

MCU 复位电路和振荡电路应用

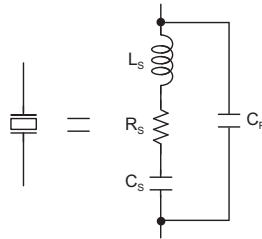
文件编号：HA0075s

系统振荡器

晶体/陶瓷振荡器

晶体/陶瓷振荡器等效电路

以下由电阻、电容、电感组成的电路就是晶体/陶瓷振荡器的等效电路。

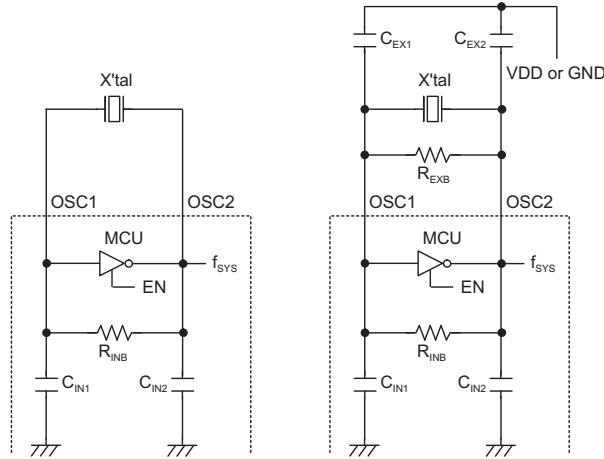


说明

1. L_s -串联电感， R_s -串联电阻， C_s -串联电容， C_p -并联电容。
2. 共振频率为 LC 串联谐振频率， $L=L_s$ ， $C=C_s \times C_p / (C_s + C_p)$ 。
3. 一般晶体与陶瓷振荡器等效电路的区别，在相同共振频率下，晶体振荡器的电感值要比陶瓷振荡器的电感值大。

晶体/陶瓷振荡器基本电路

以下是晶体/陶瓷振荡器的两个应用电路。



说明

1. 内部偏压电阻 R_{INB} ，用于产生振荡器的工作点。
2. 内部振荡器电容 C_{IN1} 和 C_{IN2} ，与外部晶体/陶瓷振荡器配合构成 Pierce 振荡器。振荡时，晶体/陶瓷振荡器可以看作是等效电感，该电路还可以降低 EMI。
3. 外部偏压电阻 R_{EXB} ，用于低压停振控制的特殊应用，需配合 C_{EX1} 使 $R_{EXB} \times C_{EX1}$ 大于 $2\pi f_{SYS}$ 。主要原理是加大振荡电路的负载，在低压时使振荡器停振，使 MCU 不会发生低电压工作错误的情形。如果实际应用中没有用到低电压情形，该电阻可以省略。
4. 外部振荡器电容 C_{EX1} 和 C_{EX2} ，用于振荡频率微调或晶体/陶瓷振荡器匹配，并可用于调整起振时间，正常应用时可省略。
5. 下表以 HT46R23 为例，列出低电压停振的电阻电容大略的数据值（仅供参考）。

晶体或共振器	C1、C2	R1
4MHz 晶体	10pF	10kΩ
4MHz 共振器	10pF	12kΩ
3.58MHz 晶体	10pF	10kΩ
3.58MHz 共振器	25pF	10kΩ
2MHz 晶体和共振器	25pF	10kΩ
MHz 晶体	25pF	27kΩ
480kHz 共振器	35pF	9.1kΩ
455kHz 共振器	35pF	10kΩ
429kHz 共振器	35pF	10kΩ

晶体/陶瓷振荡器 Warm-up 时间

- 晶体/陶瓷振荡器在起振前所需的温机(Warm-up)时间。
- 其时间长短与晶体/陶瓷振荡器的特性及停振(冷却)时间长短有关，一般在冷机状态下，温机时间约为 3~5ms。

系统 start-up 定时器

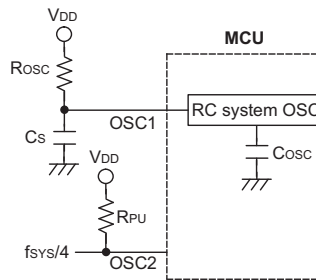
- 为了让振荡器能够稳定起振所需要的延时时间。
- 其时间为 1024 个振荡器振荡周期。

