定。如果不设变形缝,可将主楼和裙房的基底埋置在不同持力层,基础采用不同形式,设置施工后浇带等以减少主楼与裙房间的差异沉降,并应通过计算确定基础及上部结构由于差异沉降引起的内力,并采取相应的措施。

责任编辑:付春玲