

实用电子电路设计解例

颜杰先 编著

电子工业出版社

实用电子电路 设计制作例解

颜杰先 编著

电子工业出版社

(京)新登字055号

内 容 提 要

本书从实践性出发,由浅入深,详实系统地介绍了有关模拟电子电路制作和设计方面的技术。阅读本书,特别有利于提高电路制作和设计方面的技术水平及积累有关的工作经验。书中介绍的“卡拉OK混频器”,“环绕立体声接续器”等电路,新颖实用,是难得的电子电路制作方面的资料。

本书适用于从事电子电路制作和初学电路设计的技术人员,电子爱好者及有关专业的大学、专业学校的师生。

实用电子电路设计制作例解

颜杰先 编著

责任编辑:王 宇

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

密云双井印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 $1/32$ 印张: 8.5 字数: 190千字

1993年6月第1版 1993年6月第1次印刷

印数: 10100册 定价: 6.70元

ISBN 7-5053-1873-X/TN·562

前 言

在十年前，只有少数人才有机会操作计算机。随着个人计算机在社会上的日益普及，目前就连小学生也可能运用BASIC语言了。与此相反，制作非程序(软件)的实际存在着的东 西(硬件)，特别是模拟电路的人要比过去更少了。这或许是由于电路本身对初学者来讲难以理解，而且在制作电路时，还必须具备电路知识以外的技术的缘故吧！

本书力求使那些电路制作方面的初学者和那些已经有了初步经验的读者，全面正规地掌握模拟电子电路的制作和设计技术。在本书前半部分的基础篇中，详细讲解了模拟电路具体制作时常用的基本知识；在本书的制作篇中，讲述了具体数据的确定方法，并示范了实际电路的设计。

在基础篇“第一章 电路图中没有标明的制作技术”中，详细地介绍了制作电路之前应该知道的事项、布线方法以及元器件的配置等。在“第二章 运算放大器的使用方法”、“第三章 晶体管、晶体二极管的使用方法”中，叙述了晶体三极管和二极管是什么，以及它们的基本功能。在“第四章 电阻器和电容器的使用方法”中，介绍了电阻和电容的种类与特征。

在制作篇中，从九个方面介绍了模拟电路的设计，在这些章节中全面讲解了电路的工作原理，以及集成电路或晶体管的选用方法、CR参数的确定方法。这些内容均是通过实际计算而获得的。而且，本书所有内容都是作者通过实际制作并进行了功能确认的。

通过阅读本书和实际制作，能够学习到一般理论书籍和制作资料中难以获得的电子电路的知识，特别有利于技术水平的提高和工作经验的积累。

本书电路中凡涉及市电电源电路参数，均按交流100V或交流110V设计。中国市电标准的交流220V，请读者特别注意。

作 者

1991年11月于北京

目 录

基 础 篇

前 言

第一章 电路图中没有注明的制作技术	3
1.1 制作之前的准备	3
(1) 购买元器件时的注意事项	3
(2) 集成电路和大规模集成电路的使用	5
(3) 印制电路板的使用	3
(4) 必要的工具	7
(5) 电烙铁的选择	10
1.2 布线技术	12
(1) 输入线与输出线不能靠近	12
(2) 电平差大的导线不能靠近	13
(3) 小信号接地与大信号接地的区别	14
(4) 电源接地线应按电路板分别集中	16
(5) 电源用电解电容器应考虑电流方向	17
(6) 电流回路应尽量小	18
1.3 元器件的安装	20
(1) 电源电路、功放电路应远离微弱信号电路	20
(2) 双晶体管和场效应管应尽量靠近安装	21
(3) 容易受温度影响的元器件应远离热源	23
(4) 进行热设计时应考虑空气的流通	25
(5) 元器件的安装应考虑便于使用	27

第二章 运算放大器的使用方法	30
2.1 运算放大器简介	30
(1) 什么叫做运算放大器	30
(2) 封装方式	30
(3) 单、双、四运算放大器	32
(4) 原型和复制型产品	33
(5) 运算放大器的互换性	33
(6) 电源供电方式	33
2.2 运算放大器的基本工作原理	36
(1) 理想运算放大器的工作原理	36
(2) 实际的运算放大器	39
(3) 参数的设定	41
第三章 晶体管和晶体二极管的使用方法	44
3.1 晶体管的种类及外形	44
(1) 晶体管的种类	44
(2) 外壳及引线的安装	46
(3) 晶体管的互换性	48
3.2 晶体管的基本工作原理	49
(1) 基极电压、电流与集电极电流的关系	49
(2) 放大电路的基本形式	51
3.3 晶体二极管的使用	53
(1) 基本特性	53
(2) 二极管的种类及其基本使用方法	55
第四章 电阻器和电容器的使用方法	59
4.1 电阻器的使用方法	59
(1) 电阻器的种类及其使用方法	59
(2) 色码的读法	62
(3) 电阻值	63
(4) 额定功率	65

