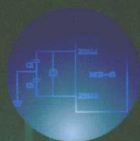


电子工程设计与应用百例系列

实用电子制作百例

兰吉昌 等编



Electron



化学工业出版社

电子工程设计与应用百例系列

实用电子制作百例

TN
L036

兰吉昌 等编

Electron

TN
L036



化学工业出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

实用电子制作百例 / 兰吉昌等编. —北京: 化学工业出版社,

2009.7

(电子工程设计与应用百例系列)

ISBN 978-7-122-05405-0

I. 实… II. 兰… III. 电子器件—制作 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 060307 号

责任编辑: 宋 辉

文字编辑: 高 震

责任校对: 周梦华

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 12½ 字数 336 千字

2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

我们的生活离不开电子的应用，各种电器已经深入到我们的生活、工作和其他场所中。从 20 世纪 90 年代开始，电子技术取得了巨大的进步，电子元器件的体积变得越来越小，重量越来越轻，功耗也越来越低，而且可靠性得到了极大提高，这些都为以电子技术为基础的产业的发展提供了更为优越的条件。

电子技术的发展，使得目前在单片机电路、电池充电器电路、开关稳压电源电路、线性稳压电源电路、发射及接收天线电路、收音机与电视机电路、音响与功放电路、高频射频电路、遥控器电路、报警器电路、防盗器电路、仪器仪表电路、医疗保健电路、灯光控制电路、LED 电路、自动控制电路、通信电路、玩具电路等方面积累了大量优秀的电路和应用技巧。

另外，我国每年都举行电子制作大赛，这也更加推动了高校相关专业学生掌握电子制作的热情。大规模半导体技术的发展，必将使电子制作更加具有高效性和实用性，也使得电子产品在我们生活中的应用更加广泛。

本书包括 135 个实用电路的实例，在每一个实例中，都以“电路说明”、“元器件清单”、“核心器件介绍”为模式进行介绍，使读者一目了然，易读易懂。

本书共分 6 章。

第 1 章为放大电路实例，放大电路在实际工作中的应用十分广泛，是电子设备中最普遍的一种基本单元。本章主要通过 19 个具体实例来介绍温度、压力、流量等非电量测量过程中放大电路的应用。

第 2 章为控制电路实例，主要通过 25 个具体实例来介绍节能、环保、自动化、智能化、机电一体化等方面控制电路的应用。

第 3 章为信号生成电路，主要通过 23 个具体实例来介绍各种波

形的信号，如正弦波、方波、三角波等信号生成电路的应用。

第4章为电源电路实例，主要通过17个具体实例来介绍电源电路的应用。电源部分的设计，尤其是功放电路是非常重要的。

第5章为信号转换电路实例，主要通过20个具体实例来介绍信号转化的方法和工作原理，信号构成的基本方法是将一种波形变换成另外一种波形。

第6章为综合应用电路实例，主要通过31个实际应用的例子，来介绍电子制作综合应用电路。

本书以实用技术为主，内容通俗易懂，重点突出。本书适合电子技术人员以及高校相关专业的师生阅读。

参与本书编写的还有赵光、王波波、刘文涛、赵辉、刘群、吴丽、邹晓琳、兰婵丽等。限于我们的水平，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正！

编 者

化工出版社电子类图书推荐

书 名	定价/元
现代集成电路测试技术	95
现代数字集成电路设计	35
常用集成电路实测数据手册	88
低成本倒装芯片技术——DCA, WLCSP和PBGA芯片的贴装技术	68
微电子机械系统	28
微纳电子器件	45
电子制造技术——利用无铅、无卤素和导电胶材料	78
新型集成稳压器应用指南	33
电源集成电路手册(上、下)	136
DSP处理器和微控制器硬件电路	58
机电控制集成电路手册	120
数字电位器应用指南	25
开关电路手册	58
数字逻辑集成电路手册	92
无线接收发射应用集成电路手册	150
新型开关电源电路分析与检修案例	45
信号采集与处理集成电路手册	98
实用电子技术培训读本——电子技术基础问答	26
实用电子技术培训读本——电子测量技术问答	24
实用电子技术培训读本——电子电路识图	19
实用电子技术培训读本——电子电路制作指导	26
实用电子技术培训读本——电子元器件的选用与检测问答	28
图说数字电子技术	16
最新实用电工手册	148
电工电子计算手册	42
电工技术培训读本——电工材料	18
电工技术培训读本——电路与电工测量	18
电工技术培训读本——电气控制与可编程控制器	24
电工技术培训读本——工厂电气试验	19
电工技术培训读本——工厂供配电技术	19
小功率异步电动机维修技术	39
实用电机控制电路维修技术	28

