

**本科毕业论文（设计）**

题目：

|  |  |
| --- | --- |
| **学 院：** |  |
| **系 别：** |  |
| **专 业：** |  |
| **学 号：** |  |
| **姓 名：** |  |
| **指导老师：** |  |

**XXXX年XX月**

（纸质版双面打印，封面背部留空，打印前先删除此行；电子版论文无需留空，删除此页）

**便携式多功能函数信号发生器**

**摘要**

为了方便电子类专业学生对电子类课程的学习与实践，设计了一款低成本、小体积的便携式多功能函数信号发生器。该信号发生器以HT32F52352为主控芯片， 以STM32F103RCT6芯片作为从控，使用其内部的定时器和D/A转换器，实现DDS功能以产生波形类型、幅度和频率均可调的低频信号。用AD9851 DDS模块产生高频信号，再通过模拟乘法器、运算放大器、数据选择器、无线发射电路等电路实现多频段函数信号的产生与输出。作品集普通函数信号发生器、调幅发射机和调频发射机于一体，输出的信号失真小、频率稳定。对于射频信号既可以采用有线接口输出，也可以通过天线无线发射。

**关键词：**函数信号发生器；DDS；便携式；无线发射

**Portable Multifunction Function Signal Generator**

**Abstract**

In order to facilitate the learning and practice of electronic major students, a low cost and small volume portable multifunctional function signal generator is designed. The signal generator takes HT32F52352 as the main control chip and STM32F103RCT6 chip as the slave control. It uses its internal timer and D / A converter to realize DDS function to produce low frequency signal with adjustable waveform type, amplitude and frequency. The AD9851 DDS module is used to generate high frequency signal, and then realize the generation and output of multi-band function signal through analog multiplier, operational amplifier, data selector, wireless transmission circuit and other circuits. The work integrates ordinary function signal generator, amplitude modulation transmitter and FM transmitter, and the output signal has small distortion and stable frequency. For the RF signal, it can use either wired interface output or wireless transmission through the antenna.

**Key words:**Function signal generator; DDS; Portable; Wireless transmission

目 录

[1 绪论](#_Toc5065) 1

[1.1 课题背景 1](#_Toc20086)

[1.2 国内外研究](#_Toc26674) 1

[1.3 设计需求 1](#_Toc24551)

[1.3.1 硬件需求 1](#_Toc896)

[1.3.2 软件需求 1](#_Toc11320)

[1.4 设计功能要求 1](#_Toc7285)

[2 设计方案 1](#_Toc24006)

[2.1 系统方案的总体框图与概述](#_Toc12328) 1

[2.2 系统方案的选择](#_Toc20656) 1

[2.2.1 系统核心板的选择 1](#_Toc22534)

[2.2.2 显示屏的选择 1](#_Toc14184)

