

使用 MSP430F2012 的多功能超低功耗数字钟设计

陈冲冲 田志宾 韩文鹏 王磊

对于电子设计初学者来说,制作一个多功能数字钟往往是首选,这也是本科生课程设计的热门课题之一。但是采用传统单片机制作的多功能数字钟有一系列的不足,比如功耗普遍偏大,仅单片机(以 51 单片机为例)功耗就在 20mA 以上,这样如果采用常用的 600mAh 的干电池供电,最多供电时间不过 30 小时,如果处于待机模式下,功耗也在 3mA 左右,远远不适合实际应用。如果采用晶振计数来定时,则一旦掉电,数字钟将无法继续运行,而如果单片机处于待机状态,则晶振将停止工作,数字钟也就丧失实际意义。如果采用 DS12887 等时钟芯片,尽管掉电之后,时钟仍能继续运行,但是作品成本也将翻倍。

本文介绍一种基于 MSP430F2012 的多功能超低功耗数字钟,采用晶振计数实现计时,利用段式液晶显示,静态功耗(时钟仍工作)仅 $0.5\mu\text{A}$,活动模式下,功耗仅 $250\mu\text{A}$ (含段式液晶,不含 DS18B20),采集温度时,功耗为 1.5mA,采用普通干电池供电,如果大部分时间处于待机模式下,工作时间理论上可达 100 年以上,成本低廉,开发方便。

系统设计

美国 TI 公司的 MSP430F2012 单片机采用 16 位 RISC 结构,1.8V 到 3.6V 供电,支持 5 种省电模式,活动模式下电流消耗仅 $200\mu\text{A}$,待机模式下(LPM3 状态,时钟仍工作),电流消耗仅 $0.5\mu\text{A}$,掉电模式下为 $0.1\mu\text{A}$,为一款真正意义上的超低功耗单片机。目前,ICbuy 等网站以及各代理公司均提供采用双列直插封装的该型号单片机,TI 公司也推出了该系列单片机的廉价超小型 USB 仿真器,所有这些都有效克服了 MSP430 系列单片机多为贴片封装,不易开发的缺点,为开发本系统提供了很大便利。

MSP430F2012 单片机共 14 个管脚,10 个 I/O 口,其中 2 个 I/O 口接 32.768kHz 晶振,1 个 I/O 口接 DS18B20 数据线,2 个 I/O 口分别为段式液晶提供数据和时钟,2 个 I/O 口接键盘,用于唤醒本系统和校时,2 个 I/O 口分别作为 DS18B20 和段式液晶的电源,即用单片机 I/O 口为 DS18B20 和段式液晶供电,如果单片机处于休眠模式,则可置此 2 个 I/O 口为低电平,通过实验,DS18B20 和段式

液晶在供电 I/O 口为低电平情况下,静态功耗几乎为 0。这样,共使用了该单片机 9 个 I/O 口,尚有 1 个剩余,可以根据实际情况进行使用,比如扩展一个二极管指示灯或接一个蜂鸣器报警等,在对应 I/O 口为低电平情况下,均无静态功耗,其中二极管指示灯和蜂鸣器均可直接由 I/O 口驱动。

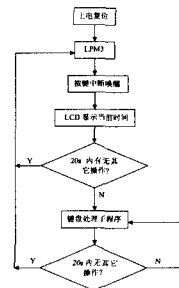


图 5 系统主程序流程图

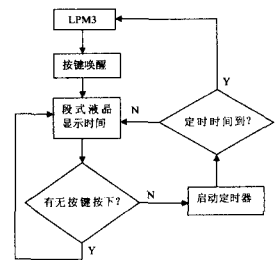


图 6 自动进入低功耗程序流程图

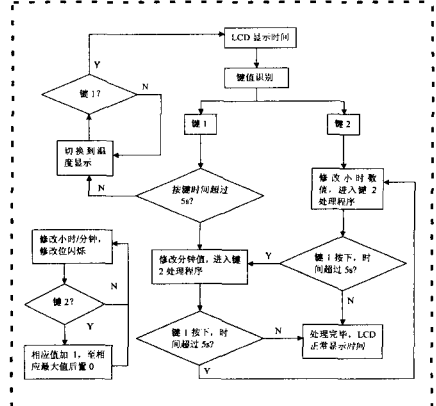


图 7 键盘处理子程序流程图



图 1 ICbuy 提供的产品

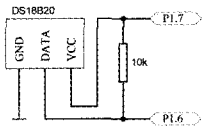


图 3 DS18B20 接口电路图

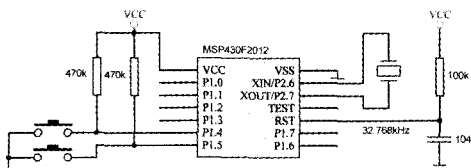


图 2 MSP430F2012 最小系统图及键盘电路

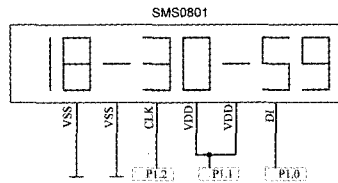


图 4 段式液晶接口电路图

定时限烟盒

武峭山 毕伟

吸烟是危害人体健康的恶习。现代医学科学证明,烟草燃烧时会释放出 1000 多种化合物,绝大多数对人体有害,且有不少于 44 种的致癌物质。如烟焦油、烟碱(如尼古丁)、一氧化碳、醛类(如苯甲醛)、胺类(如联苯胺)等。最近日本学者研究表明,烟雾中还含有迄今为止已知物质中毒性最强的化合物“二恶英”。它们会引发和恶化各种疾病,例如,癌症、肺炎、气管炎、高血压、骨质增生、各种心脑血管病、哮喘以及不育等病症。根据世界卫生组织提供的资料,全世界每年约有 1000 万人死于与吸烟有关的疾病。