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著,请与编辑联系。

地 址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

编 辑:010-64519262

目 录

第 1 章 放大电路实例	1
1.1 放大电路简介	1
1.1.1 基本放大电路	1
1.1.2 集成运算放大器	3
1.2 放大电路应用实例	4
【例 1-1】 LM386 语音放大电路	4
【例 1-2】 由线性光耦 TIL300 组成的放大电路	6
【例 1-3】 由 CD4069 芯片构成的助听、记忆增强和催眠 功能一体机	10
【例 1-4】 发射机功率放大电路	12
【例 1-5】 音频自动增益控制放大电路	14
【例 1-6】 由三极管 JE9018 组成的简易无线麦克	17
【例 1-7】 由 MAX454 组成的视频切换装置	20
【例 1-8】 立体声功率放大电路	25
【例 1-9】 由二极管控制电源的功放	30
【例 1-10】 由三极管 9013 构成的功放电路	33
【例 1-11】 由 2SJ77 构成的音频功放电路	40
【例 1-12】 由三极管 UTC9018 组成的无线话筒	45
【例 1-13】 由 TDA1308 组成的放大器电路	47
【例 1-14】 由 LM2896 构成的扩音录音两用电路	50
【例 1-15】 由 LM377 组成的功率放大电路	53
【例 1-16】 由三极管 9015 组成的放大电路	55
【例 1-17】 由 BUK465 构成的高压放大器	58
【例 1-18】 由 OP77 运算放大器组成的宽带电路	62
【例 1-19】 由 2SC1279 等晶体管组成的功率放大器	65
第 2 章 控制电路	68
2.1 控制电路基本介绍	68
2.1.1 继电器	68
2.1.2 晶闸管	71

2.2	控制电路实例	73
【例 2-1】	运用继电器进行时间控制	73
【例 2-2】	运用继电器设计电机工作控制电路装置	75
【例 2-3】	用继电器进行温度控制电路	79
【例 2-4】	利用双向可控硅设计的检测点火装置	82
【例 2-5】	多功能光控警报电路	84
【例 2-6】	自制线路防盗报警电路	85
【例 2-7】	简易的自动补偿温度控制电路装置	88
【例 2-8】	自制便携式贵重物品触摸报警电路装置	89
【例 2-9】	音频信号指示电路	91
【例 2-10】	由 NE555 参与的灯泡驱动电路	93
【例 2-11】	自动调光灯的设计	94
【例 2-12】	水位控制电路	96
【例 2-13】	红外线防盗报警装置电路	99
【例 2-14】	简易的声光双控电路	103
【例 2-15】	自动加热电热毯温度控制电路	105
【例 2-16】	监测电压报警电路	107
【例 2-17】	有继电器参与的间歇控制电路	109
【例 2-18】	雷电发生报警电路	111
【例 2-19】	物体接近控制电路	113
【例 2-20】	光控报警电路	115
【例 2-21】	彩灯控制电路	117
【例 2-22】	自动照明控制电路	119
【例 2-23】	吊灯分组控制开关电路	121
【例 2-24】	过流保护电路	125
【例 2-25】	直流电压生成电路	126
第 3 章	信号生成电路	129
3.1	波形产生电路基本介绍	129
3.1.1	正弦波产生电路	129
3.1.2	非正弦波振荡电路	137
3.2	信号产生电路实例	141
【例 3-1】	低频多种波形发生电路	141
【例 3-2】	节奏可变的多种信号发生电路	144
【例 3-3】	有集成电路 SG207 参与的单双频信号发生电路	147
【例 3-4】	仿海浪声发声电路	150

