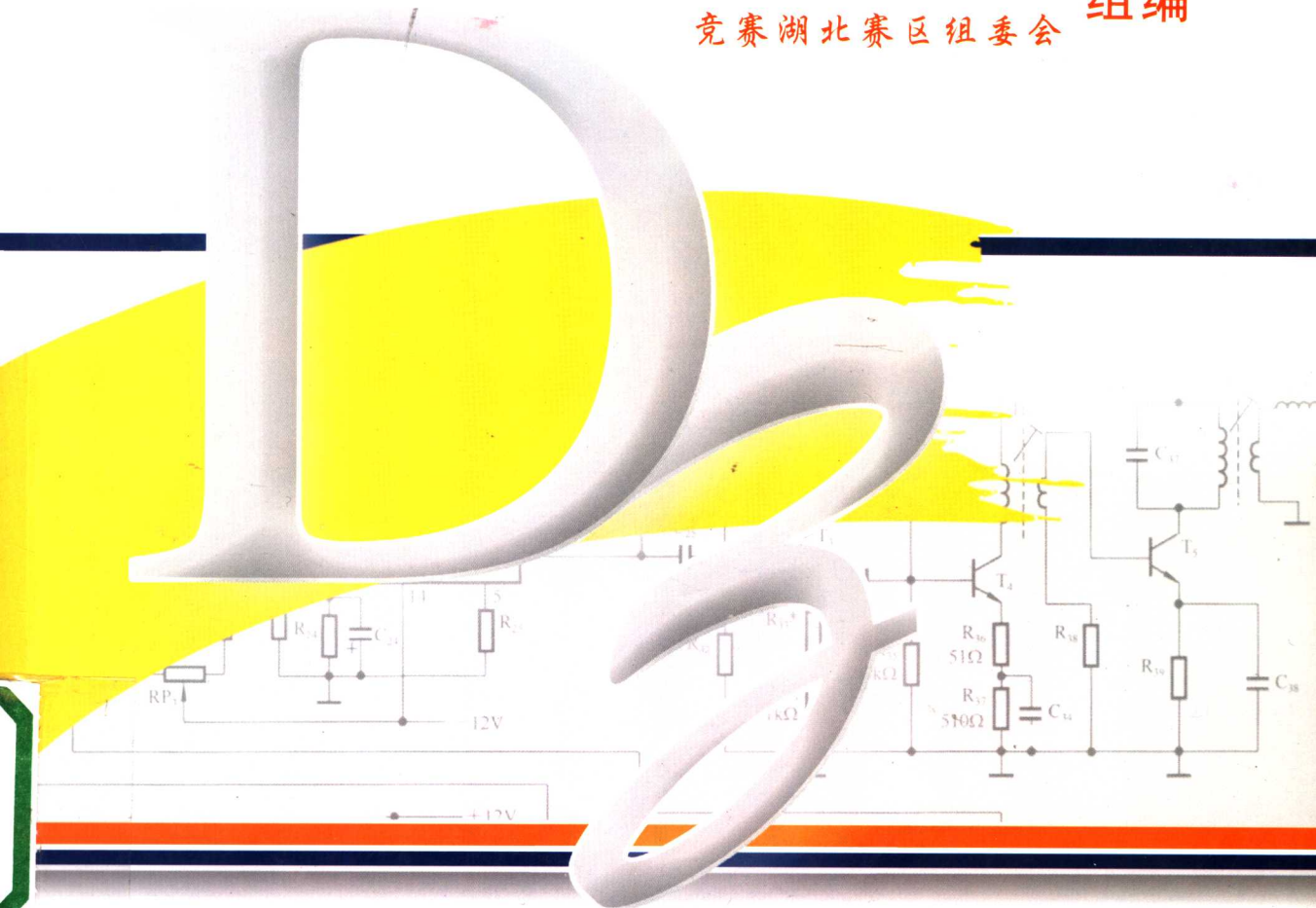


电子系统设计实践

——湖北省大学生电子设计
竞赛优秀作品与解析

◎ 全国大学生电子设计
竞赛湖北赛区组委会 组编



华中科技大学出版社

<http://press.hust.edu.cn>

TN702
93

电子系统设计实践

——湖北省大学生电子设计
竞赛优秀作品与解析

● 全国大学生电子设计竞赛湖北赛区组委会 组编



北方工业大学图书馆



00592370

◎ 华中科技大学出版社

<http://press.hust.edu.cn>

图书在版编目(CIP)数据

电子系统设计实践——湖北省大学生电子设计竞赛优秀作品与解析/

全国大学生电子设计竞赛湖北赛区组委会 组编

武汉:华中科技大学出版社,2005年7月

ISBN 7-5609-3431-5

I. 电…

II. 全…

III. 电子电路-电路设计-竞赛

IV. TN7

电子系统设计实践

湖北省大学生电子设计
竞赛优秀作品与解析

全国大学生电子设计
竞赛湖北赛区组委会 组编

责任编辑:沈旭日

封面设计:刘 卉

责任校对:陈 骏

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787×1092 1/16

印张:16

字数:352 000

版次:2005年7月第1版

印次:2005年7月第1次印刷

定价:24.00元

ISBN 7-5609-3431-5/TN·88

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

全国大学生电子设计竞赛湖北赛区组织机构

一、组织委员会

主任：陈传德（湖北省教育厅副厅长）

副主任：李文鑫（武汉大学副校长）

杜海鹰（湖北省教育厅高教处处长）

委员：张锦枫（湖北省教育厅高教处副处长）

余祥庭（武汉大学教务部副部长）

李光玉（华中科技大学教务处副处长）

洪早清（华中师范大学教务处副处长）

张荣国（武汉理工大学教务处副处长）

赵茂泰（武汉大学教授）

二、组织委员会办公室

主任：余祥庭（武汉大学教务部副部长）

副主任：胡 鹃（武汉大学教务部副主任）

三、湖北赛区专家组

组长：赵茂泰（武汉大学教授）

成员：甘良才（武汉大学教授）