EMI/EMS(EMC)注意事项

- 晶体/陶瓷振荡器需放置最接近于 MCU 的振荡器引脚，即其连线应最短。
- 为减小 EMI，晶体/陶瓷振荡器的引脚应有 VDD 或 GND(VSS)环路做屏蔽。
- C_{EX1} 和 C_{EX2} 所接的 VDD 或 GND(VSS)，其到 MCU 的 VDD 或 GND(VSS)连线应最短。

单引脚上拉电阻型 RC 振荡器

以下是外接上拉电阻的 RC 振荡器电路。



说明

1. 振荡电阻 R_{OSC} ，与内建电容 C_{OSC} 组成系统 RC 振荡器，其电阻值用于决定系统振荡频率。振荡频率与电阻值成反比，即电阻值越大，振荡频率越低。
2. 系统 RC 振荡器内建电容 C_{OSC} ，与外部 R_{OSC} 组成系统 RC 振荡器。
3. 振荡稳定电容 C_S ，用于稳定系统振荡频率，建议值为 470pF。
4. OSC2 上拉电阻 R_{PU} ，测量 $f_{SYS}/4$ 时所需的上拉电阻，建议值为 2k Ω 。

系统 start-up 定时器

- 为了让振荡器能够稳定起振所需要的延时时间。
- 其时间为 1024 个振荡器振荡周期。

制程和温度漂移

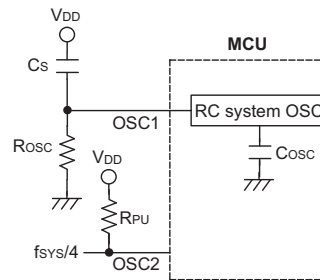
- 因 RC 振荡器的频率与内建振荡电容值有关，而此电容值与制程参数有关，所以不同的 MCU 会表现出不一致性。在固定电压和温度下，振荡频率漂移范围约 $\pm 25\%$ 。
- 对于同一颗 MCU(与制程漂移无关)，其振荡频率会对工作电压和工作温度产生漂移。其对工作电压和工作温度所产生的漂移，可参考 HOLTEK 网站上提供的相关资料。

EMI/EMS(EMC)注意事项

- R_{OSC} 位置应尽量接近 OSC1 引脚，其至 OSC1 的连线应最短。
- C_S 可以提高振荡器的抗干扰能力，其与 MCU OSC1 和 GND 的连线应最短。
- R_{PU} 在确定系统频率之后，量产时建议不要接，因为其 $f_{SYS}/4$ 频率输出会干扰到 OSC1。

单引脚下拉电阻型 RC 振荡器

以下是外接下拉电阻的 RC 振荡器电路。



说明

1. 振荡电阻 R_{OSC} ，与内建电容 C_{OSC} 组成系统 RC 振荡器，其电阻值用于决定系统振荡频率。振荡频率与电阻值成反比，即电阻值越大，振荡频率越低。
2. 系统 RC 振荡器内建电容 C_{OSC} ，与外部 R_{OSC} 组成系统 RC 振荡器。
3. 振荡稳定电容 C_S ，用于稳定系统振荡频率，建议值为 470pF。
4. OSC2 上拉电阻 R_{PU} ，测量 $f_{SYS}/4$ 时所需的上拉电阻，建议值为 2k Ω 。

系统 start-up 定时器

- 为了让振荡器能够稳定起振所需要的延时时间。
- 其时间为 1024 个振荡器振荡周期。

制程和温度漂移

- 因 RC 振荡器的频率与内建振荡电容值有关，而此电容值与制程参数有关，所以不同的 MCU 会表现出不一致性。在固定电压和温度下，振荡频率漂移范围约 $\pm 25\%$ 。
- 对于同一颗 MCU(与制程漂移无关)，其振荡频率会对工作电压和工作温度产生漂移。其对工作电压和工作温度所产生的漂移，可参考 HOLTEK 网站上提供的相关资料。

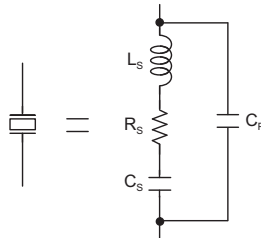
EMI/EMS(EMC)注意事项

- R_{OSC} 位置应尽量接近 OSC1 引脚，其至 OSC1 的连线应最短。
- C_S 可以提高振荡器的抗干扰能力，其与 MCU OSC1 和 VDD 的连线应最短。
- R_{PU} 在确定系统频率之后，量产时建议不要接，因为其 $f_{SYS}/4$ 频率输出会干扰到 OSC1。