【例 3-5】	有集成电路 KD9561 参与的发声电路	154
【例 3-6】	音频噪声发生电路	156
【例 3-7】	模拟环绕立体声电路	159
【例 3-8】	多频率信号发生电路	161
【例 3-9】	高频信号发生电路	164
【例 3-10】	有 LM377 参与的正弦波振荡电路	166
【例 3-11】	有通用型运算放大器 LF356 参与 的正弦波振荡电路	167
【例 3-12】	1Hz 脉冲生成电路	169
【例 3-13】	低频率电压信号生成电路	171
【例 3-14】	由反相器 CD4069 构成的简易多谐振荡电路	173
【例 3-15】	精确的定时器秒信号发生电路	174
【例 3-16】	负电压信号生成电路	176
【例 3-17】	振幅可调的三角波、矩形波发生电路	177
【例 3-18】	有 LM139 参与的方波信号生成电路	179
【例 3-19】	多频率信号发生电路	181
【例 3-20】	简易的倍频放大电路	183
【例 3-21】	由反相器构成的稳定的正弦波发生电路	185
【例 3-22】	有 D 触发器参与的方波信号生成电路	186
【例 3-23】	双向三角波生成电路	187
第 4 章	电源电路	190
4.1	电源电路的基本介绍	190
4.1.1	D 级放大电路	190
4.1.2	MOSFET 电路	190
4.1.3	高性能平衡绝缘电路	191
4.2	电源电路实例	191
【例 4-1】	由二极管 1N4001 组成的单电源转换 成双电源电路	191
【例 4-2】	开关稳压电源电路	193
【例 4-3】	由 LM3524D 组成的电源电路	197
【例 4-4】	微型 UPS 电路	204
【例 4-5】	由 MAX668 组成的变换器电路	213
【例 4-6】	直流变换器电路	217
【例 4-7】	由 LT1619 组成的电源变换电路	220
【例 4-8】	由 LT1767 组成的双路输出开关电源电路	224

【例 4-9】	由 LT1930 组成的升压变压器电路	228
【例 4-10】	由 LT1641 组成的热插拔变换器电路	230
【例 4-11】	LTC1435 组成的降压变换器	234
【例 4-12】	基准电压电路	238
【例 4-13】	由 LTC1422 组成的电源电路	242
【例 4-14】	有 LT1431 参与的线性稳压电路	245
【例 4-15】	由 TL431 组成的并联稳压电路	249
【例 4-16】	由 UCC3813-5 构成的调制解调器线 路接口电源电路	251
【例 4-17】	升压变换器电路	255
第 5 章	信号转换电路	259
5.1	信号转换电路的基本介绍	259
5.1.1	波形信号转换电路	259
5.1.2	信号处理电路	264
5.2	信号转换电路实例	269
【例 5-1】	有 AD736 参与的有效值-直流转换电路	269
【例 5-2】	由 LM301A 构成的交流-直流转换电路	272
【例 5-3】	三种简易电流-电压转换电路	275
【例 5-4】	由场效应管构成的电流-电压转换电路	277
【例 5-5】	具有较高输出的电压-电流转换电路	279
【例 5-6】	有运算放大器 TL082 参与的电流-频率转换电路	280
【例 5-7】	有电压-频率转换器 LM331 参与的电流- 频率转换电路	282
【例 5-8】	有精密电容开关 LTC1043 参与的电压- 频率转换电路	285
【例 5-9】	由 LM324 构成的人体电能信号生成电路	288
【例 5-10】	高频率交流-直流转换电路	290
【例 5-11】	正弦波信号转换电路	295
【例 5-12】	采用集成电路芯片的交流-直流转换电路	297
【例 5-13】	简易的湿度-频率转换电路	300
【例 5-14】	电荷平衡式电压-频率转换电路	303
【例 5-15】	三种简易的温度-电压转换电路	304
【例 5-16】	复位式电压-频率转换电路	308
【例 5-17】	简易的电流-电压转换电路	310
【例 5-18】	经典的交流-直流转换电路	312

