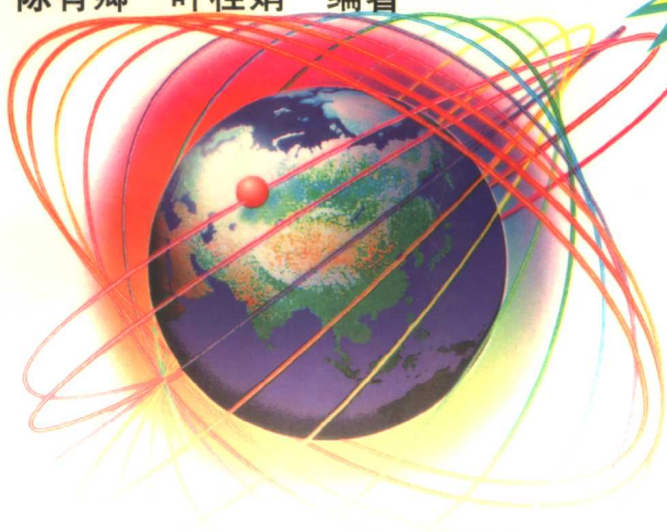


青少年电子制作大世界丛书

数字集成电路 小制作

陈有卿 叶桂娟 编著

5



人民邮电出版社

07 07 07

青少年电子制作大世界丛书⑤

数字集成电路小制作

陈有卿 叶桂娟 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是青少年电子制作大世界丛书的第五分册。共介绍了29个实用、有趣的数字集成电路小制作,全部按电路原理、元器件选择、制作与使用三部分详细讲解。其中包括门铃、报警器、玩具、定时开关、仪器仪表、灯具、家用小电器和电子保健器具等。书中数字电路全部采用CD4000系列CMOS集成电路,取材容易,价格低廉。青少年朋友通过这些制作,可初步了解CMOS集成电路,为今后进一步学习数字电路知识打好基础。

青少年电子制作大世界丛书⑤

数字集成电路小制作

SHUZI JICHENGDIANLU XIAOZHIZUO

陈有卿 叶桂娟 编著

责任编辑 贾安坤

*

人民邮电出版社出版发行

北京朝内南竹杆胡同111号

北京市朝阳展望印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/32 1996年1月 第 一 版

印 张:4 1996年1月 北京第1次印刷

字 数:85 千字 印数:1-15 000 册

ISBN 7-115-05851-2/TN·956

定价:5.00 元

青少年电子制作大世界丛书

编 委 会

主 任：牛田佳

副主任：李树岭

编 委：刘宪坤 陈有卿 陈国华

孙中臣 张国峰 顾灿槐

任致程 聂元铭 贾安坤

青少年电子制作大世界丛书前言

随着现代科学技术的迅速发展,电子技术在国民经济各个领域得到了极为广泛的应用,琳琅满目的电子产品进入了千家万户。为了普及电子技术,满足广大青少年和业余电子爱好者学习和掌握电子技术的需要,我们组织编写了这套“青少年电子制作大世界”丛书。丛书由:《1.5V 低压电子趣味制作》、《新颖简易收音机制作》、《音乐集成电路趣味制作》、《555 时基电路趣味制作》、《数字集成电路小制作》、《趣味遥控自控电路小制作》、《门铃和报警器小制作》、《趣味电子玩具小制作》、《实用电子灯具制作》、《实用家用电器保护器制作》等 10 册组成。为了使广大青少年和电子初学者能够看得懂、用得上,丛书在文字叙述上,力求深入浅出,通俗易懂;在电路选择上,力求简易、新颖、有趣和实用,且由简到繁、循序渐进;每个制作实例都详细介绍了电路原理、元器件选择、制作要领和调试使用方法,绝大多数电路都配有印制电路板图,青少年朋友可以直接仿制。

本丛书在编写过程中,曾引用了国内报刊的部分资料,对这些资料丛书编写人员都重新进行了实验验证,并根据本丛书特点作了改写或摘编,对此编写人员向资料原作者致以衷心谢意。