[2.2.3 函数信号产生方式的选择](#_Toc26755) 1

[3 系统硬件部分设计](#_Toc6430) 1

[3.1系统核心板介绍](#_Toc26228) 1

[3.2系统从控板介绍](#_Toc8239) 1

[3.3 4.3寸串口智能屏](#_Toc4148) 1

[3.4 调幅电路设计](#_Toc8498) 1

[3.5 低频信号调理电路](#_Toc24835) 1

[3.6 信号放大电路设计](#_Toc18275) 1

[3.7 输出信号选择电路设计](#_Toc26682) 1

[3.8 电源供电电路设计](#_Toc31101) 1

[3.9 FM调频发射器电路](#_Toc23374) 1

[3.10 DDS函数信号发生电路](#_Toc25149) 1

[4 系统软件部分设计](#_Toc16568) 1

[4.1 HT32F52352软件设计](#_Toc8742) 1

[4.2 STM32F103RCT6(从控芯片)程序设计](#_Toc17201) 1

[4.3 显示与触屏程序设计](#_Toc7230) 1

[5 系统调试](#_Toc30711) 1

[5.1 系统调试方案](#_Toc7646) 1

[5.2 系统硬件调试](#_Toc30694) 1

[5.3 系统软件调试](#_Toc25029) 1

[5.4 系统总体调试](#_Toc27309) 1

[5.4.1 串口智能屏显示与触屏调试](#_Toc12565) 1

[5.4.2 波形调试](#_Toc23662) 2

[5.4.3 波形参数测试与分析](#_Toc14561) 2

[6 总结与展望](#_Toc14720) 2

[6.1 总结](#_Toc8558) 2

[6.2 展望](#_Toc26931) 2

[参考文献](#_Toc7268) 3

致谢 4

[附录1 系统程序部分代码](#_Toc2417) 5

# 1 绪论

1.1 研究背景

（内容略）

1.2 国内外研究

1.3 设计需求

1.3.1 硬件需求

1.3.1.1 输出设备硬件需求

（内容略）

# 2 设计方案

（内容略）

# 3 系统硬件部分设计

（内容略）

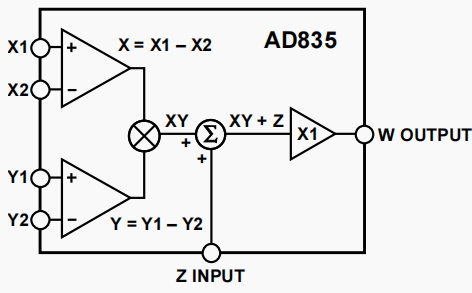


图3-1 AD835内部原理图

# 4 系统软件部分设计

（内容略）

# 5 系统调试

（内容略）

表5-1 输出信号频率测试结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 设置值（Hz） | 测试值(Hz) | 误差（%） |
| 1 | 1 | 1.000 | 0 |
| 2 | 10 | 9.99968 | 0.003200 |
| 3 | 50 | 50.0023 | 0.004600 |
| 4 | 100 | 100.004 | 0.004000 |
| 5 | 500 | 500.029 | 0.005800 |
| 6 | 1K | 1.00005K | 0.000005 |
| 7 | 5K | 5.00028K | 0.000005 |
| 8 | 10K | 10.0005K | 0.000005 |
| 9 | 100K | 99.9956K | 0.004400 |
| 10 | 9M | 8.99961M | 0.004300 |

（内容略）

# 6 总结与展望

（内容略）

注意奇数页和偶数页页眉不同，

# 参考文献

[1] 张志成.基于STM32单片机的函数信号发生器[J].自动化与仪器仪表,2014,(02):70-71.

[2] 邱娜灵,杨阳.一种基于单片机的函数信号发生器的设计与实现[J].信息通信,2017(05):90-92.

[3] 赵文浩.基于FI-DAC的任意波形合成关键技术研究[D].电子科技大学,2023.

[4] 詹艳艳.基于DDS的波形信号发生器的设计[J].沈阳理工大学学报,2008,(03):52-56.

[5] 高航.高效超高速直接数字频率合成器关键技术研究[D].西安电子科技大学,2018.

[6] 杜威,孟丽囡,宁武.基于STM32的多功能函数信号发生器设计[J].电子制作,2024,32(04):7-11.

[7] 李鹏.DDS直接数字频率合成技术的研究[J].甘肃科技纵横,2021,50(05):20-22.

[8] Indrawijaya R,Sariningrum R,Sukoco EB, et al.FractionalN PLL Synthesizer for FMCWSignal Generator with DualMode Modulation Pattern[J].Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi,2018,18(2):46-52.

[9] Lv M,Zhang B,Li M, et al.Design of Function Signal Generator Based on DDFS[J].Journal of Physics Conference Series,2020,1544(1):012107.

[10] 董殿国,侯文.基于FPGA的DDS信号发生器设计[J].电子制作,2023,31(01):16-18.

[11] HOLTEK合泰芯片选型手册[EB].https://wenku.baidu.com/view/487/b8ff7b4daa58da1114a34.html, 2016-06-08.

[12] 魏博謇.集成模拟乘法器的调幅电路系统研究[J].微型电脑应用,2021,37(01):124-126.