【例 5-19】	直流-直流转换电路	318
【例 5-20】	温度-频率转换电路	320
第 6 章	综合应用电路	323
【例 6-1】	SCR 组成的交流调压器电路	323
【例 6-2】	LM339 构成的激励开关电路	325
【例 6-3】	PWM 直流伺服电路	327
【例 6-4】	由 LT3710 组成的稳压同步整流电路	330
【例 6-5】	由 3DK5 组成的信号发生器	334
【例 6-6】	由 TL082 组成的滤波器电路	335
【例 6-7】	简单的检测电缆断裂电路	337
【例 6-8】	由 CA3062 组成的脉冲丢失报警系统	338
【例 6-9】	由热敏电阻组成的保护电路	340
【例 6-10】	光电池振荡电路	342
【例 6-11】	可编程晶体振荡电路	344
【例 6-12】	由 C9018 组成的晶振测试电路	345
【例 6-13】	由 UPC1651 组成的多用信号发生器电路	348
【例 6-14】	CC4051 构成的音响发生电路	349
【例 6-15】	由 HD9712 组成的电子节能灯电路	353
【例 6-16】	熔断器电路	355
【例 6-17】	由 CD4017 组成的功率可调电路	356
【例 6-18】	幅度调制检波电路	357
【例 6-19】	简单的检波器电路	360
【例 6-20】	由热敏电阻构成的电子蜡烛	361
【例 6-21】	由 BC108 组成的噪声发生电路	363
【例 6-22】	由晶体振荡器组成的累加计时电路	365
【例 6-23】	三态逻辑电平测试电路	366
【例 6-24】	由 NE555 组成的温控器电路	367
【例 6-25】	对讲机电路	372
【例 6-26】	由 MCP604 组成的交流电压测量模块硬件电路	374
【例 6-27】	简易信号灯电路	377
【例 6-28】	简易温度测量电路	378
【例 6-29】	自动增益控制电路	379
【例 6-30】	由传感器组成的缺氧监测电路	381
【例 6-31】	方波和锯齿波发生器	383
参考文献		386

第 1 章 放大电路实例

放大电路在实际工作中的应用十分广泛，是电子设备中最普遍的一种基本单元。如在需要将反映加工要求的控制信号加以放大的自动控制机床方面，或在温度、压力、流量等非电量测量过程中，通常是把这些非电量的模拟量通过传感器变换为微弱的数字化的电信号，然后放大，最后从显示仪表上读出其值。在放大电路中起放大作用的器件是晶体管。

1.1 放大电路简介

放大电路从结构上来看，可分为基本放大电路和集成放大电路。基本放大电路是由分立的元件组成的；而集成放大电路是相对分立电路而言的，它是把整个电路的各个元件以及相互之间的联系同时制造在一块半导体芯片上，组成一个不可分割的整体。

1.1.1 基本放大电路

基本放大电路由放大器件、直流电源、偏置电路、输入电路和输出电路五大部分组成。既然是放大电路，放大器件当然就是不可或缺的，放大器件利用其工作在放大区时具有电流或电压的控制特性来实现放大作用；直流电源通过偏置电路给器件提供适当的偏置电流或电压来确保器件工作在放大区，合理的输入和输出电路可以保证信号有效地输入和输出。

共发射极的放大电路的基本单元有三种接法，如图 1-1 所示。

虽然以上三个电路的接法有所不同，但是除了图 1-1(a)中多一个电源 E_B 外，三个电路用到的器件是相同的。

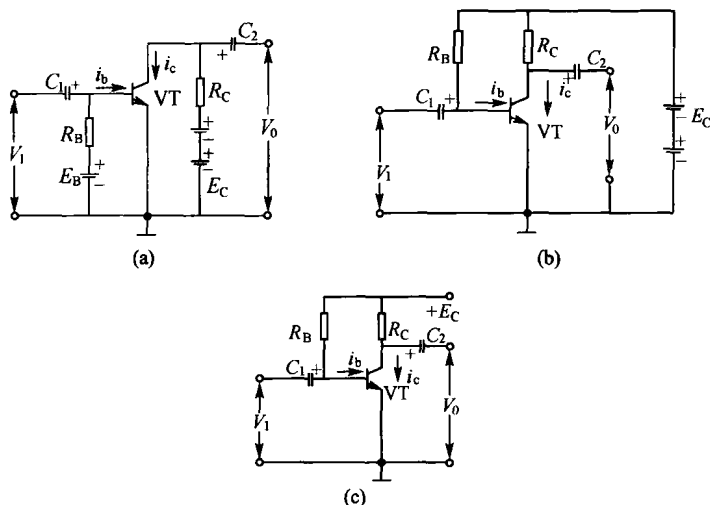


图 1-1 共发射极的放大电路

(1) 晶体管 VT 晶体管是放大电路中的放大元件，也是整个电路的核心。晶体管 VT 分为 PNP 型和 NPN 型两种，图 1-1 中是 NPN 型晶体管，利用它的电流放大，在集电极电路获得放大的电流，此电流是受输入信号控制的，因此晶体管 VT 也可以说是一个控制元件。