RTC (32768Hz 晶体)振荡器

RTC(32768Hz 晶体)振荡器等效电路

以下由电阻、电容、电感组成的电路就是 RTC(32768Hz 晶体)振荡器的等效电路。

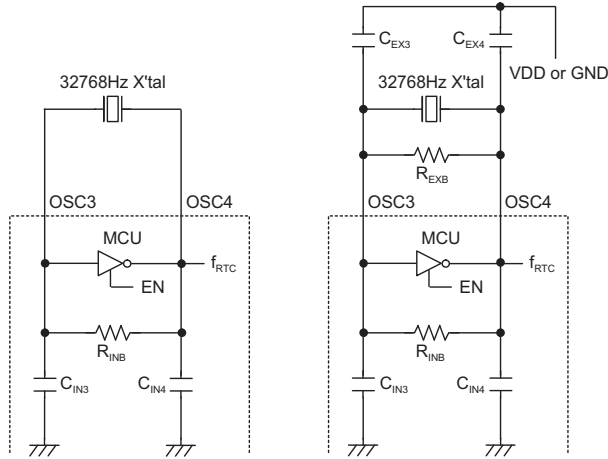


说明

1. L_S -串联电感， R_S -串联电阻， C_S -串联电容， C_P -并联电容。
2. 共振频率为 LC 串联谐振频率， $L=L_S$ ， $C=C_S \times C_P / (C_S + C_P)$ 。
3. 一般 RTC(32768Hz 晶体)振荡器都是为省电设计，在应用时为了保证正常起振，振荡器的位置要最接近 MCU，且连线要最短。

RTC(32768Hz 晶体)振荡器基本电路

以下是 RTC(32768Hz 晶体)振荡器的两个应用电路。



-
- 说明**
1. 内部偏压电阻 R_{INB} ，用于产生振荡器的工作点，为了应用上省电的要求，此电阻值一般在 $10M\Omega$ 左右。
 2. 内部振荡器电容 C_{IN3} 和 C_{IN4} ，与外部晶体/陶瓷振荡器配合构成 Pierce 振荡器。振荡时，晶体/陶瓷振荡器可以看作是等效电感，该电路还可以降低 EMI。
 3. 外部偏压电阻 R_{EXB} ，用于低压停振控制的特殊应用，在此不建议使用，以免造成耗电。
 4. 外部振荡器电容 C_{EX3} 和 C_{EX4} ，用于振荡频率微调或振荡器匹配，并可用于调整起振时间，建议值为 $12pF$ 。
-

快速起振

- 因 32768Hz 晶体振荡器是为省电应用所设计，一般起振时间会因振荡电流较小，造成起振时间高达 2~3 秒，在应用上会有明显延迟。为解决此问题，在 32768Hz 晶体振荡器起振时会特意提高振荡器电流，以减短起振时间。
- 当快速起振动作时，振荡器起振时间可缩短到 0.2~0.3 秒，此时为减少电流消耗，一般会有起振判定来适时关掉快速起振电路，以节省耗电，判定方法有用软件延迟一固定时间，或利用内部 RTC 是否发生中断来判定 RTC 振荡器是否已正常振荡。
- 当 RTC 振荡器已正常振荡，便可关掉快速起振功能，进入省电振荡以节省耗电。

EMI/EMS(EMC)注意事项

- 为降低 RTC 振荡器遭受干扰，导致计时不准，振荡器位置需最接近 MCU，且其至 MCU 的连线应最短。
- 为防止 EMI 干扰问题，除了振荡器至 MCU 的连线应最短外，用 VDD 或 GND 环路做屏蔽也能降低 EMI。

RTC(32768Hz)振荡器频率校正

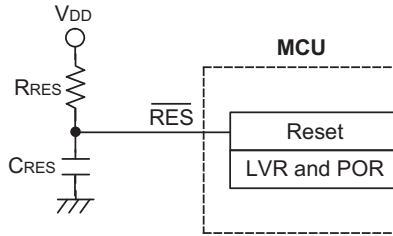
- 在 32768Hz 振荡器的应用中，计时的准确性是重要的一环，因振荡器特性的不同及不同 MCU 之间的特性差异，导致振荡频率有略微不同，虽然仅为十几 ppm 值的误差，却会造成长时间计时累积误差越来越大的问题，所以在应用上其频率校正至为重要。
- 如果不要求极准确， C_{EX3} 和 C_{EX4} 可都选用 12pF(低温度漂移电容)即可满足大部份需求。
- 如果要求极准确， C_{EX3} 除选用 12pF(低温度漂移电容)外， C_{EX4} 尚需采用可调电容，在调整时，可令 MCU 输出一个 1 秒钟周期的信号，并用稳定的高频参考源来计数比对，便可在线调整 C_{EXT4} 来微调 RTC 振荡频率。
- 如果有 EEPROM 的系统， C_{EX3} 和 C_{EX4} 可都选用 12pF(低温度漂移电容)，在校正时，可令 MCU 输出一个 1 秒钟周期的信号，并用稳定的高频参考源来计数比对，然后将频率误差值存于 EEPROM 中，在正式应用时，采用软件校正方式，将误差值修正回来，便可省略可调电容和调整的程序。

