

一种基于555定时器和可控硅的自动呼救器设计

杨海波¹, 池子强¹, 张晶¹, 易小林¹, 刘晓静², 吴艳茹¹

1. 河北医科大学基础医学院医用物理教研室, 河北 石家庄 050017; 2. 河北师范大学物理科学与信息工程学院, 河北 石家庄 050024

【摘要】目的:设计制作一种佩戴者突然倒地时,可以自动发出呼救信号,以便被人及时发现,得到急救的自动电子呼救器,而且该呼救器可以克服水银开关带来的中毒风险,呼救器报警后不受体位的影响。**方法:**采用9V干电池供电,以集成电路NE555为核心,在携带呼救器人员倒地瞬间,利用位置开关触发可控硅接通电路持续报警。**结果:**制作出了可在倒地后不受体位影响,可持续发出呼救信号,直至救助人员关闭开关后停止呼救的自动电子呼救器。**结论:**该呼救器设计合理、价格低廉,尤其适合心脑血管疾病和癫痫等突发疾病患者和老人随身携带,克服了以前呼救器利用水银开关的风险和携带者体位变化时呼救器停止报警的缺点,具有良好的推广应用价值。

【关键词】自动呼救器;555定时器;可控硅;急救信号

【中图分类号】TN99

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2017)10-1032-03

A design of automatic rescue beacon based on 555 timer and silicon controlled rectifier

YANG Haibo¹, CHI Ziqiang¹, ZHANG Jing¹, YI Xiaolin¹, LIU Xiaojing², WU Yanru¹

1. Department of Medical Physics, School of Basic Medical Sciences, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, China; 2. College of Physics Science and Information Engineering, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China

Abstract: Objective To design an automatic rescue beacon which can send out alarm sound automatically in the case of sudden faint so that the patients can be found in time and receive emergency treatment, and simultaneously overcomes the risk of poisoning caused by mercury and wouldn't be affected by the carrier's position change. **Methods** The core part of the designed device was based on integrate circuit NE555, and the power was supplied by the dry battery of 9 V. Silicon controlled rectifier was triggered by the position switch as soon as the sudden faint takes place, and then the circuit was connected and sent out alarm sound. **Results** The designed automatic rescue beacon sent out continuous alarm sound for help until the rescuers shut down the power switch, and the carrier's position change didn't stop the rescue beacon from alarming. **Conclusion** The device has the advantages of reasonable design and low price, and is easy to carry, especially for the elderly and patients with cardiovascular disease, epileptic and other sudden diseases. The rescue device wouldn't stop the alarm because of carrier position changes and doesn't has the risk caused by mercury switch. The designed device is worthy of popularization and application.

Keywords: automatic rescue beacon; 555 timer; silicon controlled rectifier; alarm sound

前言

老人或者一些突发疾病患者摔倒时,必须得到及时的抢救和治疗。为使他们能够在倒地时可以及时呼救,人们研制出了各种可以在危及时刻发出报

警声的“电子呼救器”,但现有的“电子呼救器”通常采用水银开关接通电源,一旦水银泄露,会有水银中毒的危险,同时水银开关直接作为电源开关,报警过程中体位发生变化时,开关时通时断,报警声可能发生断续甚至终止^[1-2]。本设计利用盛有金属颗粒的小塑料瓶作为触发开关,当呼救器发生倾斜时触发可控硅,使电路获得工作电压,可控硅触发后,即使体位发生变化,电路仍能保持通电和呼救状态,可靠性大大提高,同时该触发开关没有任何毒副作用。该自动呼救器设计合理、灵敏度高、工作可靠、功耗低、无任何安全隐患,且价格低廉、体积小、重量轻、便于病人随身携带。

【收稿日期】2017-05-23

【基金项目】教育部教学课题(WJZW-2009-11-hb);河北医科大学教育科学研究立项课题(2016PY-21);河北师范大学重点基金(L2011Z03)