青少年朋友在参照本丛书进行制作时,最好先认真阅读附录的基础知识,然后再按节动手制作。制作时可以先简易后复杂逐个进行,也可以从中挑选你喜欢的合适的电路进行制作。在制作过程中,你在享受成功胜利乐趣的同时也不自觉地步入了电子科学殿堂的大门。预祝青少年朋友们能成为 21 世纪电子科

技栋梁之材。

前 言

现代电子设备例如电子计算机,广泛使用了数字集成电路。从现在起,学习一些数字电路的基础知识很有意义。本册主要介绍了 29 个实用、有趣的数字集成电路小制作,涉及门铃、报警器、玩具、定时开关、仪器仪表、灯具、家用小电器和电子保健用品等。书中数字集成电路全部采用 CD4000 系列 CMOS 集成电路,取材容易、价格低廉。重点介绍了六非门(即六反相器) CD4069 和 2 输入端四与非门 CD4011 两种集成电路,此外还选择性地介绍了或非门、异或门、与门、十进制(八进制)计数译码器和双 JK 触发器等共 8 种数字集成电路。青少年朋友通过这些制作,可对 CMOS 集成电路有初步了解,为今后进一步学习数字电路打下良好的基础。希望青少年朋友通过这本小册子,能够对数字集成电路发生兴趣,并从此步入数字电路的科学殿堂。

作 者

目 录

1. 简易振荡器	1
2. 悦耳的电子门铃	5
3. 水位报警器	8
4. 电子军号	11
5. “嘀 嘟”双音发生器	14
6. 电子测电笔	17
7. 电子风铃	20
8. 实验触摸延迟灯	25
9. 实验触摸记忆开关	27
10. 触摸式声光发生器	30
11. BP 机式旅行卫士	33
12. 声控电源插座	38
13. 实用定时开关	44
14. 定时提醒呼叫器	47
15. 门球违例报知器	50
16. 蓄电池充电提醒器	53
17. 触摸式报警器	55
18. 新颖门锁报警器	59
19. 电子米老鼠	62
20. 无源型停电报警器	66
21. 简易电子报信箱	69
22. 光控、触摸两用电源插座	73

23. 过压、欠压保护插座	78
24. 多功能视力保护器	82
25. 电热淋浴器自动加热控制器	87
26. 5 路灯光控制器	92
27. 小小调光灯	97
28. 电子转盘游戏器	100
29. 触摸式密码开关	104
附录 CMOS 4000 系列数字集成电路简介	110

1. 简易振荡器

用一块六反相器集成电路 CD4069 可以很方便地制做一个振荡器,用它可以做一些有趣的实验。

电路原理

图 1-1 是简易的音频振荡器电路图。图中两个矩形符号分

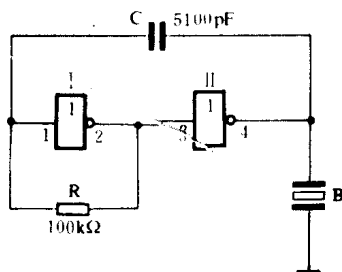


图 1-1 简易音频振荡器电路图

别表示两个反相器,反相器又称非门。反相器的逻辑关系是输入与输出电平关系是正好相反的,即当输入端为低电平“0”状态时,输出端为高电平“1”状态;当输入端为高电平时“1”状态时,输出端为低电平“0”状态。图中画有小圆圈的②、④脚分别是两个反相器的输出端,没有画圆圈的 1 和 3 脚分别是两个反相器的输入端。CD4069 集成电路内部共有 6 个反相器,现在只用其

中2个。图1-2是六反相器CD4069内部逻辑功能和引脚示意图。由图可见它的第14脚和第7脚分别是电源正端 V_{DD} 和电源负端 V_{SS} ，在实际使用中必须将⑭脚和⑦脚与电源相连，但在电原理图中习惯上电源不画出，这与我们以前所熟悉的画法不同。根据这一习惯画法，在图1-1中我们只画出了与反相器有关的元器件，而反相器所需电源就没有画出，这点需请读者注意，以后类似情况就不再声明。

