

MCU 复位电路和振荡电路应用

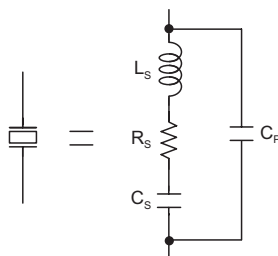
文件编号：HA0075s

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。

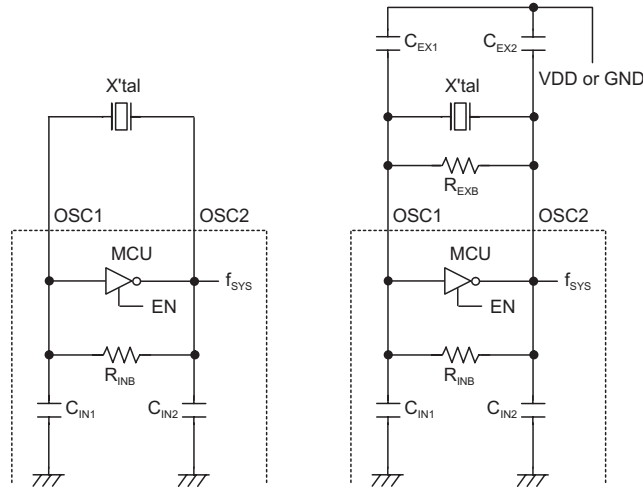


说明

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. 在 HOLTEK MCU 的 datasheet 和 handbook 的应用电路中，都有提供匹配的电阻电容值供使用者参考。

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

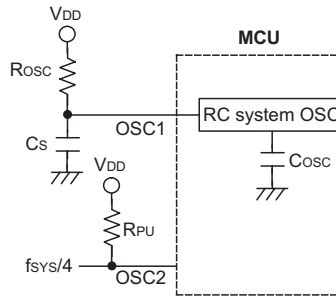
- 为了让振荡器能够稳定起振所需要的延时时间。
- 其时间为 1024 个振荡器振荡周期。

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

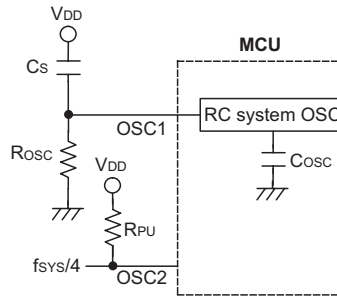
- 因 RC 振荡器的频率与内建振荡电容值有关，而此电容值与制程参数有关，所以不同的 MCU 会表现出不一致性。在固定电压和温度下，振荡频率漂移范围约 $\pm 25\%$ 。
- 对于同一颗 MCU(与制程漂移无关)，其振荡频率会对工作电压和工作温度产生漂移。其对工作电压和工作温度所产生的漂移，可参考 HOLTEK 网站上提供的相关资料。