【作者简介】杨海波,硕士,讲师,主要研究方向:单片机应用,E-mail:1481179337@qq.com

【通信作者】吴艳茹,硕士,副教授,研究方向:医学物理学、医学电子学教学及研究,E-mail:wuyanru2006@sohu.com

1 555定时器简介

1.1 电路结构

555定时器是一种应用十分广泛的模拟—数字混合式大规模集成电路,它将模拟功能和数字逻辑功能整合在一片集成电路上,极大扩展了其应用范围^[3-4],目前,555定时器引起了人们的普遍兴趣^[5-6],已被广泛应用在波形的产生和变换^[7-9]、电子测量^[10-12]、自动控制^[13-14]、医疗仪器^[15]、各种计时仪器^[16]等诸多领域中。NE555输出驱动电流可达200 mA。在多谐振荡器工作时,其输出的脉冲占空比由两个外接电阻和一个外接电容决定,可以进行微秒级到小时级的延时。工作电压也非常宽泛:4.5~16.0 V。图1为NE555定时器的逻辑图。

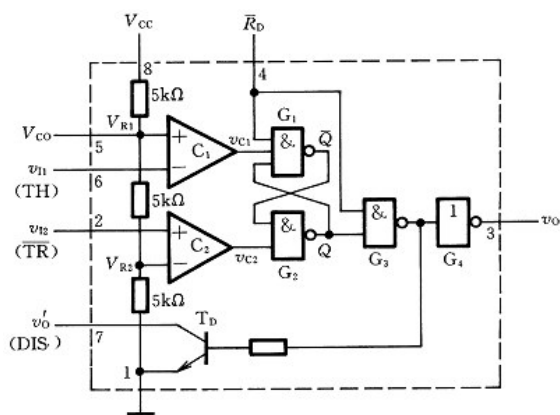


图1 NE555定时器的逻辑图

Fig.1 Logic diagram and pin arrangement diagram of NE555 timer

1.2 工作原理

NE555定时器的工作状态主要取决于电压比较器的工作状态。优先置“0”端, $\bar{R}_D = 0$ 时,输出端被置为低电平,放电晶体管 T_D 导通,此时不论比较器输出状态如何,RS触发器均被强行置“0”,因此正常工作时该端应处于高电平 $\bar{R}_D = 1$ 。NE555定时器功能表如表1所示。

表1 NE555定时器的功能表

Tab.1 Function table of NE555 timer

\bar{R}_D	TH	\overline{TR}	OUT
0	×	×	0
1	$> 2/3 V_{CC}$	$> 1/3 V_{CC}$	0
1	$< 2/3 V_{CC}$	$> 1/3 V_{CC}$	Q^n
1	$< 2/3 V_{CC}$	$< 1/3 V_{CC}$	1

\bar{R}_D : The prior zero setting terminal; TH: High potential trigger terminal; \overline{TR} : Low potential trigger terminal; OUT: Output terminal; ×: Arbitrary input signal; Q^n : Keeping original state

2 自动呼救器电路设计

自动呼救器主要由电源触发电路和多谐振荡器这两部分组成,电路原理图如图2所示。

2.1 电源控制电路

电源控制电路由电源、位置开关S1、停止按钮S2、可控硅SCR和电阻R5构成。

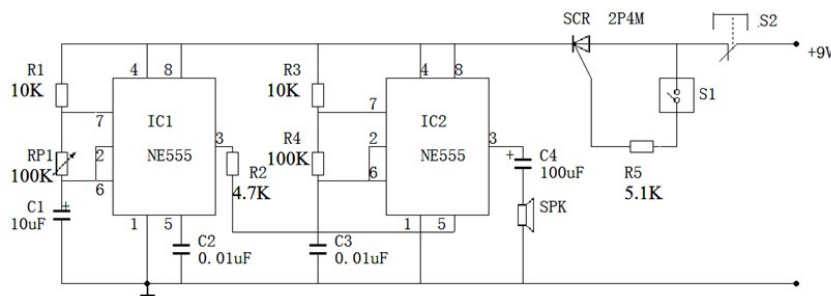


图2 电路原理图

Fig.2 Circuit diagram

2.1.1 位置开关 位置开关由绝缘壳、电极和小钢珠这3部分构成,如图3所示。当携带呼救器人员倒地瞬间,小钢珠发生滚动,将两个电极接通。为防止携带呼救器人员日常活动中误报,并保证呼救器的灵敏性,经过反复实验,当绝缘壳的半径应为10 mm,长度应为45 mm,小钢珠直径应为1 mm。绝缘壳内装入小钢珠后距离顶部电极10 mm,可有效避免携带人员平常活动中倾斜和振动产生的误报,并且当紧急

