

# MCU 重置電路及振盪電路應用

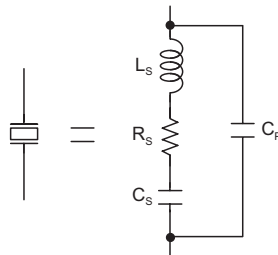
文件編碼：HA0075T

## 系統振盪器

### 石英/陶瓷振盪器

#### → 石英/陶瓷振盪器等效電路

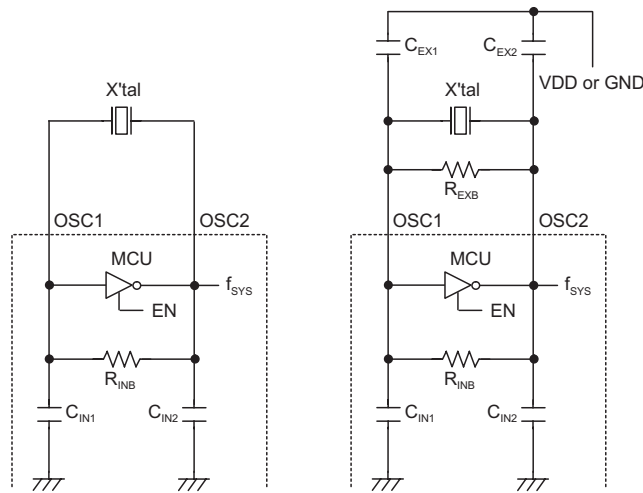
以下由電阻、電容、電感組成的電路就是石英/陶瓷振盪器的等效電路。



- 
- 說明**
1.  $L_s$  (串聯電感)、 $R_s$  (串聯電阻)、 $C_s$  (串聯電容)、 $C_p$  (並聯電容)。
  2. 共振頻率為 LC 串聯諧振頻率， $L = L_s$ 、 $C = C_s \times C_p / (C_s + C_p)$ 。
  3. 一般石英與陶瓷振盪器等效電路的區別，在相同共振頻率下，石英振盪器的電感值要比陶瓷振盪器的電感值大。
-

## → 石英/陶瓷振盪器基本電路

以下是石英/陶瓷振盪器的兩個應用電路。



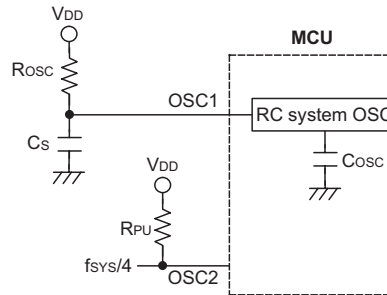
- 注意**
1. 內部偏壓電阻  $R_{INB}$ ，用於產生振盪器的工作點。
  2. 內部振盪器電容  $C_{IN1}$  和  $C_{IN2}$ ，與外部石英/陶瓷振盪器配合構成 Pierce 振盪器。振盪時，石英/陶瓷振盪器可以看作是等效電感，該電路還可以降低 EMI。
  3. 外部偏壓電阻  $R_{EXB}$ ，用於低壓停振控制的特殊應用，需配合  $C_{EX1}$  使  $R_{EXB} \times C_{EX1}$  大於  $2\pi f_{SYS}$ 。主要原理是加大振盪電路的負載，在低壓時使振盪器停振，使 MCU 不會發生低電壓工作錯誤的情形。如果實際應用中沒有用到低電壓情形，該電阻可以省略。
  4. 外部振盪器電容  $C_{EX1}$  和  $C_{EX2}$ ，用於振盪頻率微調或石英/陶瓷振盪器匹配，並可用於調整起振時間，正常應用時可省略。
  5. 下表依 HT46R23 為例，列出低壓停振之電阻電容大略的數值（僅供參考）。

Crystal or Resonator	$C_{EX1}, C_{EX2}$	$R_{EXB}$
4MHz Crystal	10pF	10k $\Omega$
4MHz Resonator	10pF	12k $\Omega$
3.58MHz Crystal	10pF	10k $\Omega$
3.58MHz Resonator	25pF	10k $\Omega$
2MHz Crystal & Resonator	25pF	10k $\Omega$
1MHz Crystal	25pF	27k $\Omega$
480kHz Resonator	35pF	9.1k $\Omega$
455kHz Resonator	35pF	10k $\Omega$
429kHz Resonator	35pF	10k $\Omega$