(5) 可变电阻器与半可变电阻器	67
4.2 电容器的使用方法	69
(1) 电容器的种类与用途	69
(2) 电容量的表示方法	74
(3) 耐 压	76

制 作 篇

第一章 电源电路的设计	81
1.1 跟踪电源的电路设计	82
(1) 基准电压发生电路	83
(2) 分压电路	84
(3) 误差放大电路	86
(4) 输出短路保护电路	89
(5) 控制电路	90
(6) 负端稳压电路的设计	92
1.2 散热回路的设计	94
1.3 稳压电路的应用	95
(1) NiCd电池充电器	95
(2) 转换型稳压电路	97
(3) 功率晶体管(T_{r3} 、 T_{r3}')的小型化	97
附录1 提高电容器耐压的方法	99
第二章 h_{FE} 测试仪的设计	101
2.1 三极管的基本工作原理	101
(1) I_C-V_{BE} 特性	102
(2) I_C-V_{CE} 特性	103
(3) $h_{FE}-I_C$ 特性	104
(4) h_{FE} 测定的基础知识	104
(5) 简易型 h_{FE} 测试仪	105

附录2 无极性(非极性)电容器的制作方法	107
2.2 h_{FE} 测试仪的设计	108
(1) 控制电路的设计	109
① 恒流电路	109
② 恒压电路	110
③ I_B 控制用运算放大器的外围元器件	111
④ 仪表放大器	112
(2) 除法电路的设计	114
① NJM4200	114
② 在四象限乘法器中的应用	114
③ 除法电路的基本结构	116
(3) 实际的除法电路	118
第三章 功率放大器的设计	122
3.1 低电压工作的功率放大器电路分析	122
(1) BA515的电路组成	123
① 直流工作	124
② 无功电流的确定	125
③ 增益的求法	126
④ 最低工作电压的讨论	127
⑤ 自 举	128
3.2 低电压工作的功率放大器的设计	129
(1) 全电路的构成	130
① 使用晶体管的注意事项	131
(2) 电路设计	131
① 偏量电路	131
② 初级差分放大电路	133
③ 第二级差分放大电路	134
④ 输出级	135
⑤ 反馈电路	138

⑥ 增益的计算	139
⑦ 本电路的特性	141
第四章 有源滤波器的设计	143
4.1 滤波器基础	143
(1) 各种滤波器的传输特性	143
(2) 可变状态型滤波器	146
(3) 互导型放大器在滤波器中的应用	148
4.2 滤波器的设计	149
(1) 互导型放大器LM13600	149
(2) 滤波器的组成	151
(3) 滤波器的规格	152
4.3 具体设计	152
(1) 滤波电路	152
(2) 输入缓冲放大器	153
(3) 滤波器部分	154
(4) β 电路(VCA)	156
(5) 电压-电流转换电路	158
① f_o 控制用电压-电流转换电路	158
② Q 控制用电压-电流变换电路	159
第五章 图示均衡器的设计	162
5.1 图示均衡器的工作原理	163
(1) 图示均衡器的基本组成	164
(2) 提升量与下降量	164
(3) 波峰(或波谷)的锐度 Q	165
5.2 采用半导体电感的图示均衡器	166
(1) 半导体电感	166
(2) 使用半导体电感的图示均衡器的组成	167
5.3 图示均衡器用集成电路	167
(1) 专用图示均衡器集成电路的种类	167

