

滤波器在物联网中的应用与仿真研究

吴 泳¹, 刘宇航²

(1. 湖南邮电职业技术学院, 湖南长沙 410015;

2. 桂林长海发展责任有限公司, 广西桂林 541000)

【摘要】随着物联网技术的迅猛发展,物联网应用场景越来越多,各通信运营商针对物联网的应用相继推出各种方案。滤波器在信号处理中处于重要环节,文章对滤波器的应用做了具体设计研究,并进行了仿真,分析结果达到预期效果。

【关键词】滤波器; 仿真; 物联网技术

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2018.04.003】

【中图分类号】TN713

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2018)04-0009-02

Application and simulation of filters in Internet of Things

WU Yong¹, LIU Yu-hang²

(1. Hunan Post and Telecommunication College, Changsha, Hunan, China 410015;

2. Guilin Changhai Development Co., Ltd., Guilin, Guangxi, China 541000)

Abstract: With the rapid development of Internet of Things technology, there are more and more application scenarios of Internet of Things. The communication operators have launched their own various solutions for the application of the Internet of Things. The filter is an important link in signal processing. In this paper, the specific design of the filter is designed and studied, and the simulation results are carried out. The analysis results have achieved the expected results.

Keywords: filter; simulation; Internet of Things technology

物联网(The Internet of things, 简写 IoT)是新一代信息技术的重要组成部分。物联网作为互联网基础上的延伸和扩展的网络,实现人与物、物与物之间的信息交换和通信。而信号的传递与处理就必须用到滤波器^[1]。滤波器的功能是让需要频率的信号通过,而对不需要频率的信号滤掉的器件。在物联网的各种节点控制中,用特定信号来实现对应的传递及控制功能,需要应用到滤波器对信号处理,对无用或者干扰信号进行过滤,是抑制和防止干扰的重要环节,保证滤波器的优良性能及可靠工作是防止误动作及不良后果的重要保障。

1 滤波器简介

各种信息需要传播并进行相应的控制,靠的就是电路中波形信号的传递。信号在产生、转换、传输的每

一个环节因环境复杂性和干扰的存在而畸变,在一般情况下,这种畸变还较严重,以致于信号及其所携带的信息被埋在噪声当中了,而这就需要通过各种滤波器把真正的信号提取出来。滤波器是对不同频率的波形进行过滤的器件。根据器件的组成可分为:无源滤波器和有源滤波器两种。

无源滤波器(Passive filter),又称 LC 滤波器,是利用电感、电容和电阻的组合设计构成的滤波电路。优点:无源滤波器具有结构简单、成本较低廉、运行可靠性较高、运行费用较低。有源滤波器(Active Power Filter, 简写 APF)是一种用于动态抑制谐波、补偿无功的新型电力电子装置,它需要提供电源(用以补偿主电路的谐波),其应用可克服 LC 无源滤波器等传统的谐波抑制和无功补偿方法的缺点,实现了动态跟

【收稿日期】 2018-10-10

【作者简介】 吴泳(1970-),男,湖南江华,湖南邮电职业技术学院高级实验师,硕士,研究方向:电子与信息技术。

【基金项目】 2018 年湖南省教育科学工作者协会立项课题“基于技能竞赛的高职物联网工程技术专业学生职业核心技能培养研究”(课题编号:XJKX18B320)。

踪补偿,而且可以既补谐波又补无功。

2 滤波器的频率特性概述

滤波器根据频率通带范围可分为:低通(LPF)、高通(HPF)、带通(BPF)与带阻(BEF)四种滤波器,对应的幅频特性如图 1 示^[2]。一个理想的滤波器应是一个完全平坦的通带,既在通频带内没有增益或衰减,且在通频带之外的所有频率都被衰减掉^[3]。实际电路中这样理想的滤波器是暂不存在的。只能用实际的幅频特性逼近。一般来说,滤波器的幅频特性越好,其相频特性越差,反之亦然。