- 石英/陶瓷振盪器 Warm-up 時間
  - 石英/陶瓷振盪器在起振前所需的溫機(Warm-up)時間。
  - 其時間長短與石英/陶瓷振盪器的特性及停振(冷卻)時間長短有關，一般在冷機狀態下，溫機時間約為 3~5ms。
- 系統 Start-up 計時器
  - 爲了讓振盪器能夠穩定起振所需要的延時時間。
  - 其時間爲 1024 個振盪器振盪周期。
- EMI/EMS(EMC)注意事項
  - 石英/陶瓷振盪器需放置最接近於 MCU 的振盪器引腳，即其連線應最短。
  - 爲減小 EMI，石英/陶瓷振盪器的引腳應有 VDD 或 GND(VSS)環路做遮罩。
  - $C_{EX1}$  和  $C_{EX2}$  所接的 VDD 或 GND(VSS)，其到 MCU 的 VDD 或 GND(VSS)連線應最短。

### 單引腳提升電阻型 RC 振盪器

以下是外接提升電阻的 RC 振盪器電路。



- 注意**
1. 振盪電阻  $R_{osc}$ ，與內建電容  $C_{osc}$  組成系統 RC 振盪器，其電阻值用於決定系統振盪頻率。振盪頻率與電阻值成反比，即電阻值越大，振盪頻率越低。
  2. 系統 RC 振盪器內建電容  $C_{osc}$ ，與外部  $R_{osc}$  組成系統 RC 振盪器。
  3. 振盪穩定電容  $C_s$ ，用於穩定系統振盪頻率，建議值爲 470pF。
  4. OSC2 提升電阻  $R_{PU}$ ，測量  $f_{sys}/4$  時所需的提升電阻，建議值爲 2k $\Omega$ 。

## → 系統 start-up 計時器

- 爲了讓振盪器能夠穩定起振所需要的延時時間。
- 其時間爲 1024 個振盪器振盪周期。

## → 製程和溫度漂移

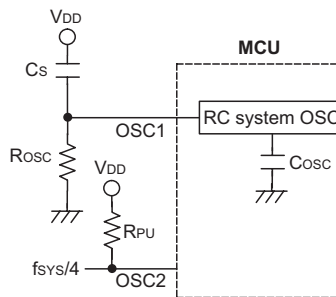
- 因 RC 振盪器的頻率與內建振盪電容值有關，而此電容值與製程參數有關，所以不同的 MCU 會表現出不一致性。在固定電壓和溫度下，振盪頻率漂移範圍約±25%。
- 對於同一顆 MCU (與製程漂移無關)，其振盪頻率會對工作電壓和工作溫度產生漂移。其對工作電壓和工作溫度所產生的漂移，可參考 Holtek 網站上提供的相關資料。

## → EMI/EMS (EMC) 注意事項

- $R_{osc}$  位置應儘量接近 OSC1 引腳，其至 OSC1 的連線應最短。
- $C_s$  可以提高振盪器的抗干擾能力，其與 MCU OSC1 和 GND 的連線應最短。
- $R_{pu}$  在確定系統頻率之後，量產時建議不要接，因爲其  $f_{sys}/4$  頻率輸出會干擾到 OSC1。

**單引腳下拉電阻型 RC 振盪器**

以下是外接下拉電阻的 RC 振盪器電路。



- 說明**
1. 振盪電阻  $R_{osc}$ ，與內建電容  $C_{osc}$  組成系統 RC 振盪器，其電阻值用於決定系統振盪頻率。振盪頻率與電阻值成反比，即電阻值越大，振盪頻率越低。
  2. 系統 RC 振盪器內建電容  $C_{osc}$ ，與外部  $R_{osc}$  組成系統 RC 振盪器。
  3. 振盪穩定電容  $C_s$ ，用於穩定系統振盪頻率，建議值爲 470pF。
  4. OSC2 提升電阻  $R_{pu}$ ，測量  $f_{sys}/4$  時所需的提升電阻，建議值爲 2k $\Omega$ 。

## → 系統 Start-up 計時器

- 爲了讓振盪器能夠穩定起振所需要的延時時間。
- 其時間爲 1024 個振盪器振盪周期。

## → 製程和溫度漂移

- 因 RC 振盪器的頻率與內建振盪電容值有關，而此電容值與製程參數有關，所以不同的 MCU 會表現出不一致性。在固定電壓和溫度下，振盪頻率漂移範圍約±25%。
- 對於同一顆 MCU (與製程漂移無關)，其振盪頻率會對工作電壓和工作溫度產生漂移。其對工作電壓和工作溫度所產生的漂移，可參考 Holtek 網站上提供的相關資料。

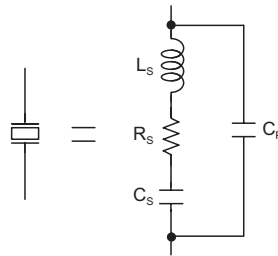
## → EMI/EMS (EMC) 注意事項

- $R_{osc}$  位置應儘量接近 OSC1 引腳，其至 OSC1 的連線應最短。
- $C_s$  可以提高振盪器的抗干擾能力，其與 MCU OSC1 和 VDD 的連線應最短。
- $R_{pu}$  在確定系統頻率之後，量產時建議不要接，因爲其  $f_{sys}/4$  頻率輸出會干擾到 OSC1。