(2) 直流电源 E_C 通常也称之为集电极电源 E_C ，一般为几伏至几十伏。它有以下三方面的功能：

- ① 为输出信号提供能量；
- ② 通过 R_B 给晶体管的发射结提供正向偏压；
- ③ 通过 R_C 给晶体管的集电结提供反向偏压。

(3) 集电极负载电阻 R_C 通常简称为集电极负载，阻值范围一般为几千欧至几十千欧， R_C 的主要作用是将从集电极电流变化转化为电压的变化。

(4) 基极电阻 R_B 提供大小适当的基极电流 I_B ，以便放大电路获得合适的工作点，其阻值范围一般为几十千欧至几百千欧。

(5) 耦合电容 C_1 和 C_2 它们一般为几微法至几十微法的极性

电容，因此连接电路时应注意其极性。其作用是隔直和交流耦合。 C_1 可以隔断放大电路与信号源之间的直流通路， C_2 则是隔断放大电路与负载之间的直流通路；交流耦合即是保证交流信号畅通无阻地经过放大电路，沟通信号源、放大电路和负载三者之间的交流通路。

在放大电路中，通常把公共端接“地”，设其电位为零，并把它作为电路中各个电位的参考点，因此电路中各点的电压都是该点对此参考点的电位差，此参考点在图中用“ $\perp$ ”表示。

综上所述，要判断一个电路是否具有放大的作用，可以分析电路是否满足放大电路的条件，即放大器是否工作在放大区、元件的安排是否能保证信号有效地传输、元件参数的选择是否能保证输入信号得到不失真放大。