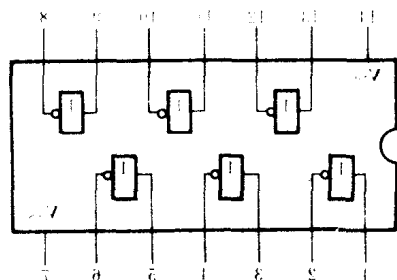


图1-2 六反相器 CD4069 内部逻辑功能和引脚示意图

有了上面这些知识，我们再来分析图1-1的电路工作原理：设某一时刻反相器Ⅰ的输入端①脚为低电平，则输出端②脚为高电平，再经反相器Ⅱ反相，④脚输出低电平，这是一个不稳定的暂态。②脚高电平经电阻 R 向电容 C 充电，使①脚电位逐渐上升。当①脚电平没有达到 CMOS 门电路阈值电平时，②脚和④脚电平不会变化；当①脚电平上升到门电路开门电平 V_{TR} 时，门电路翻转，②脚突变为低电平“0”，④脚输出高电平“1”。这也是一个不稳定的暂态，电容 C 要经电阻 R 放电，放电结果使反相器Ⅰ的输入端①脚电位下降，当降至 V_{TR} 时，反相器Ⅰ和反相器Ⅱ又发生翻转，电路回复到原先状态，电容 C 又开始充电。

……周而复始，电路形成振荡，反相器Ⅰ输出端④脚不断出现高电平和低电平交替变化，即输出方波脉冲，接在④脚与地（即电源负端 V_{SS} ）之间的压电陶瓷片 B 就发出振荡响声，该振荡器振荡频率可近似用公式 $f=1/2.5RC$ 来估算。

图 1-1 可以说是最简单的音频振荡器了，由于它采用压电陶瓷片作为发声元件，故音量不大，如要加大音量可以增加一级

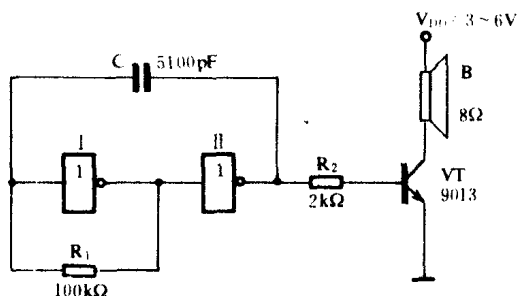


图 1-3 加功率放大的音频振荡器电路图

功率放大，具体电路如图 1-3 所示。反相器Ⅰ输出的方波信号经电阻 R_2 加到三极管 VT 的基极进行放大，因而扬声器 B 能发出响亮的音频振荡声响。

图 1-4 示出该振荡器的另一用途——LED 闪烁器，与图 1-1 相比，图 1-4 中的振荡电阻和电容取值都比较大，故振荡频率较低，仅几赫兹。当反相器Ⅰ输

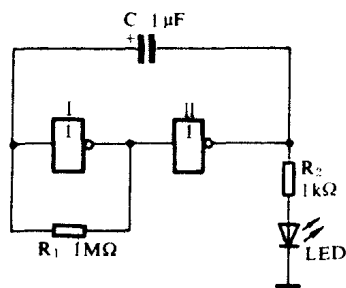


图 1-4 LED 闪烁灯电路图

出高电平时,发光二极管 LED 通电发光;反相器 I 输出低电平时,发光二极管 LED 熄灭。图中只画出一个发光二极管,如果采用 6V 直流电供电,可以用两个发光二极管串联起来,同步闪光,并将限流电阻 R_2 的阻值减为 510Ω 。如将两个发光管镶嵌在动物玩具的眼框里,就可以做成一个有趣的眨眼玩具。

元器件选择

反相器 I 与 II 可用六反相器集成电路 CD4069 中任意两个完好的非门,另 4 个不用的非门,应将其输入端与电源正端 V_{DD} (即⑭脚)或与电源负端 V_{SS} (即⑦脚)相连接,不能悬空,否则易受外界电场干扰,造成逻辑电平混乱。CD4069 采用⑭脚双列直插式塑封包装,内有 6 个完好的非门(即反相器),图 1-2 是它的内部逻辑和引脚示意图。

电阻均用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。图 1-4 中电容用 CD11-10V 型电解电容器,其余用 CT1 型瓷介电容器。LED 可用 $\Phi 5\text{mm}$ 的红色发光二极管。VT 用 9013 型等硅 NPN 三极管, $\beta \geq 100$ 。压电陶瓷片用 FT-27 或 HTD27A-1 型。扬声器可用 $\Phi 50 \sim 100(\text{mm})$ 、 8Ω 小型电动喇叭,如 YD57-2 型等。本节实验电源电压均可在 3~6V 间选用。