## RTC (32768Hz 石英) 振盪器

## → RTC (32768Hz 石英) 振盪器等效電路

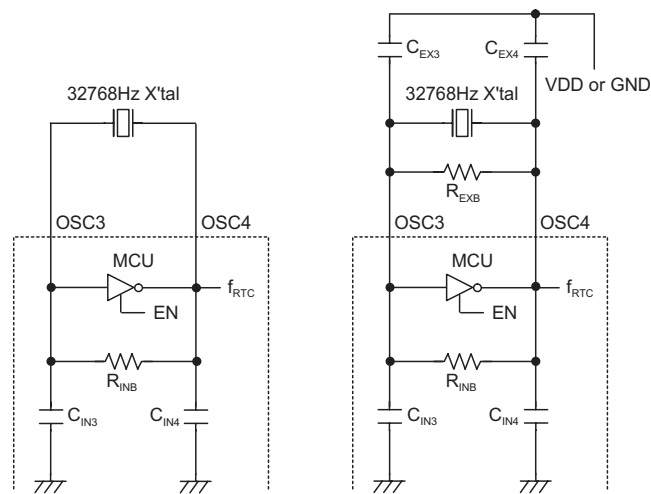
以下由電阻、電容、電感組成的電路就是 RTC (32768Hz 石英) 振盪器的等效電路。



- 說明**
1.  $L_s$  (串聯電感)、 $R_s$  (串聯電阻)、 $C_s$  (串聯電容)、 $C_p$  (並聯電容)。
  2. 共振頻率爲 LC 串聯諧振頻率， $L = L_s$ ， $C = C_s \times C_p / (C_s + C_p)$ 。
  3. 一般 RTC (32768Hz 石英) 振盪器都是爲省電設計，在應用時爲了保證正常起振，振盪器的位置要最接近 MCU，且連線要最短。

## → RTC (32768Hz 石英) 振盪器基本電路

以下是 RTC (32768Hz 石英) 振盪器的兩個應用電路。



- 說明**
1. 內部偏壓電阻  $R_{INB}$ ，用於產生振盪器的工作點，為了應用上省電的要求，此電阻值一般在  $10M\Omega$  左右。
  2. 內部振盪器電容  $C_{IN3}$  和  $C_{IN4}$ ，與外部石英/陶瓷振盪器配合構成 Pierce 振盪器。振盪時，石英/陶瓷振盪器可以看作是等效電感，該電路還可以降低 EMI。
  3. 外部偏壓電阻  $R_{EXB}$ ，用於低壓停振控制的特殊應用，在此不建議使用，以免造成耗電。
  4. 外部振盪器電容  $C_{EX3}$  和  $C_{EX4}$ ，用於振盪頻率微調或振盪器匹配，並可用於調整起振時間，建議值為  $12pF$ 。

## → 快速起振

因 32768Hz 石英振盪器是為省電應用所設計，一般起振時間會因振盪電流較小，造成起振時間高達 2~3 秒，在應用上會有明顯延遲。為解決此問題，在 32768Hz 石英振盪器起振時會特意提高振盪器電流，以減短起振時間。

- 當快速起振動作時，振盪器起振時間可縮短到 0.2~0.3 秒，此時為減少電流消耗，一般會有起振判定來適時關掉快速起振電路，以節省耗電，判定方法有用軟體延遲一固定時間，或利用內部 RTC 是否發生中斷來判定 RTC 振盪器是否已正常振盪。
- 當 RTC 振盪器已正常振盪，便可關掉快速起振功能，進入省電振盪以節省耗電。

## → EMI/EMS (EMC) 注意事項

- 為降低 RTC 振盪器遭受干擾，導致計時不准，振盪器位置需最接近 MCU，且其至 MCU 的連線應最短。
- 為防止 EMI 干擾問題，除了振盪器至 MCU 的連線應最短外，用 VDD 或 GND 環路做配置選項也能降低 EMI。