复位电路

外部 RES 功能描述

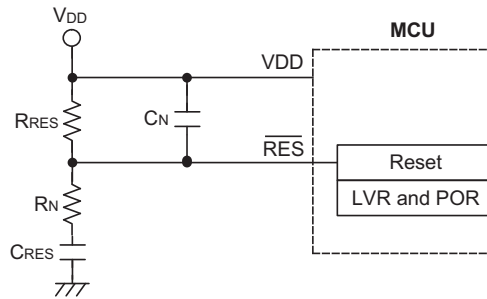
- 用于重新启动 MCU，并复位内部特殊功能寄存器(TO 和 PDF 标志不变)和 I/O 口状态，复位程序指针，程序由 0000H 开始执行。
- 如果 WDT 使能，WDT 内容会被清除，并重新计数。
- RAM 内容不变。
- 复位堆栈指针。

简易型 RC 复位电路



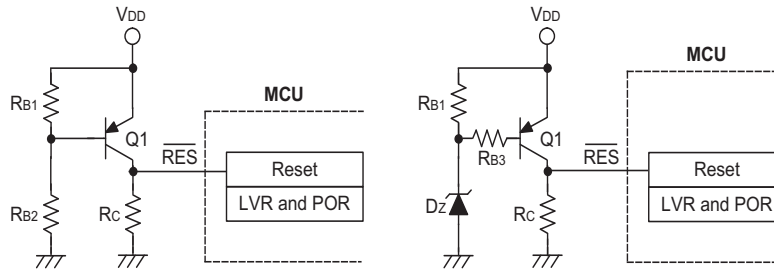
- 简易型复位电路，应用于干扰较小的环境。
- 复位时间长短由 R_{RES} 和 C_{RES} 的值决定。
- 复位时间的长短，一般考虑为当系统电源稳定进入 MCU 工作范围时，才可结束复位。当 MCU 断电时， C_{RES} 上的电荷应尽快完全放电。
- R_{RES} 和 C_{RES} 建议数值为 $100k\Omega$ 和 $0.1\mu F$ 。
- 复位电路的布线很重要，一般要求复位电容 C_{RES} 与 MCU 的 \overline{RES} 和 VSS 引脚的布线最短。

高抗干扰型 RC 复位电路



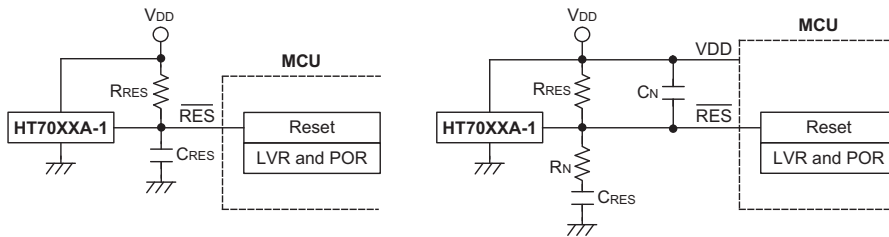
- 高抗干扰型 RC 复位电路，应用于干扰较强的环境。
- 复位时间长短由 R_{RES} 和 C_{RES} 的值决定。
- 复位时间的长短，一般考虑为当系统电源稳定进入 MCU 工作范围时，才可结束复位。当 MCU 断电时， C_{RES} 上的电荷应尽快完全放电。
- R_{RES} 和 C_{RES} 建议数值为 $100k\Omega$ 和 $0.1\mu F$ 。
- 匹配电阻 R_N 和匹配电容 C_N 用于匹配内部设计，一般其数值 $10k\Omega$ 及 $0.01\mu F$ ，即为 R_{RES} 和 C_{RES} 的 $1/10$ 。
- 高抗干扰型复位电路，主要应用于强干扰环境，要求 C_N 电容需与 MCU 的 \overline{RES} 和 VDD 引脚的连线最短。