制作与使用

图 1-5 是图 1-3 电路的印制电路板图,印制板尺寸为 $50\text{mm} \times 35\text{mm}$ 。该印制板也适用于其它两个电路使用。此印制板中 CD4069 的另 4 个反相器输入端即⑤、⑨、⑪和⑬脚已与电源正端(即⑭脚 V_{DD})相连。

本机电路比较简单,只要接线无误,通电即能正常工作。在实验过程中适当变更振荡电阻或电容,可以发现振荡频率会随

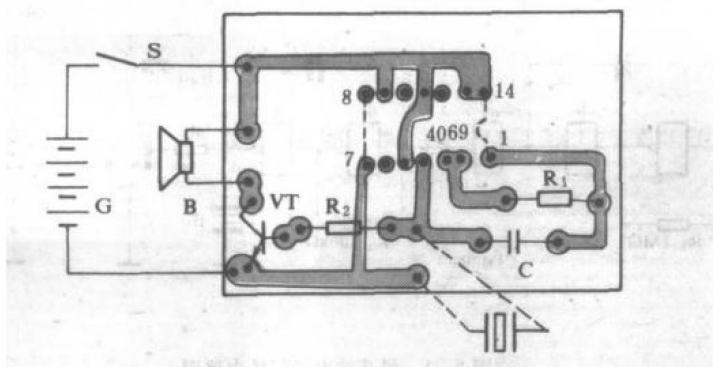


图 1-5 音频振荡器印制电路板图

之变化。 R (或 C)取值大,振荡频率低;反之就高。读者可根据需要调整之。

2. 悦耳的电子门铃

用一块 CD4069 集成电路可以做一个音色悦耳动听的电子门铃。客人来访时按动门铃按钮,它会发出像电台报时声一样的“嘟—嘟—”断续响声,很有新意。

电路原理

电子门铃电路如图 2-1 所示。

由图可见,电子门铃电路由两个振荡器组成,反相器 I 与 II 组成超低频振荡器,反相器 IV 与 V 组成“嘟—”声音频振荡器。反

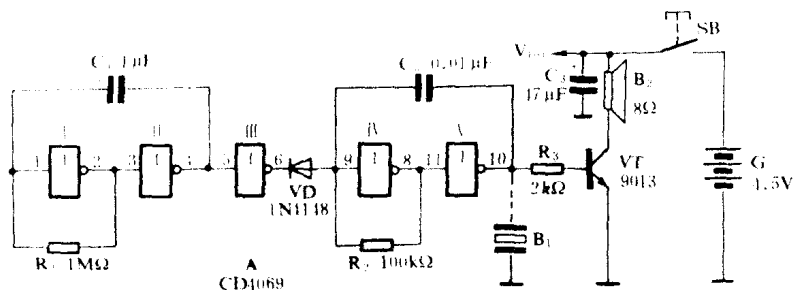


图 2-1 悦耳的电子门铃电路图

相器Ⅳ、Ⅴ振荡与否是受反相器Ⅰ、Ⅱ控制的。当反相器Ⅱ输出高电平时,经反相器Ⅲ反相,⑥脚输出低电平,二极管VD导通,反相器Ⅳ的输入端即⑨脚被钳位在低电平,故反相器Ⅳ、Ⅴ组成的音频振荡器停振,扬声器 B_2 无声。当反相器Ⅱ输出低电平时,经反相器Ⅲ反相,⑥脚输出高电平,二极管VD截止,故此电路对反相器Ⅳ、Ⅴ组成的振荡器无影响,音频振荡器立即起振。振荡信号由⑩脚输出经电阻 R_3 加到三极管VT的基极进行功率放大, B_2 就发出“嘟—”声。由于音频振荡器是处于间隙工作状态,所以就得到了“嘟—嘟—”断续声响。调节电阻 R_1 或电容 C_1 的数值,可以改变间隙断续频率。调整电阻 R_2 或电容 C_2 的数值大小,可以改变扬声器发声的音调高低。