情况呼救器倾斜角度 $\theta > 50^\circ$ 时,小钢珠发生滚动,电极接通,报警器开始报警。

位置开关结构简单,设计巧妙,经过反复多次测试工作可靠,克服了现有水银开关水银泄露带来的中毒风险和环境风险,且该开关体积小、重量较轻、成本低廉,克服了现有位置开关价格较高的缺点。

2.1.2 可控硅触发部分 为保证位置开关接通后,呼救器不受携带者体位的影响,持续发出警报,本呼救器设

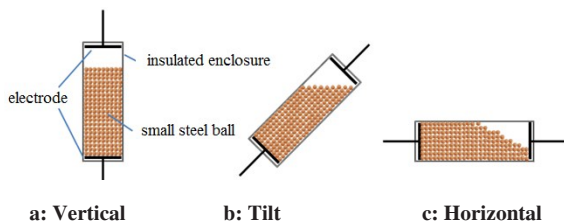


图3 位置开关示意图

Fig.3 Schematic diagram of position switch

置可控硅触发开关,携带呼救器人员倒地瞬间,位置开关S1接通,电源通过停止按钮的常闭触头、位置开关S1、电阻R5加到可控硅的控制级,可控硅SCR受到触发导通,由IC1和IC2组成的多谐振荡器开始工作发出警报,可控硅SCR一旦受到触发导通,其导通状态将不受位置开关S1的控制,即不受携带人员体位的影响,报警器持续发出警报声响,直到施救人员按下停止按钮S2,可控硅SCR关闭,报警器停止警报声。

2.2 多谐振荡器

多谐振荡器的第一部分以NE555(IC1)为核心元件,输出占空比可调的矩形波,控制下一级振荡器的频率,振荡周期 $f_1 = 1.44/(R_1 + 2R_P)C_1$,其中外接电位器 $RP_1 = 0 \sim 100 \text{ k}\Omega$ 可调,得 $f_1 = 0.7 \sim 14.0 \text{ Hz}$ 可调。

多谐振荡器的第二部分以NE555(IC2)为核心元件,产生音频振荡,频率为 $f_2 = 1.44/(R_3 + 2R_4)C_3$,约为 700 Hz 。IC1的3端输出的信号对IC2的振荡信号进行调制,当IC1的3端输出高电位时,IC2产生较高频率的振荡;当IC1的3端输出低电位时,IC2产生较低频率的振荡。IC2的3端输出的调制振荡信号通过电容器C4耦合推动扬声器发出类似救护车的报警声音,以提示周围的人该病人需要急救。

2.3 整机参数

自动呼救器样机如图4所示,其具体参数有(1)电源:1节9V碱性电池(6LR61);(2)工作电流:整机待机电流小于 $10 \mu\text{A}$,呼救电流 150 mA ;(3)呼救频率:低频 2.5 Hz 调制的高频 $700 \sim 1000 \text{ Hz}$ 的双频信号,发出类似救护车的报警声;(4)呼救响度:大于 110 dB ;(5)整机尺寸: $80 \text{ mm} \times 48 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$ (不包括位置开关);(6)整机重量: 120 g ;(7)报警条件:当呼救器中位置开关倾斜角度 $\theta > 50^\circ$ 时,呼救器开始报警;(8)佩戴方式:衣袋内竖直放置。



图4 自动呼救器样机

Fig.4 Prototype of automatic rescue beacon

3 结 语

本自动电子呼救器敏感度高、工作可靠、静态功耗极低、无任何安全隐患、价格低廉、制作精致小巧,便于随身携带,不影响病人日常生活。适用于心脑血管疾病和癫痫等突发疾病患者倒地自动报警,也可由佩戴人员在紧急情况下手动报警,具有较高的应用价值和社会效应,有较好的市场前景,批量生产的技术要求低,可以批量生产推广应用。