柳 健（华中科技大学教授）

瞿安连（华中科技大学教授）

王典洪（中国地质大学教授）

胡荣强（武汉理工大学教授）

张国平（华中师范大学教授）

蓝江桥（空军雷达学院教授）

序

全国大学生电子设计竞赛是由教育部高等教育司、信息产业部人事司共同主办的面向大学生的群众性科技活动,目的在于推动高等学校信息电子类专业教学内容和课程体系的改革,促进大学生的实践能力、创新能力和综合素质的提高,培养大学生的协作精神和理论联系实际学风,鼓励广大学生踊跃参加课外科技活动,为优秀人才脱颖而出创造条件。

全国大学生电子设计竞赛自1994年创办至今已成功地举办了6届,首届竞赛全国只有3个赛区、44所高校的220个代表队、660名学生参赛;2003年竞赛全国有24个赛区、426所高校的3039个代表队、9117名学生参赛。竞赛的规模逐年扩大,竞赛的影响逐步深入,已成为全国最具影响力的大学生基础性学科竞赛之一。

竞赛推动了信息电子类专业的教学改革。尤其对以基础、综合、研究创新为主的实验课程体系 and 实验室的建设,EDA课程、电子系统设计课程的建设起到很大的促进作用。

以竞赛为契机,推动高等学校第二课堂的发展和人才培养基地的建设;竞赛探索了人才培养的新模式,促进大学生的实践能力、创新能力和综合素质的提高,培养团结协作的精神。2003年索尼杯获得者华中科技大学王正齐、陈华奇、邓如岑同学就是从该校创新人才培养基地脱颖而出的。

确立了“政府主办、专家主导、学生主体、社会参与”的竞赛组织运行模式。政府主办保证了竞赛宗旨的正确贯彻,湖北省教育厅每年组织“竞赛与教改”的研讨会,有力地推动了湖北省信息电子类的教育教学改革,并且在竞赛的参赛规模和参赛成绩上在全国名列前茅。专家主导保证了竞赛的科学性与公正性,保证竞赛与教学改革的紧密结合。学生主体充分体现了竞赛实践的主体对象与宗旨,竞赛的全过程就是学习知识、克服困难、提高能力、接受考验的过程。社会参与体现了社会各界对教育教学改革和人才培养的关心与支持。

考虑到竞赛隔年举办,全国竞赛组委会倡导和支持各赛区和学校在非竞赛年开展各种形式的电子设计竞赛。湖北和山东等赛区长期举办赛区的电子设计竞赛,北京赛区举办了EDA竞赛,陕西赛区举办了SOPC竞赛,还有数十所学校开展了校内电子竞赛。这些竞赛对全国竞赛形成了有效的补充,在时间和空间上极大地扩展了竞赛人才培养的受益面。