(2) M5226	168
5.4 10段图示均衡器的设计	170
(1) 谐振频率与Q的设定	170
(2) 谐振电路的设计	171
(3) 外围电路的设计	173
附录3 介质损耗与损耗角正切($\tan\delta$)	175
第六章 卡拉OK混频器的设计	177
6.1 概 要	177
6.2 语音消除电路	178
(1) 基本原理	178
(2) 电路的组成	179
(3) 电路的设计	180
① 差动放大器	180
② 低通滤波器(LPF)	181
③ 加法器(1)中 R_5 、 R_6 、 R_7 的确定	183
④ 加法器(2)	184
6.3 话筒输入放大器	185
(1) TA7325P的使用方法	185
(2) 电路设计	186
6.4 其他部分	189
(1) 辅助放大器	189
(2) LEVEL/PANPOT调整	190
(3) 混频放大器	191
6.5 结 尾	193
(1) 使用方法	193
第七章 环绕立体声接续器的设计	195
7.1 环绕立体声的概况	195
7.2 缓冲放大器的设计	197
(1) 具体设计	197

7.3 BBD部分的设计	199
(1) BBD概要	199
(2) 具体设计	201
7.4 低通滤波器的设计	202
(1) 滤波器的种类	203
(2) 切比雪夫滤波器的设计方法	204
(3) 低通滤波器(LPF ₁)的设计	207
(4) 低通滤波器LPF ₂	210
7.5 倒相器的设计	211
7.6 结束语	212
第八章 双通道对讲机的设计	215
8.1 双线变换电路	215
(1) 双线变换原理	216
① 从IN到I/O	217
② 从I/O到OUT	217
③ 从IN到OUT	218
(2) 电路设计	219
附录4 喇叭的使用方法	222
8.2 话筒输入放大器与喇叭输出放大器	223
(1) 关于TA7628P	223
(2) 话筒输入放大器的设计	225
(3) 功率放大器的设计	227
(4) 波纹滤波器	229
附录5 防止振荡	230
8.3 结束语	231
(1) 调整方法	231
附录6 集成电路未使用脚的处理方法	233
第九章 带有振荡器的失真率计的设计	236
9.1 失真率检测基础	236

(1) 什么叫失真率	236
(2) 失真率的检测方法	239
(3) 失真率计的结构	240
9.2 振荡器的设计	241
(1) 振荡电路的设计	241
(2) 输出电平调整与输出缓冲放大器	245
9.3 失真率仪的设计	245
(1) 输入电平调整与输入放大器	245
(2) 陷波滤波器	247
(3) 量程转换与输出放大器	250
9.4 失真率仪的调整与使用	252
(1) 调 整	252
(2) 使用方法	254
(3) 失真率仪的特性	255

基 础 篇

第一章 电路图中没有注明 的制作技术

在制作电子电路时，应按电路图制作，然而实际上完全按照电路图进行制作是不行的。其原因在于，实际的印制电路板布线线条具有电阻和电感量，在元器件与线路之间，存在着寄生容量。并且，电阻和电容若按电路图上所标的数值选取，也并非理想状况。

问题是，如何使这种非理想的电阻、电容能使其误差忽略不计。电路图中未标出的注意事项，对于行家而言不必顾虑，而对于初学者来讲，则是必须搞清楚的，因此，本章将对这些应该注意的事项予以介绍。

1.1 制作之前的准备

(1) 购买元器件时的注意事项

例如日本的秋叶原之类的元器件商店，几乎都是由顾客自选的自助式商店。在这类商店中，电阻、电容等元器件基本上都是以各种不同参数排列在用隔板隔开的盒子之中的。在每个盒子中，盛放着数十只，乃至数百只相同参数的产品，顾客可以根据自己的需要从中选取。但是这时应注意防止如图1-1所示的，相邻的产品盒中不同参数的产品相互混入。例如，在盛有 $1k\Omega$ 电阻器的盒子中，混入了几只 $1.1k\Omega$ 或 910Ω 的产品。而这些混入的产品大约都是顾客在取货时，不慎弄

错了的。



图1-1 相邻产品盒内电阻器的混入

因而, 顾客在购买元器件时, 必须自己确认产品上所标明的参数。就是说, 应该看清产品的色码, 以免顾客回家之后发现产品参数值弄错而成笑话。

此外, 还经常发现在所出售的旋钮上缺少固定螺钉, 因此顾客在选购旋钮时, 不仅要注意其设计式样和尺寸, 而且还应确认所带的螺钉齐全之后, 才能购买(见图1-2)。



图1-2 购买旋钮时的注意事项

虽然是极为少有, 然而也会在商店里遇上一些废品。作者曾经将电池盒买回家, 要使用时才发现, 正负两端均安装着正向端子, 不能使用。顾客在购买电池盒时, 如果仔细地注意挑选, 即可避免这类问题。