[13] 博战捷,董辉.AM信号到DSB信号的连续过渡与同步检波[J].吉林大学学报,2005,23(5):237-240.

[14] 邹涛,全备,张翠,等.高速四象限模拟乘法器AD834及其应用[J].电子产品世界,2001,(18):30-31.

[15] 吴世俊,樊祥,陈卫.基于BH1417芯片的FM无线发射电路设计[J].电子设计应用,2007,(08):120-122.

[16] 李瑜庆,田娟.基于DDS的高频正弦波信号发生器设计与实现[J].通化师范学院学报,2020,41(02):5-8.

[17] 周红艳.一种基于DDS的函数发生器[J].机电工程,2011,28(01):83-86.

[18] 李鹏,齐晓红.基于锁相环（PLL）技术的高频信号发生器设计[J].甘肃科技纵横,2023,52(11):26-29.

[19] 吴智浩.基于单片机平台与AD9851的高频信号发生器的设计[J].电子技术与软件工程,2021,(14):67- 69.

[20] 曹永涛.一种直接数字频率合成技术的设计实现[J].电子世界,2019,(02):122-123

# 致 谢

从这篇文章开始，到文章结束，我已经完成了论文的最后一章。转眼间，四年的大学生活已经成为过去，回首那些日子，我感到非常充实。在这四年里，我一直都是一名学生，每天和同学一起学习、一起生活、一起成长。我也经历了很多事情，从一个刚刚进入学校的新手逐渐成长为能够独立应对挑战的成年人。这四年的大学生活对我来说是至关重要的。我深感幸运，因为我遇到了这些导师，他们不仅传授了我的专业知识和学识，还在更高的教育水平上指导了我的成长和价值追求。领导我找到了自己所热爱的研究方向，发现了原来电子行业是如此的有趣并且令人魂牵梦绕，也让我真真正正得感受到学习的意义所在。以及有了更清晰的未来人生规划，循道而行，行稳致远，道阻且长，也让我明白不仅仅要追求个人的卓越发展，更要关注社会的主题与进步，将个人发展与国家社会发展相结合。

首先，我想对我的指导老师表示深深的感谢。蔡老师的专业知识扎实、工作态度精益求精、教学技巧高超以及工作态度严谨，这些都让我受益匪浅。其次，我想通过这次论文写作学习能够让我对老师有更深刻地了解和认识，也能使我们更加珍惜现在来之不易的学习机会。在整篇论文的题目确定和作品完成的全过程中，我都受到了细心的指导，并耐心地帮助我纠正错误，给出了明确的方向。在今后的学习和生活中，我会更加努力地把蔡元培先生所提倡的“教育救国”思想运用到实际当中去，为实现中华民族伟大复兴而努力奋斗！我会始终铭记老师对我教导和关心，无论是在本此毕业设计上，还是在为人处世的态度上，我都会积极向上，兢兢业业，不断超越自己的极限。我坚信，只要努力，一定能取得更大的进步，成为一名优秀的人民教师。我坚信，这将为我未来的生活旅程提供宝贵的教训。

接下来，我想对所有为我们授课的教师表示感谢。在学习与研究漫长的旅途当中，正是因为这些老师的不懈努力，我们得以享受到宝贵且难以忘怀的学习时刻。你们为我们提供了丰富的知识，付出了巨大的努力和心血。你们严格的教学哲学让我们深感敬意，并为我们带来了终身的益处。在我遇到疑问和困难时，老师总能第一时间帮我指出问题所在并且给我举一反三加深理解。

最终，我想对我的父母在这段期间对我的支持与鼓励，以及那些一直陪伴在我身边的舍友与同学表示深深的感激。他们不仅给予了我们知识和智慧，而且还教会了我如何做人，使我受益终身。正因为你们的指导和帮助，我才能够不断超越自己，并顺利完成我的学业。希望今后我能在所从事的专业领域里精益求精，通过不懈的努力取得显著的成就，为国家和社会的进步做出实质性的贡献。

附录1 系统程序部分代码（可省项）

（内容略）