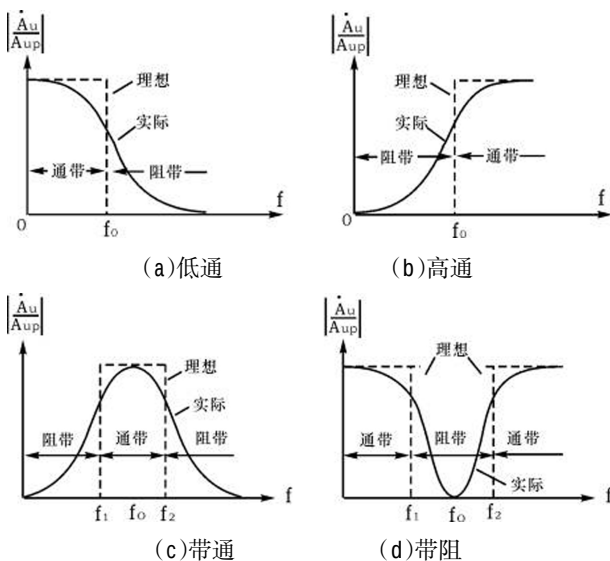


图 1 四种滤波电路的幅频特性示意图

3 有源滤波器应用设计及仿真

3.1 一阶低通滤波器

在物联网数据采集过程中需取出 100Hz 以内的低频信号,现应用集成运放设计一个 $A_u=10$ 、 $f_0=100\text{Hz}$ 的一阶低通滤波器。选用 741,电源电压取 9V,饱和输出电压可求出为 7.8V ^[4]。 $A_u = 1 + \frac{R_f}{R_1}$,可得 $R_1 = \frac{R_f}{A_u - 1}$ 。现取 $R_f=9.1\text{k}\Omega$,则 $R_1 = \frac{9.1}{9-1}=1.01\text{k}\Omega$,近似取 $1\text{k}\Omega$, $A_u = 1 + \frac{R_f}{R_1} \approx 10$,取 $C=1\mu\text{F}$,由 $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ 则 $R = \frac{1}{2\pi f_0 C} = \frac{1}{2\pi \times 100 \times 1 \times 10^{-6}} = 1.59\text{k}\Omega$,取现有的系列值 $1.6\text{k}\Omega$,电路如图 2 示^[2]。

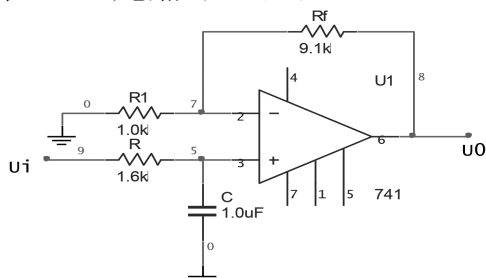


图 2 低通滤波器电路图

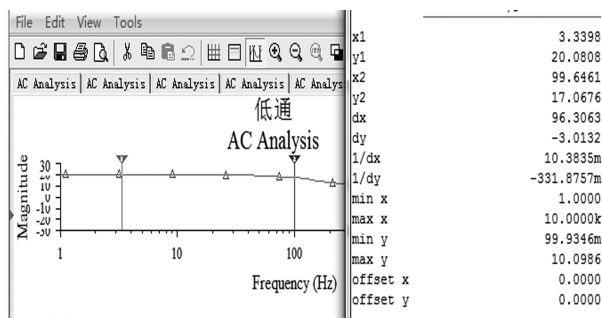


图 3 低通滤波器仿真分析图

结果分析如图 3 示:从两个游标读数可以得出结论:频率在 1~80Hz,响应幅度都在 20.08 左右(从 y1 游标读数上显示),而到频率在接近 100Hz 时,响应幅度逐步下降,在 100Hz,幅度响应为 17.06(从 y2 游标读数上显示),幅度响应下降了 3.013dB。从仿真电路的波形仿真结果看,信号频率从 1~80Hz 幅度基本保持平直,80Hz~100Hz 时幅度逐步下降,下降为最大值的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍,即此电路的通频带为 1~100Hz 之间,此有源低通滤波(LPF)电路符合预期的设计目标,与计算结果一致。

3.2 一阶高通滤波器

同相输入一阶高通滤波器设计一个输出与输入同相位的高通滤波器,通带放大倍数为 10,只允许 1KHz 以上的音频通过的滤波器,输入信号电压 0.8V。确定 IC,确定电源电压;选用 741,因为输出电压达 $0.8\text{V} \times 10=8\text{V}$,电源电压应取 15V。

选 R、C,当 $f_0=1\text{kHz}$ 时,取 $C=0.01\mu\text{F}$,由

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}, \text{可得}$$

$$R = \frac{1}{2\pi f_0 C} = \frac{1}{2\pi \times 1000 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 15.916\text{k}\Omega,$$

选 $R_1, R_f, R_i=$

$$\sqrt{(A_u - 1)R_{ID} \frac{R_0}{2}} = \sqrt{(10 - 1) \times 2 \times 10^6 \times \frac{75}{2}} = 25.98\text{k}\Omega,$$

取系列值 $27\text{k}\Omega$ ^[5], $R_1 = \frac{R_f}{A_u - 1} = \frac{27}{10 - 1} = 3\text{k}\Omega$,取系列值 $3\text{k}\Omega$,电路如图 4 示^[4]。