但是戒烟不是一天两天能够达到的,需要一个循序渐进的过程。本文设计一种定时限烟盒,旨在帮助吸烟者通过设定不同的时间来达到从少吸烟到最终完全戒烟的过程。

使用说明

这是一种将香烟放入限烟盒内,并选择所定时间,来达到强制性限制吸烟的装置。使用时将整包香烟放入香烟室内,关闭活动盖,然后拨动时间选择开关到相应的定时位置,在选定的时间内是无法打开活动盖的,当到相应时间后,定时限烟盒内蜂鸣器产生“滴滴”的响声,此时按下活动盖后,活动盖自动弹起,一个定时限烟工作完成。

工作原理

将定时选择开关 S1 调至定时电阻 R1、R2 或 R3 处(定时时间分别为 30 分钟、60 分钟、90 分钟),在接通电源开关 K1 的瞬间,电容 C1 上的电压不能突变,仍保持为零,这时直流电源电压全部加在定时电阻 R1、R2 或 R3 上,555 集成块 NE555 脚 6、2 均为高电平,脚 3 输出为低

电平,开盖起控线圈 L 电压为零,微型集成发声器 LS1 两端的电压为零。在接通电源开关 K1 后,定时电容 C1 被充电,C1 两端电压逐渐升高,R1、R2 或 R3 两端电压逐渐降低。经过时间 t1、t2 或 t3 后,R1、R2 或 R3 两端电压小于等于 $1/3 V_{CC}$ 时,使 NE555 输出端脚 3 翻转为高电平,开盖起控线圈

L 通电并使机械开关 K2 起控,同时微型集成发声器 LS1 通电后发出“滴滴”的响声,提示所设定的时间已到,按下活动盖,活动盖自动弹起,可以取出香烟。合上活动盖,进入延时状态。在开盖时也可以重新设定延时时间,根据需要自己调整。这时进入下一个延时周期,整个延时过程结束(设计电路图如图 1 所示)。

元件参数

本设计的电路元件设定参考如下:定时电容 $C1=267 \mu F/6.3V$ 、 $C2=0.01 \mu F/6.3V$; 定时电阻 $R1=7M\Omega/1/16W$, $R2=13M\Omega/1/16W$, $R3=20M\Omega/1/16W$; 微型断续发声器件 LS1; 发光二极管 LED 用 IN4001; 继电器起控线圈 L、定时选择开关 S1; “555”集成块用 NE555; 直流电源 VCC 用 9V 电池。设计成型的装置如图 2 所示。

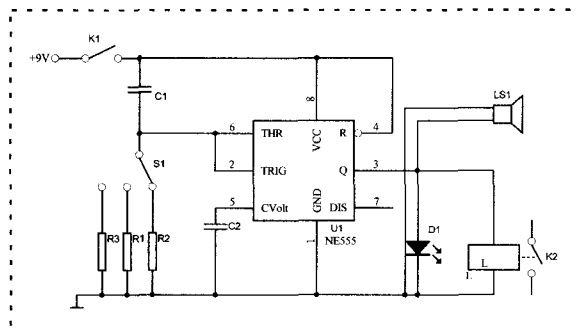


图 1 设计电路图

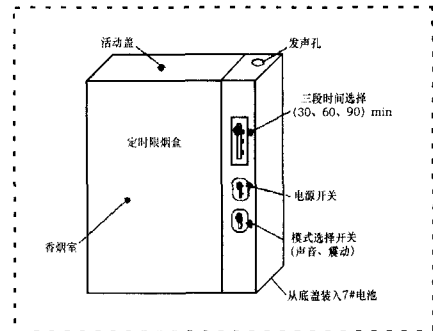


图 2 外形图

软件设计

本系统上电复位后,自动进入 LPM3,键盘采用中断式编程,中断唤醒系统,LCD 显示当前时间,如果 20s 内无任何操作,则系统自动回到 LPM3 模式(时钟仍工作),如果有按键按下,则执行键盘处理子程序,执行完成后返回 LPM3 模式。其中系统自动进入低功耗具体操作是:开机

时,对定时器初始化一个大于 0 的值,并且在每按一次有效键时,系统重新初始化这个值。因此,当没有按任何有效键时,20s 到时,定时器就会倒数到 0,自动进入待机状态,从而实现降低功耗的目的。

本系统通过采用 MSP430F2012 制作的多功能超低功耗数字钟,由于没有采用时钟芯片 DS12887,采用晶振时钟计

数,成本相当低廉,而且由于其超低功耗的设计,与众不同,实用性很强,成功克服了其它系列单片机进行类似产品设计时的一些列问题。另外,由于 MSP430F2012 仅 14 个管脚,体积小,价格便宜,可以在很小的体积上开发出本系统,优势明显,非常适合实际应用和做课程设计。