《电子系统设计实践——湖北省大学生电子设计竞赛优秀作品与解析》选编了2004年湖北省电子设计竞赛和第六届(2003年)全国电子设计竞赛湖北大学生的优秀作品,这些成果充分反映了湖北省教学改革和创新人才培养方面取得的成就,也反映了湖北省教育厅的正确领导,湖北赛区组委会和专家们的精心组织 and 辛勤劳动。在此我代表全国大学生电子设计竞赛组委会向你们表示衷心的感谢,向获奖同学表示衷心的祝贺,并希望你们“百尺竿头,更上一层楼”。

全国大学生电子设计竞赛组委会副主任
北京大学教授

沈伯弘

前 言

全国大学生电子设计竞赛是由教育部和信息产业部共同组织的面向大学生的群众性科技活动,每两年举办一次,目的在于推动高等学校信息与电子类学科面向 21 世纪的教学内容和课程体系改革,引导高等学校在教学中培养大学生的创新意识、协作精神和理论联系实际学风,加强学生工程实践能力的训练,强调对学生智力和非智力素质的培养,鼓励广大学生踊跃参加课外活动,促进高等学校形成良好的学习风气,为优秀人才脱颖而出创造条件。全国大学生电子设计竞赛自 1994 年开办以来,已先后举办过 6 届,参赛规模从最初的 3 个赛区 220 个代表队发展到 2003 年的 24 个赛区 3039 个代表队,单届参赛学生近万人。

全国大学生电子设计竞赛经过多年的实践探索,已逐步形成了独具特色的大学生学科竞赛模式,越来越多的学校和学生认识到这项竞赛的宗旨和积极作用,从多方面有力地推动了参赛高校的教学改革,并取得了丰富的经验,得到了社会的广泛赞誉。

在全国大学生电子设计竞赛组委会的指导和湖北省教育厅的领导下,湖北赛区大学生电子设计竞赛组委会牢牢把握竞赛宗旨,积极参加全国大学生电子设计竞赛活动,认真探索以竞赛为载体促进理工科大学面向 21 世纪课程教学和创新素质教育的教学改革实践。自 1995 年首次参赛以来,湖北赛区参赛学校和参赛学生逐届增多,参赛规模一直处于全国首位,并连续荣获全国优秀组织奖。竞赛的成绩每次都有提高,在 2003 年举办的第六届电子设计竞赛中,湖北赛区获全国奖比例、获全国一等奖比例均名列全国前茅,并荣获竞赛最高荣誉“索尼杯”奖。为了将电子竞赛纳入教改实践,推动高等学校的实践教学课程体系、实验内容、实验室建设工作的改革,湖北赛区组委会每年都召开电子信息类专业教学改革及电子设计竞赛工作研讨会。为了进一步扩大这项竞赛活动的实际受益面和辐射作用,还在非竞赛年多次举办省市、学校一级的形式多样的竞赛活动。这一系列的活动有力地推动了湖北省高校电子信息类专业的课程教学改革与实验室建设的深入发展,并取得了显著的成绩。

竞赛倡导的理论联系实际、促进教学教改的精神主要体现在竞赛的赛题上。为了开拓学生电子设计的思路,并为电子信息类专业综合实验教学、课程设计乃至毕业设计提供参考,湖北赛区组委会曾在 2002 年全省大学生电子设计竞赛的基础上举办了全省大学生电子设计竞赛夏令营活动,在对学生作品进行公开测试的基础上组织师生进行学术讨论,取得了良好的效果。为了进一步扩大竞赛活动的辐射作用,我们在 2004 年湖北省大学生电子设计竞赛和 2003 年第六届全国大学生电子竞赛的基础上编写本书,既作为对前段工作的技术总结,也期望能对湖北赛区下一阶段工作的深入开展起到推动作用。本书共收集 2004 年湖北省大学生电子设计竞赛获奖作品 18 篇;第六届全国大学生电子设计竞赛获奖作品 6 篇(每题一篇)。除此之外,还组织有关教师撰写了解析或评述文章 10 篇(每题一篇),通过对赛题的分析、方案的选择、具体设计全过程的解析,较系统地介绍电子系统设计和制作的基本方法。