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。

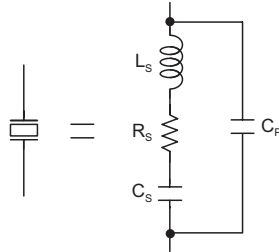
EMI/EMS(EMC)注意事项

- 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。

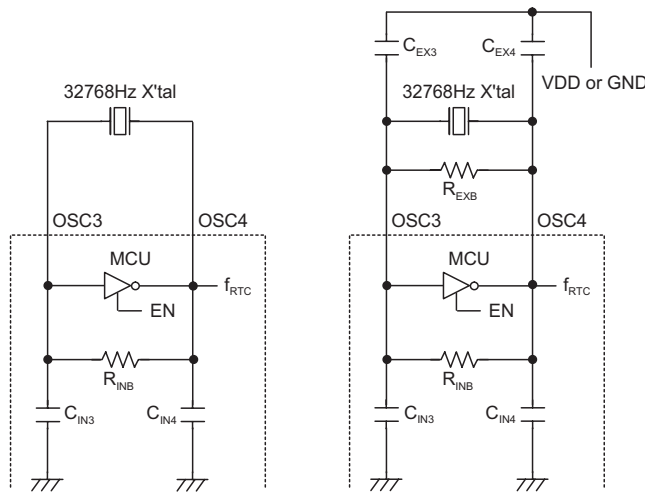


说明

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

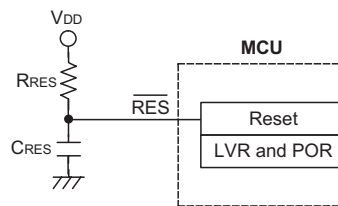
- 在 32768Hz 振荡器的应用中，计时的准确性是重要的一环，因振荡器特性的不同及不同 MCU 之间的特性差异，导致振荡频率有略微不同，虽然仅为十几 ppm 值的误差，却会造成长时间计时累积误差越来越大的问题，所以在应用上其频率校正至为重要。
- 如果不要求极准确， C_{EX3} 和 C_{EX4} 可都选用 12pF(低温度漂移电容)即可满足大部份需求。
- 如果要求极准确， C_{EX3} 除选用 12pF(低温度漂移电容)外， C_{EX4} 尚需采用可调电容，在调整时，可令 MCU 输出一个 1 秒钟周期的信号，并用稳定的高频参考源来计数比对，便可在线调整 C_{EXT4} 来微调 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 $\overline{\text{RES}}$ 功能描述

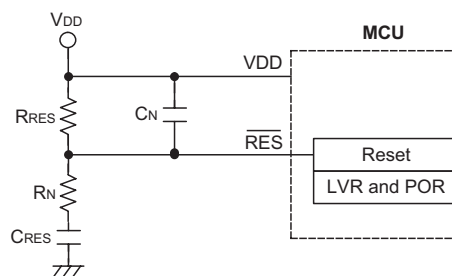
- 用于重新启动 MCU，并复位内部特殊功能寄存器(TO 和 PDF 标志不变)和 I/O 口状态，复位程序指针，程序由 0000H 开始执行。
- 如果 WDT 使能，WDT 内容会被清除，并重新计数。
- RAM 内容不变。
- 复位堆栈指针。

简易型 RC 复位电路



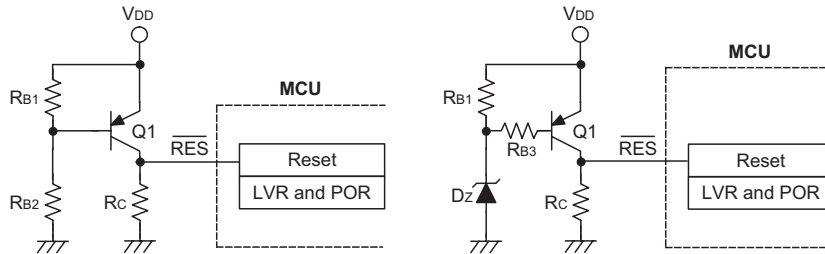
- 简易型复位电路，应用于干扰较小的环境。
- 复位时间长短由 R_{RES} 和 C_{RES} 的值决定。
- 复位时间的长短，一般考虑为当系统电源稳定进入 MCU 工作范围时，才可结束复位。当 MCU 断电时， C_{RES} 上的电荷应尽快完全放电。
- R_{RES} 和 C_{RES} 建议数值为 $100\text{k}\Omega$ 和 $0.1\mu\text{F}$ 。
- 复位电路的布线很重要，一般要求复位电容 C_{RES} 与 MCU 的 $\overline{\text{RES}}$ 和 VSS 引脚的布线最短。

高抗干扰型 RC 复位电路



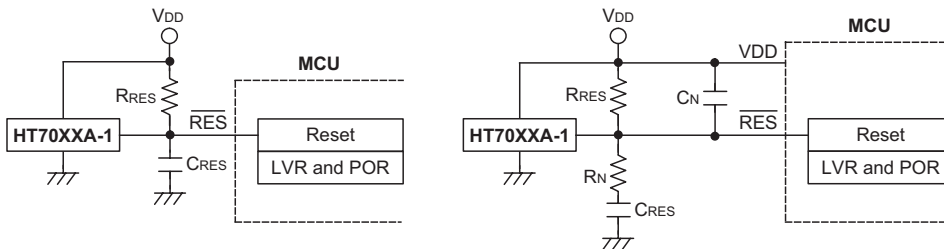
- 高抗干扰型 RC 复位电路，应用于干扰较强的环境。
- 复位时间长短由 R_{RES} 和 C_{RES} 的值决定。
- 复位时间的长短，一般考虑为当系统电源稳定进入 MCU 工作范围时，才可结束复位。当 MCU 断电时， C_{RES} 上的电荷应尽快完全放电。
- R_{RES} 和 C_{RES} 建议数值为 $100\text{k}\Omega$ 和 $0.1\mu\text{F}$ 。
- 匹配电阻 R_N 和匹配电容 C_N 用于匹配内部设计，一般其数值 $10\text{k}\Omega$ 及 $0.01\mu\text{F}$ ，即为 R_{RES} 和 C_{RES} 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