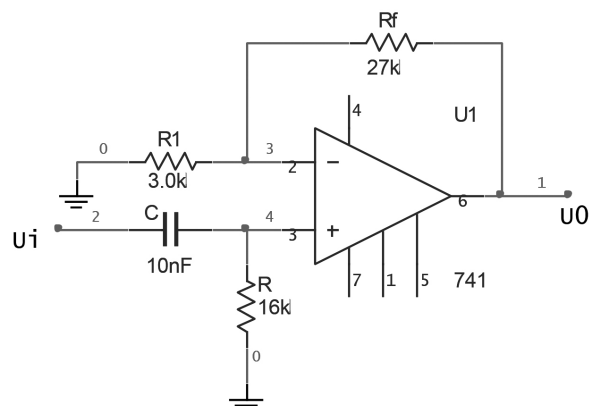


图 4 高通滤波器电路图

要求的参考值标准^[6],得出建筑物一面墙体和街面的损耗以及受街道方向影响的损耗情况下,本微站有效覆盖距离达到 163m,基本符合理论模型推导值。

同时由测试数据统计得出平均下行 Throughput,由微站开启前的 69.36Mbps 提升到开启后的 85.32Mbps,显著提升了网络覆盖性能指标,使用户的感知得到改善。

4 结论

本文主要阐述大功率微站不同挂高情况下的覆盖理论推导方法,并对微站的特点及部署优势进行分析,通过 T 小区微站在建设入网开通前、后的测试及分析,大功率微站作为新型天线应用后,网络指标 SINR 及平均下行速率提升,得出微站 RSRP 有效覆盖距离和理论推导相一致,从而能够为后期大功率微站规划建设起到指导作用^[7],有效解决深度覆盖不足等问题。

【参考文献】

- [1]李新,王四海.LTE 微站应用以及宏微协调组网研究[J].邮电设计技术,2015(1):12-13.
- [2]田艳中.射灯天线在 LTE 网络深度覆盖中的应用模型研究[J].电信技术,2016(12):7-9.
- [3]张勃,盛煜,冯毅.LTE 微基站在室内场景中的规划方法研究[J].移动通信,2017(2):3-7.
- [4]刘金科,黎建波.LTE 微基站应用分析[J].移动通信,2015(7):32-36.
- [5]季聪,罗鹏.市政路灯杆基站建设模式探讨[J].电信技术,2016(2):5-9.
- [6]阳波.LTE CSFB 语音方案优化研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2017(12):1-4.
- [7]冯仕军.宏微协同组网在 LTE 精品网建设中的实践[J].通信世界,2015(14):7-13.

(上接第 10 页)

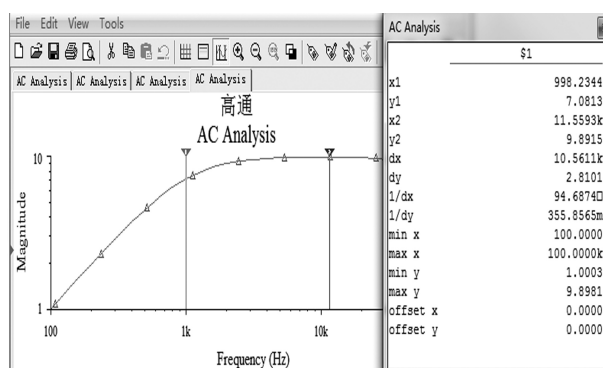


图5 高通滤波器仿真分析图

结果分析如图 5 示,从两个游标读数可以得出结论:频率在 1.2k~10kHz,响应幅度都在 9.89 左右(从 y2 游标读数上显示),而到频率在接近 1kHz 时,响应幅度逐步下降,在 1kHz 时幅度响应为 7.08(从 y1 游标读数上显示),幅度响应下降 2.81dB,接近 3dB。从仿真电路的波形仿真结果看,信号频率从 1.5k~20kHz 时幅度基本保持平直,1.5kHz~1kHz 时幅度逐步下降,下降为最大值的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍,即此电路的通频带为 1k~20kHz(超过的没显示出来了)之间,此有源高通滤波电路(HPF)与设计目标相符,与计算结果也基本一致。

4 结语

对滤波器进行设计,然后利用 multisim 对电路进行了仿真,通过仿真可以看出,Multisim 对电路设计、仿真简单直观,具有较高的准确性^[5]。物联网发展迅速,在合适的环境条件下有较多相对成熟的应用业务,而滤波器作为其重要一环,可为系统的正常运行提供保障。在物联网系统应用中,由于电源和功耗的限制条件,需要分远端、近端加以综合考虑,有源滤波器一般都会设置在近端位置。

【参考文献】

- [1]傅世强,张佳琦,房少军.一种超宽阻带微带低通滤波器的设计[J].微波学报,2018(11):41-43.
- [2]康华光.电子技术基础·模拟部分(第5版)[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [3]李文娟,徐伟,邵学信.有源滤波器改进型任意次谐波检测法仿真实验[J].实验技术与管理,2018(9):118-121.
- [4]远坂俊昭,彭军译.测量电子电路设计:滤波器篇[M].北京:科技出版社,2011.
- [5]吴泳.利用 Multisim 对电压串联负反馈放大电路的仿真分析与研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2017(3):6-10.