由于来稿是学生在有限时间内完成的,故方案在科学性、行文的规范性方面均有不足,而

且差距较为明显。为此,我们在尽可能保持作品的原状、反映学生的实际水平的前提下,进行了调整与修改。同时对参赛作品进行解析与评述,以帮助读者了解赛情、开阔视野、理顺思路、提高分析问题和解决问题的能力。由于时间和水平的限制,教师撰写的解析或评述文章也不可能尽如人意。错误之处欢迎读者批评指正。

本书从征文到最终定稿得到了作品原作者、赛前辅导教师、有关学校领导及有关专家的鼎力支持。本书由 2004 年湖北省大学生电子设计竞赛命题与评审专家完成审稿工作,他们是:赵茂泰、甘良才、瞿安连、胡荣强、张国平、蓝江桥、叶敦范、李和平、罗杰等。湖北赛区组委会办公室胡鹏以及谢自美、郭云林、王一举、杨志方等同志也参加了组稿或审稿工作。各位特邀的老师在百忙之中抽时间为本书撰稿,尤其是华中科技大学出版社的沈旭日老师夜以继日地工作,使本书终于能在 2005 年全国大学生电子设计竞赛前出版。对上述人员的辛勤工作在此一并表示感谢。

全国大学生电子设计竞赛湖北赛区组委会

2005 年 6 月

目 录

第一部分 2004 年湖北省大学生电子设计竞赛

优秀作品选编与解析

2004 年湖北省大学生电子设计竞赛评审组成员名单	(2)
2004 年湖北省大学生电子设计竞赛获奖名单	(3)
A 题 简易发射机电路	(5)
简易发射机电路作品解析	(8)
作品一 (华中科技大学)	(13)
作品二 (湖北汽车工业学院)	(21)
作品三 (华中科技大学)	(30)
作品四 (中国地质大学(武汉))	(37)
B 题 简易心电图仪	(44)
简易心电图仪作品解析	(48)
作品一 (华中科技大学)	(53)
作品二 (华中科技大学)	(61)
作品三 (中国地质大学(武汉))	(67)
作品四 (空军雷达学院)	(71)
作品五 (华中科技大学)	(73)
C 题 简易综合测试仪	(76)
简易综合测试仪作品解析	(80)
作品一 (华中科技大学)	(88)
作品二 (华中科技大学)	(93)
作品三 (华中科技大学)	(100)
作品四 (武汉职业技术学院)	(105)
D 题 电梯控制模型	(110)
电梯控制模型作品解析	(113)

作品一 (武汉职业技术学院).....	(118)
作品二 (武汉理工大学).....	(125)
作品三 (空军雷达学院).....	(138)
作品四 (武汉大学).....	(141)
作品五 (三峡大学).....	(149)

第二部分 湖北大学生参加第六届全国大学生 电子设计竞赛优秀作品选编及评述

第六届全国大学生电子设计竞赛湖北赛区评审专家组成员名单.....	(158)
2003年全国大学生电子设计竞赛湖北赛区获奖名单	(159)
B 题 宽带放大器	(161)
宽带放大器作品释析.....	(163)
荣获“SONY 杯”的作品 (华中科技大学).....	(169)
A 题 电压控制 LC 振荡器	(178)
电压控制 LC 振荡器作品评析	(179)
获全国一等奖作品之一 (空军雷达学院).....	(184)
C 题 低频数字式相位测量仪	(195)
低频数字式相位测量仪作品评析.....	(196)
获全国一等奖作品之一 (华中科技大学).....	(199)
D 题 简易逻辑分析仪	(208)
简易逻辑分析仪作品解析.....	(210)
获全国一等奖作品之一 (华中科技大学).....	(213)
E 题 简易智能电动车	(219)
简易智能电动车测试评述.....	(221)
获全国一等奖作品之一 (武汉大学).....	(224)
F 题 液体点滴速度监控装置	(232)
液体点滴速度监控装置作品评述.....	(233)
获全国一等奖作品之一 (华中科技大学).....	(237)