1.1.2 集成运算放大器

集成运算放大器作为基本运算单元，可以完成加、减、乘、除、积分和微分等数学运算。

集成运算放大器有以下四大特点：

① 各级之间都采用直接耦合，基本上不采用电容元件，若必须采用电容器，大多是采用外接的办法；

② 集成电路中的各个晶体管是通过同一工艺过程制作在同一硅片上的容易获得特性相近的差动对管；

③ 集成运算放大器中往往用晶体管恒流源代替电阻，必须用直流高电阻时，采用外接的方式；

④ 集成运算放大器把发射极、基极、集电极三者适当组配使用，二极管都采用晶体管构成。

集成运算放大电路通常由输入级、中间级、输出级和偏置电路四个基本组成部分组成。如图 1-2 所示。

① 输入级：要求它输入电阻高，能减小零点漂移和抑制干扰信号，是提高运算放大器质量的关键部分。

② 中间级：要求它电压放大倍数高，主要是进行电压放大。

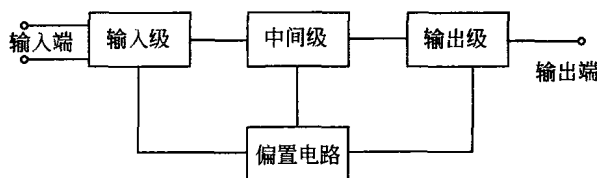


图 1-2 运算放大器方框图

③ 输出级：与负载相连。要求其输出电阻低，带负载能力强，能输出足够大的电压和电流。

④ 偏置电路：是为输入级、中间级和输出级的电路提供稳定和合适的偏置电流，从而来决定各级的静态工作点。

输入级通常采用有同相和反相两个输入端的差动放大电路；中间级一般是采用共发射极的放大电路；而输出级一般是由互补对称电路或射极输出器构成。

1.2 放大电路应用实例

下面将通过 19 个具体实例来介绍放大电路的应用。

【例 1-1】LM386 语音放大电路

1. 电路说明

如图 1-3 所示是 LM386 语音放大电路图，该电路是一个两级的

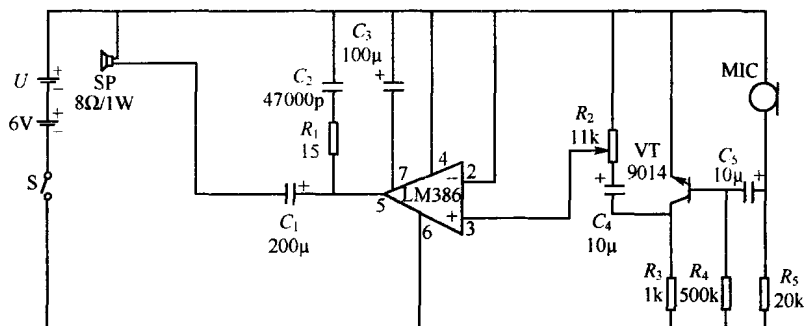


图 1-3 LM386 语音放大电路图

放大电路。从整个电路图来看，电路并不复杂，前级的放大核心是三极管 VT9014，而后级则是以 LM386 为核心的一个功率放大级。其中电容 C_3 的作用是滤波，用以滤除电源中的干扰，电阻 R_1 和电容 C_2 组成一个频率补偿网络，其目的是抵消扬声器音圈电感在高频时产生的负面干扰，防止高频自激，改善电路的高频特性。

2. 元器件选择

如表 1-1 所示为元器件选择清单。

表 1-1 元器件清单列表

编 号	名 称	参 数	数 量
R_1	电阻	15 Ω	1
R_2	电阻	11k Ω	1
R_3	电阻	1k Ω	1
R_4	电阻	500k Ω	1
R_5	电阻	20k Ω	1
C_1	电解电容	200 μ F	1
C_2	陶瓷电容	47000pF	1
C_3	电解电容	100 μ F	1
C_4, C_5	电解电容	10 μ F	2
SP	扬声器	8 Ω /1W	1
LM386	集成功率放大器	50k Ω /660mW	1
MIC	话筒	小型驻极体电容话筒	1
VT9014	三极管	50V/0.1A/0.4W	1

3. 核心器件介绍

本电路的核心器件是 LM386，它是美国国家半导体公司生产的音频功率放大器。

其主要技术指标如下：

- (1) 静态功耗低，约为 4mA，可用电池供电；
- (2) 额定功率为 660mW；
- (3) 输入阻抗 50k Ω ；
- (4) 电压增益范围可调：20~200dB；
- (5) 工作电压范围宽：4~12V 或 5~18V；

(6) 封装形式: 塑料封装 8 引脚双列直插式和贴片式两种。

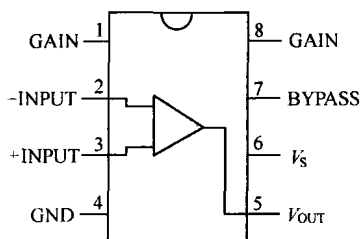


图 1-4 LM386 引脚图

端以地电位作参考，同时输出端被自动偏置到电源电压的一半，在 6V 电源电压下，它的静态功耗仅为 24mW，因此 LM386 特别适用于由电池供电的场合。

【例 1-2】由线性光耦 TIL300 组成的放大电路

1. 电路说明

如图 1-5 所示是线性光耦 TIL300 组成的放大电路。此电路主要采用了线性光耦耦合放大电路，可以对电路中的各路信号进行放大、校正，供模数转换使用。电路中的线性光耦耦合器件 TIL300 可以有

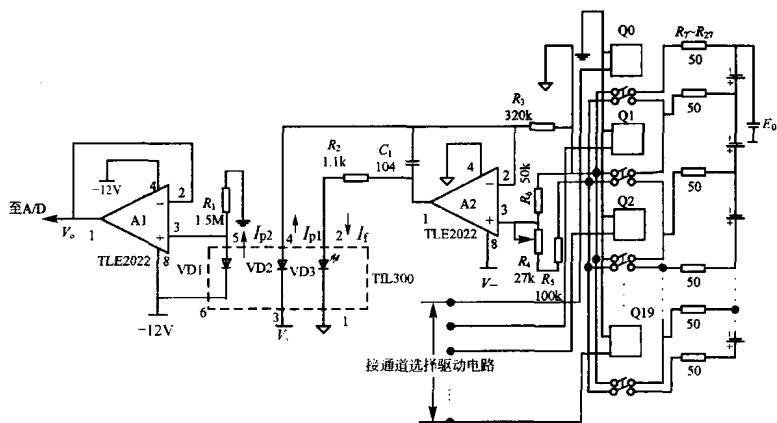


图 1-5 线性光耦 TIL300 组成的放大电路