如果读者不需要很大的音量,可在反相器Ⅴ的输出端即⑩脚与地(即电源负端)之间接一个压电陶瓷片 B_1 即可。按下SB, B_1 即发出“嘟—嘟—”声响,这时 R_3 、VT和 B_2 都可不用。

元器件选择

反相器Ⅰ~Ⅴ可用一块六反相器CD4069集成电路中5个

完好的非门，另一个不用的非门，应将其输入端与电源正端或电源负端相连接，以排除不必要的干扰。

VT 用 9013、3DG201 等硅 NPN 三极管， $\beta \geq 100$ 。VD 用 1N4148 型硅开关二极管。

$R_1 \sim R_3$ 可用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。 C_1 、 C_3 用 CD11-10V 型电解电容器， C_2 用 CT1 型瓷介电容器。 B_1 可用 FT-27、HTD27A-1 型等压电陶瓷片。 B_2 用 YD57-2 型 8Ω 小型电动扬声器。电源电压可在 3~6V 间选用。SB 为小型门铃按钮开关。

制作与使用

图 2-2 是此门铃的印制电路板图，印制板尺寸为 $50\text{mm} \times 35\text{mm}$ 。

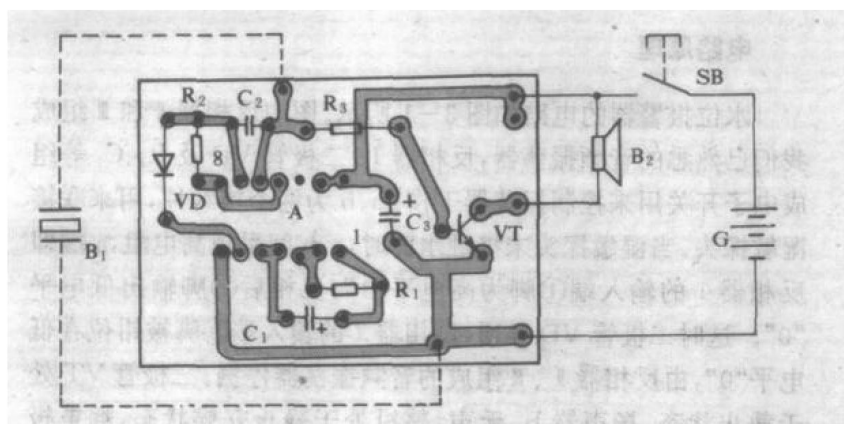


图 2-2 电子门铃印制电路板图

除扬声器、电池和按钮外，所有电子元器件都插焊在此印

制板上,本电路只要接线无误,通电即能正常工作。如嫌“嘟—嘟—”声音色不佳,可以适当改变电阻 R_2 或电容 C_2 的数值。如要改变“嘟—嘟—”声间隙时间的长短,只需调节电阻 R_1 或电容 C_1 的数值。将调试满意的电路机芯装入事先准备好的机盒内,挂在室内门框上,再用导线与门外的按钮相连,一个悦耳的电子门铃就可以为您服务了。

3. 水位报警器

这里介绍一个电路结构简单且使用方便的水位报警器。它不仅可用于水位报警,也可用于下雨报知以及婴儿尿湿提示等。

电路原理

水位报警器的电路如图 3-1 所示。图中反相器 I 和 II 组成我们已熟悉的音频振荡器,反相器 I、二极管 VD 及 R_1 、 C_1 等组成电子开关用来控制振荡器工作。a、b 为两个接线柱,用来联接湿敏探头。当湿敏探头未接触水面时,a、b 间呈现高电阻,a 端即反相器 I 的输入端①脚为高电平“1”,反相后②脚输出低电平“0”。这时二极管 VD 导通,反相器 I 的输入端③脚被钳位在低电平“0”,由反相器 I、II 组成的音频振荡器停振。三极管 VT 处于截止状态,扬声器 B_2 无声,整机处于静止守候状态,耗电极微。当水位上升碰到湿敏探头时,由于水电阻接入 ab 间,且水电阻远小于电阻 R_1 ,使反相器 I 的输入端①脚变为低电平“0”,反相后②脚输出高电平“1”,二极管 VD 截止,由反相器 I、II 组成