第一部分

2004 年湖北省大学生电子设计 竞赛优秀作品选编与解析

- A 题 简易发射机电路
- B 题 简易心电图仪
- C 题 简易综合测试仪
- D 题 电梯控制模型

2004 年湖北省大学生电子设计 竞赛评审组成员名单

组 长：赵茂泰（武汉大学）

成 员：甘良才（武汉大学）

瞿安连（华中科技大学）

胡荣强（武汉理工大学）

张国平（华中师范大学）

蓝江桥（空军雷达学院）

朱如琪（华中科技大学）

叶敦范（中国地质大学）

李和平（海军工程大学）

罗 杰（华中科技大学）

秘 书：胡 鵬（武汉大学教务部）

2004 年湖北省大学生电子设计竞赛获奖名单

获奖	选题	参赛获奖学校	获奖学生姓名		
一等奖	A	华中科技大学	吴旦笠	余 璠	刘 旭
一等奖	A	湖北汽车工业学院	李 琨	陆勇波	王恩山
一等奖	B	华中科技大学	李 岩	张海宁	沈 志
一等奖	B	华中科技大学	韩世明	陈 名	许 昀
一等奖	B	中国地质大学(武汉)	鲁 契	蒋恩丰	邹 瑜
一等奖	B	空军雷达学院	高振国	陈新永	姚志强
一等奖	B	华中科技大学	李晓伟	彭小圣	唐国洋
一等奖	C	华中科技大学	刘志垠	李 通	周永豪
一等奖	C	华中科技大学	马智泉	罗星宝	陈小乔
一等奖	D	空军雷达学院	柴晋飞	孔凡镛	王敦勇
一等奖	D	空军雷达学院	苏 俊	乐 瑞	谭永春
一等奖	D	武汉理工大学	徐文君	梁 萱	李 果
一等奖	D	武汉大学	孔 鹏	朱 亮	吴 忠
一等奖	D	三峡大学	甘 彦	杨 苗	彭 江
一等奖	D	武汉职业技术学院	熊颀成	邱建明	刘茂安
二等奖	A	华中科技大学	吴 凯	陈 武	韩小梅
二等奖	A	空军雷达学院	孙玉飞	熊 铄	夏炎平
二等奖	A	华中科技大学	曹 震	陈国英	梁宇强
二等奖	A	中国地质大学(武汉)	吕 军	李友善	张小婷
二等奖	B	空军雷达学院	齐 旭	高卿粟	徐 宏
二等奖	B	武汉理工大学	孙旦均	黄道斌	李素芬
二等奖	B	中国地质大学(武汉)	王 琳	赵志满	张继朋
二等奖	B	华中科技大学	石 磊	王贞炎	许汉荆
二等奖	B	中南民族大学	雷长发	张敏锋	李彦华
二等奖	B	华中科技大学	李可辉	李 亮	刘 刚
二等奖	B	武汉大学	王双全	门吉光	
二等奖	B	江汉大学	叶杨婷	王才才	张义涛
二等奖	B	武汉大学	崔后振	王 羽	解 婷
二等奖	C	华中科技大学	肖振宇	黄龙杰	刘洪亮
二等奖	C	华中科技大学	王盛明	齐欣乐	刘 方
二等奖	C	武汉职业技术学院	黄 璞	熊庆勤	黄 丽
二等奖	D	华中科技大学	张 翔	简文翔	李晋航
二等奖	D	武汉理工大学	郑飞宇	贺莹莹	杨黎明
二等奖	D	华中科技大学	李 鑫	丁运鸿	曾 立
二等奖	D	湖北工业大学	江 华	陈 明	欧海辉
二等奖	D	华中科技大学	丁 超	吴立丰	钱银博
二等奖	D	华中科技大学	高文彪	罗俊杰	吴 亮
二等奖	D	武汉科技学院	叶茂成	梁 勇	李 渊
二等奖	D	江汉大学	杜璋峰	王 波	李贵玲