【参考文献】

- [1] 张怀文, 胡博. 智能呼救器设计制作[J]. 中国医疗器械信息, 2008, 14(3): 53-55.
ZHANG H W, HU B. The design and manufacture of machine which was intelligenced to call for help [J]. China Medical Device Information, 2008, 14(3): 53-55.
- [2] 袁家平, 张宗礼, 徐文彬, 等. 平腰卡延时式突发性病人昏倒自动呼救器研制[J]. 医疗卫生装备, 1995, 6: 4-5, 44.
YUAN J P, ZHANG Z L, XU W B, et al. The development of waist carrying delayed-action automatic rescue beacon for the sudden faint [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 1995, 6: 4-5, 44.
- [3] 童诗白. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版, 2001: 63-110.
TONG S B. Analog electronic technology foundation[M]. Beijing: Higher Education Press, 2001: 63-110.
- [4] 阎石. 数字电子技术基础[M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 489-494.
YAN D. Fundamentals of digital electronic technology[M]. 5th ed. Beijing: Higher Education Press, 2006: 489-494.
- [5] 何香玲. 555 时基电路的研究与应用[J]. 电子技术, 2009, 46(5): 5-9.
HE X L. The study and application of the time base circuit [J]. Electronic Technology, 2009, 46(5): 5-9.
- [6] DAWSON J. Reliable 555 timer doesn't falsely trigger[J]. EDN, 2011, 56(1): 50.
- [7] 高志东, 白泽生. 一种基于NE555定时器的气敏报警器的设计[J]. 电子设计工程, 2017, 25(2): 114-116.
GAO Z D, BAI Z S. A gas sensor based on NE555 timer alarm design [J]. Electronic Design Engineering, 2017, 25(2): 114-116.
- [8] 任骏原. 555 单稳态触发器的触发特性分析[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2013, 31(2): 170-172.
REN J Y. Analysis of characteristics of 555 monostable trigger [J]. Journal of Jilin University (Information Science Edition), 2013, 31(2): 170-172.
- [9] SANTILLÁN M. Periodic forcing of a 555-IC based electronic oscillator in the strong coupling limit[J]. Int J Bifurcation Chaos, 2016, 26(3): 1630007-1630017.
- [10] 王全宇. 555 多谐振荡器在温控报警电路中的应用[J]. 大学物理实验, 2012, 25(5): 7-8, 18.
WANG Q Y. Applications of multivibrator in temperature alarm electronic circuits [J]. Physical Experiment of College, 2012, 25(5): 7-8, 18.
- [11] ABUELMA'ATTI M T. 555-timer-based analog time-to-voltage converter[J]. Electronics World, 2016, 122(1966): 24-25.
- [12] ABUELMA'ATTI M T, AL-SHAMMARI H. A new 555-timer based phase-to-voltage converter[J]. Electronics World, 2010, 116(1894): 43.
- [13] 苏芳珍, 刘巧平. 一种基于NE555 的自动晾衣杆电路设计[J]. 信息技术 2016, 4: 45-47.
SU F Z, LIU Q P. Design of the automatic rods which based on the NE555[J]. Information Technology, 2016, 4: 45-47.
- [14] IRWIN C. 555 timer drives multiple LEDs from one NiMH cell[J]. EDN, 2008, 53(20): 58.
- [15] 张谷敏, 张伟, 尹晓峰, 等. 集成定时器系统在医疗设备中的应用[J]. 中国医学装备, 2015, 12(12): 64-65.
ZHANG G M, ZHANG W, YIN X F, et al. Application of the integrated timer system in the medical equipment [J]. China Medical Equipment, 2015, 12(12): 64-65.
- [16] CASS S. The big time build a giant version of the 555 timer IC[J]. IEEE Spectrum, 2014, 51(3): 25-26.

(编辑:谭斯允)