外部三极管低电压复位电路



- 当内建的低电压复位电路的电压与应用规格不同时，可选用外部三极管低电压复位电路。
- 可提供低电压复位功能，并适用于强干扰环境。
- 低电压复位功能由 R_{B1} 与 R_{B2} 分压，或由稳压二极管电压决定。
- 当使用 R_{B1} 与 R_{B2} 分压时，其低电压复位点约为 $(R_{B1}+R_{B2})/(2 \times R_{B1})$ ， R_C 电阻值需大于 $R_{B2}/30$ 。
- 当使用稳压二极管时，其低电压复位点约为 $V_Z+0.5V$ ， R_{B1} 用于设定工作点 V_Z ， R_C 电阻值最好大于 $100k \Omega$ ， R_{B3} 的电阻值约为 $10k \Omega$ 。
- 三极管 $Q1$ 在 PCB 板上的位置很重要，一般要求 $Q1$ 的集电极(C)和发射极(E)与 MCU 的 \overline{RES} 和 V_{DD} 引脚的布线最短。

外部低电压检测 IC 的复位电路



- 当内建的低电压复位电路的电压与应用规格不同时，可选用外部低电压检测 IC 的复位电路。
- 可提供低电压复位功能，需配合外部简易型 RC 复位电路或高抗干扰 RC 复位电路来达到完整的复位功能。
- R_{RES} 、 C_{RES} 、 R_N 和 C_N 的建议数值与简易型 RC 复位电路及高抗干扰 RC 复位电路相同。
- C_{RES} (针对简易型 RC 复位电路)和 C_N (针对高抗干扰 RC 复位电路)在 PCB 板上的位置及布线要求与简易型 RC 复位电路及高抗干扰 RC 复位电路相同。

内部 POR 电路和内部低电压复位电路

- 为加强 MCU 的保护完整性,并简化外部应用电路设计及成本,在 MCU 内部提供有上电复位(POR)电路和低电压复位(LVR)电路。
- POR 电路主要是内建一组低 RC 时间常数的复位电路,具有上电时产生复位的功能。其对 MCU 内部的初始化动作,除了 TO 和 PDF 旗标被清为“0”之外,其余的状态均与 $\overline{\text{RES}}$ 复位相同。当使用此复位功能时,因 POR 时间常数较小,为了使 POR 可以正常动作,电源上升速度应尽量要求快速。
- LVR 电路主要功能是当 $\overline{\text{VDD}}$ 小于特定电压(视规格而定),且持续时间大于 1ms 时, LVR 将会被激活,其对 MCU 内部的初始化动作与 $\overline{\text{RES}}$ 复位相同

内建看门狗 RC 振荡器

功能描述

- 看门狗定时器(WDT)主要用于监视 MCU 内部功能(软件和硬件)的执行是否正常,使用者必须适当设计软件及运用清除 WDT(CLR WDT, CLR WDT1, CLR WDT2)的指令,使程序正常执行时, WDT 不会溢出,而当系统不正常执行时, WDT 可以溢出造成 WDT 复位。
- 内建的看门狗 RC 振荡器,是一个自由振荡的 RC 振荡器,不管程序如何执行,包括进入省电模式,都不会停止振荡。所以将此振荡器当做 WDT 的时钟来源,可使 WDT 随时都在监视 MCU 系统的工作,以使 WDT 达到最大的效能。
- 因为看门狗 RC 振荡器是一个自由振荡的 RC 振荡器,当此振荡器被选用时(由 mask option 决定),且系统进入省电模式时,此振荡器会消耗少许电流(μA 等级),且当 WDT 溢出时会发生 WDT 复位,此时 TO 和 PDF 标志均会被置位,使用者可通过这两个标志判断出 WDT 复位状态,并予以适当处理。

制程、工作电压和温度漂移

- 由于 WDT 振荡器为 RC 振荡器,且 RC 均为内建,所以制程及工作温度对其影响较大,即制程漂移及温度变化均会造成其振荡频率的漂移。
- 由于此振荡器为 RC 振荡器,所以工作电压对其也有影响,即工作电压变化会造成其振荡频率的漂移。
- 综合制程、工作电压和温度的漂移,使用者在设计时需与应用系统同时考虑,以使 WDT 效能发挥到最大,并防止 WDT 不正常的复位,关于看门狗 RC 振荡器的特性,使用者可参考 HOLTEK 网站上提供的相关资料。

版本记录

版本: V1.10

修改人员: 干仁和

修改日期: 2007 年 7 月 12 日

修改内容: 第二页“晶体/陶瓷振荡器基本电路”单元

修改“注意 5.”: 新增表格列出仅供参考的低压停振电阻电容大略的数据