续表

获奖	选题	参赛获奖学校	获奖学生姓名		
二等奖	D	中国地质大学(武汉)	杨光	赵帅	苏航
二等奖	D	江汉大学	朱红艳	李婷	张远涛
三等奖	A	中国地质大学(武汉)	邓昌葛	蒋倩	潘凯
三等奖	A	荆门职业技术学院	许建	向诗亮	李永华
三等奖	A	华中师范大学	廖晓芳	李朋	涂成林
三等奖	A	武汉理工大学	许雄飞	沈钰	卢媛媛
三等奖	A	武汉电力职业技术学院	王分成	乐良将	冯艳
三等奖	B	中国地质大学(武汉)	谢承科	陈晓玲	杨华明
三等奖	B	武汉大学	姜晓峰	马兵文	冯千秀
三等奖	B	华中科技大学	杨兴炜	蓝学谦	江炎
三等奖	B	海军工程大学	梁善勇	张文成	宋永锋
三等奖	B	武汉大学	崔振威	李熙	郑艳飞
三等奖	B	武汉理工大学	李银刚	曹靖	赵华龙
三等奖	B	三峡大学	黄亮	周军	张在能
三等奖	B	武汉科技学院	肖自铎	顾全	郝小曼
三等奖	B	武汉工程大学	刘勇	牛毅峰	李作胜
三等奖	B	武汉理工大学	潘磊	李远正	浦实
三等奖	B	武汉工程大学	李非昊	张进	宁凌
三等奖	B	湖北民族学院	方辉	吕后勇	郑双宝
三等奖	C	中国地质大学(武汉)	汪武东	张博	刘军
三等奖	C	江汉大学	贺帆	杨晓露	刘建华
三等奖	C	武汉理工大学	易韬	陈超	刘宇
三等奖	C	华中师范大学	谢宗宝	阳进	杜丽芳
三等奖	C	华中师范大学	刘国红	张小妹	陈雯
三等奖	D	中国地质大学(武汉)	于来宝	杨帆	魏立波
三等奖	D	中国地质大学(武汉)	李治雯	赵利娜	杜国华
三等奖	D	湖北民族学院	袁绪昭	张德安	张顺祥
三等奖	D	孝感学院	陈善文	刘世恭	谢晋
三等奖	D	空军雷达学院	李进	黄才学	黄振达
三等奖	D	长江大学	张盛	陈刚	郑杰
三等奖	D	武汉理工大学	徐德明	李亚奎	陈义庆
三等奖	D	华中科技大学	涂启涛	李刚	周晗
三等奖	D	湖北汽车工业学院	吕科	石正鹏	曾刚
三等奖	D	湖北大学	雷玮	尹志高	张胜鹏
三等奖	D	湖北大学	王品	胡浩博	魏磊
三等奖	D	武汉工程大学	李德红	余志敏	别雷

A 题

简易发射机电路

一、任务

设计并制作一简易发射机电路,示意图如图 1-A-1 所示。

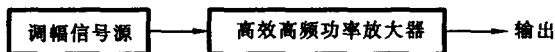


图 1-A-1 简易发射机电路示意图

二、要求

1. 基本要求

(1) 采用锁相等技术设计并制作调幅信号源(调制信号外加,其频率为 100kHz)。

a. 输出波形(载波、包络)无明显失真。

b. 载波频率:15MHz。

c. 载波频率准确度: 1×10^{-5} 。

d. 载波频率稳定度: 1×10^{-5} 。

e. 已调波输出电压: $V_{p-p} = 1V \pm 0.1V$ 。

f. 调制系数: $m_a = 30\%$ 。

(2) 采用功率合成技术设计并制作 15MHz 高效高频功率放大器。

a. 输出波形对称且无明显失真。

b. -3dB 带宽: $500\text{kHz} \pm 50\text{kHz}$ 。

c. 输出功率:在单电源 12V 时,50 Ω 负载电阻上的输出功率 $\geq 40\text{mW}$ 。

d. 功率放大器的效率: $\geq 50\%$ 。

2. 发挥部分

(1) 提高功率放大器的输出功率和效率:50 Ω 纯阻负载时的输出功率 $\geq 60\text{mW}$,效率 $\geq 60\%$ 。

(2) 在不改变参数条件下,负载为容性负载(50 Ω 纯阻,串联 47pF 电容)时,其纯阻上的功率 $\geq 60\text{mW}$,效率 $\geq 60\%$ 。

(3) 实时数字显示功率放大器的输出功率和效率。

(4) 其他。

三、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告,方案比较、设计与论证、理论分析与计算、电路图及有关设计文件、测试方法与仪器、测试数据与测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第(1)项	15
	完成第(2)项	10
	完成第(3)项	20
	完成第(4)项	5

四、说明

(1) 用小功率管和传输线变压器实现高频功率合成。

(2) 功率管集电极与直流电源间,应有便于测量直流电流的测试点。

(3) 纯阻负载和容性负载用跳线 K 转换,其示意图如图 1-A-2 所示。

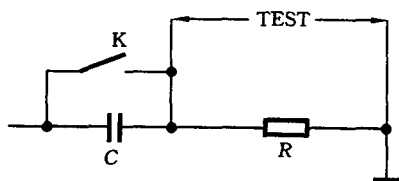


图 1-A-2 纯阻负载和容性负载用跳线 K 转换示意图

实际制作测试记录与评分表

学校 _____ 学生姓名 _____ 测评人 _____ 2004 年 月 日

类型	项目	实测条件与指标	得分	测试记录(实测值与计算值)			评分	备注		
基本要求	(1) 波形失真	载波波形, $f_c = 15\text{MHz}$	2							
		已调波包络: $f_o = 100\text{kHz}$	2							
	(2) 频率准确度	载波频率: $f_c = 15\text{MHz}$	$\Delta f_{\text{cmax}} = f - 15\text{MHz} $ $S_j = \Delta f_{\text{cmax}} / f_c$ 优于 10^{-5}	4	实测值	计算值				
		f			Δf_{cmax}	S_j				
	(3) 频率稳定度	载波频率: $f_c = 15\text{MHz}$	$\Delta f_{\text{cmax}} = f - 15\text{MHz} $ $S_w = \Delta f_{\text{cmax}} / f_c$ 优于 10^{-5}	4	实测值	计算值				
		f			Δf_{cmax}	S_w				
	(4) 输出电压	调幅信号源输出电压: $V_{\text{pp}} = 1\text{V} \pm 0.1\text{V}$		6	实测值: $V_{\text{pp}} =$					
	(5) 调幅系数	$m_a = \frac{A-B}{A+B} \times 100\% = 30\%$		6	实测值	计算值				
					A	B	m_a			
	(6) 功放输出功率	$f_c = 15\text{MHz}, V_{\text{cc}} = 12\text{V}, R_L = 50\Omega$ $P_o = V_{\text{pp}}^2 / (8R_L) \geq 40\text{mA}$		8	实测值		计算值			
					V_{pp}		P_o			
(7) 功放效率	$f_c = 15\text{MHz}, V_{\text{cc}} = 12\text{V}$ $R_L = 50\Omega, P_o = V_{\text{pp}}^2 / (8R_L)$ $P_E = I_{\text{co}} V_{\text{cc}}, \eta = P_o / P_E \geq 50\%$		8	实测值		计算值				
				V_{pp}	I_{co}	P_E	P_o	η		

续表

类型	项目	实测条件与指标	得分	测试记录(实测值与计算值)			评分	备注		
基本要求	(8)	-3dB 频带宽度: $BW_{3dB} = f_H - f_L = 500\text{kHz} \pm 50\text{kHz}$	5	实测值	计算值					
				f_H	f_L	BW_{3dB}				
	(9)工艺	布局合理,布线整洁,焊接可靠	5							
	总分		50							
发挥部分	(1)功率放大器的输出功率	纯阻负载: $f_c = 15\text{MHz}, V_{CC} = 12\text{V}$ $R_L = 50\Omega, P_O = V_{P-P}^2 / (8R_L) \geq 60\text{mW}$	8	实测值		计算值				
				V_{P-P}	P_O					
		容性负载: $f_c = 15\text{MHz}, V_{CC} = 12\text{V}$ $R_L = 50\Omega, C_L = 47\text{pF}$ $P_O = V_{P-P}^2 / (8R_L) \geq 60\text{mW}$	8	实测值		计算值				
				V_{P-P}	P_O					
	(2)功率放大器的效率	纯阻负载: $f_c = 15\text{MHz}, V_{CC} = 12\text{V}$ $R_L = 50\Omega, P_O = V_{P-P}^2 / (8R_L) \geq 60\text{mW}$ $P_E = I_{CO} V_{CC}, \eta = P_O / P_E \geq 60\%$	8	实测值		计算值				
				V_{P-P}	I_{CO}	P_E	P_O	η		
容性负载: $f_c = 15\text{MHz}, V_{CC} = 12\text{V}$ $R_L = 50\Omega, C_L = 47\text{pF}$ $P_O = V_{P-P}^2 / (8R_L)$ $P_E = I_{CO} V_{CC}, \eta = P_O / P_E \geq 60\%$		8	实测值		计算值					
			V_{P-P}	I_{CO}	P_E	P_O	η			
发挥部分	(3)	测量 ($P_O = 10\text{mW}, P_O = 30\text{mW}, P_O = 60\text{mW}$) 显示正确	10							
	(4)	其他	8							
	总分		50							

测试说明

(1) 基本要求(1)、(2)、(3)、(4)项可以同时观测,其中,测(1)项时用示波器观察波形有无明显失真;测(2)、(3)项时用频率计测量;测(3)项时要求观察 1min,记录 f 及 Δf_{max} ;测(4)项时用示波器测量。

(2) 基本要求(5)中的 A、B 值用示波器(大于 50MHz)测量,如图 1-A-3 所示。

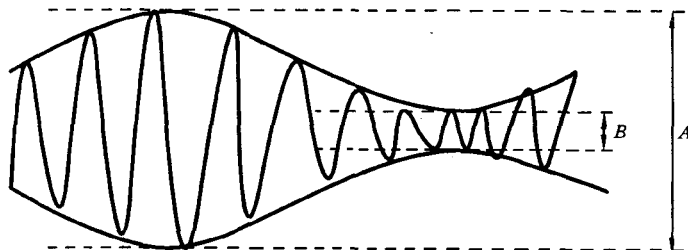


图 1-A-3 调幅信号示意图

(3) 功率和效率测量, V_{P-P} 为电阻 R_L (50Ω) 上的交流电压峰-峰值(用示波器测量), I_{CO} 是功率管的 I_{CO} (用万用表测量)。

(4) 实际测量值达到指标值给满分;低于指标值的酌情给分,但要作出详细的实测记录。

简易发射机电路作品解析

李和平(海军工程大学) 甘良才(武汉大学)

湖北省大学生电子设计竞赛活动中有一赛题是设计制作一简易发射机,这是针对历届全国大学生电子设计竞赛赛题中高频电子设计赛题比例较大,而选此类赛题的参赛队比例偏小这一现象而提出来的。选此类赛题的参赛队较少的原因是参赛队队员对高频电子设计把握不准,畏惧心理较大。为提升湖北省各大专院校学生对高频电子设计的认知和应用水平,特选了本赛题。本设计的重点是设计并制作一个调幅信号源和一个高效率的高频功率放大器。围绕设计重点提出如下基本要求。

① 采用锁相等技术设计并制作调幅信号源(调制信号外加,频率为 100kHz),输出载波和已调波波形无明显失真,载波频率稳定性和准确度优于 1×10^{-5} ,已调波输出幅度为 $V_{pp} = 1V \pm 0.1V$,调制系数 $m_a = 30\%$ 。

② 选用高频小功率管和传输线变压器,借助功率合成技术设计并制作 15MHz 高效高频功率放大器,输出波形对称且无明显失真, -30dB 带宽是 $500\text{kHz} \pm 50\text{kHz}$,在单电源 12V 供电、 50Ω 纯阻负载上的功率 $\geq 40\text{mW}$,效率 $\geq 50\%$ 。

发挥部分则是围绕设计难点提出的,并加强了高效高频功率放大器中高效率输出大功率的要求。其内容是:

① 提高高频功率放大器的输出功率和效率,当负载为 50Ω 纯阻时,输出功率 $\geq 60\text{mW}$,效率 $\geq 60\%$ 。

② 在不改变参数条件下,在负载变为容性负载(50Ω 纯阻与 47pF 电容串联构成)时,在 50Ω 纯阻上的功率 $\geq 60\text{mW}$,效率 $\geq 60\%$ 。

③ 能实时显示功率放大器的输出频率、功率和效率。

④ 其他。

一、设计

简易发射机的设计与制作重点是 15MHz 调幅信号源的设计制作和 15MHz 高效率高频功率放大器的设计制作,而难点是在容性负载时高频功率放大器的高效率和输出大功率,其他的支撑和辅助电路是为重点和难点服务的。

1. 15MHz 调幅信号源的设计

15MHz 调幅信号源的要求是调制信号为 100kHz 正弦信号,载波是 15MHz 正弦信号。具体指标是: $m_a = 30\%$,稳定度和准确度优于 1×10^{-5} ,输出幅度 $V_{pp} = 1V \pm 0.1V$,故而该调幅信号源的设计要围绕这 3 个指标来构思方案。根据题目要求,经综合分析和方案评估,该设计的关键是载频信号的产生和调制。基本方案各队基本相同。15MHz 载波采用锁相方案可保证载波的稳定度和准确度,如图 1-A0-1 所示。

该方案是用单环 PLL 频率合成来产生点频 15MHz 载波的,由于采用了 N 分频和 M 分频,从而使 VCXO 中的晶体谐振器易于获得;同时,当 $M \gg N$ 时, f_c 的稳定度和准确度优于