## → RTC (32768Hz) 振盪器頻率校正

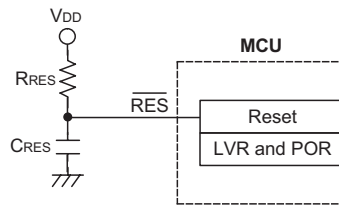
- 在 32768Hz 振盪器的應用中，計時的準確性是重要的一環，因振盪器特性的不同及不同 MCU 之間的特性差異，導致振盪頻率有略微不同，雖然僅為十幾 ppm 值的誤差，卻會造成長時間計時累積誤差越來越大的問題，所以在應用上其頻率校正至為重要。
- 如果不要求極準確， $C_{EX3}$  和  $C_{EX4}$  可都選用 12pF(低溫度漂移電容)即可滿足大部份需求。
- 如果要求極準確， $C_{EX3}$  除選用 12pF(低溫度漂移電容)外， $C_{EX4}$  尚需採用可調電容，在調整時，可令 MCU 輸出一個 1 秒鐘周期的信號，並用穩定的高頻參考源來計數比對，便可在線調整  $C_{EXT4}$  來微調 RTC 振盪頻率。
- 如果有 EEPROM 的系統， $C_{EX3}$  和  $C_{EX4}$  可都選用 12pF(低溫度漂移電容)，在校正時，可令 MCU 輸出一個 1 秒鐘周期的信號，並用穩定的高頻參考源來計數比對，然後直接將頻率誤差值存於 EEPROM 中，在正式應用時，採用軟體校正方式，將誤差值修正回來，便可省略可調電容和調整的程式。

## 重置電路

### 外部 $\overline{RES}$ 功能描述

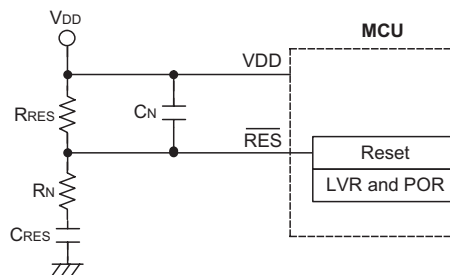
- 用於重新啟動 MCU，並重置內部特殊功能暫存器 (TO 和 PDF 旗標不變) 和 I/O 口狀態，重置程式指標，程式由 0000H 開始執行
- 如果 WDT 致能，WDT 內容會被清除，並重新計數
- RAM 內容不變
- 重置堆疊指標

### 簡易型 RC 重置電路



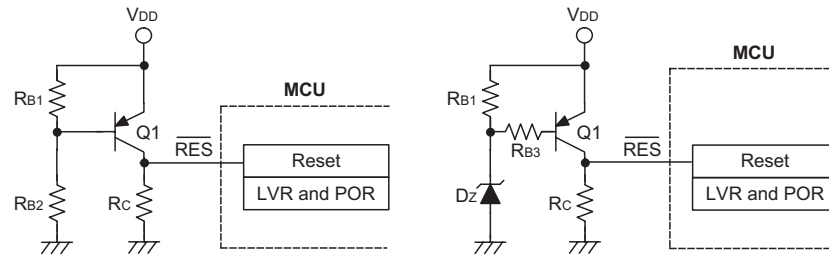
- 簡易型重置電路，應用於干擾較小的環境。
- 重置時間長短由  $R_{RES}$  和  $C_{RES}$  的值決定。
- 重置時間的長短，一般考慮為當系統電源穩定進入 MCU 工作範圍時，才可結束重置。當 MCU 斷電時， $C_{RES}$  上的電荷應儘快完全放電。
- $R_{RES}$  和  $C_{RES}$  建議數值為  $100k\Omega$  和  $0.1\mu F$ 。
- 重置電路的佈線很重要，一般要求重置電容  $C_{RES}$  與 MCU 的  $\overline{RES}$  和 VSS 引腳的佈線最短。

### 高抗干擾型 RC 重置電路



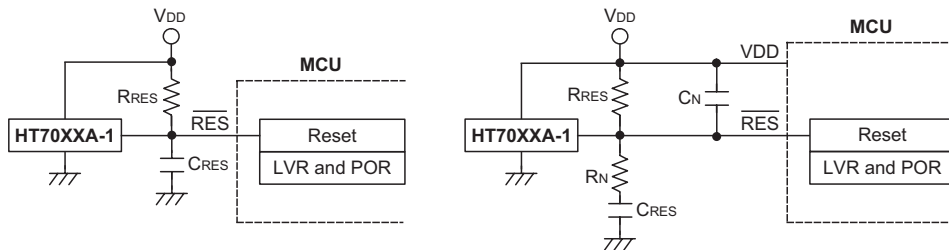
- 高抗干擾型 RC 重置電路，應用於干擾較強的環境。
- 重置時間長短由  $R_{RES}$  和  $C_{RES}$  的值決定。
- 重置時間的長短，一般考慮為當系統電源穩定進入 MCU 工作範圍時，才可結束重置。當 MCU 斷電時， $C_{RES}$  上的電荷應儘快完全放電。
- $R_{RES}$  和  $C_{RES}$  建議數值為  $100k\Omega$  和  $0.1\mu F$ 。
- 匹配電阻  $R_N$  和匹配電容  $C_N$  用於匹配內部設計，一般其數值  $10k\Omega$  及  $0.01\mu F$ ，即為  $R_{RES}$  和  $C_{RES}$  的  $1/10$ 。
- 高抗干擾型重置電路，主要應用於強干擾環境，要求  $C_N$  電容需與 MCU 的  $\overline{RES}$  和 VDD 引腳的連線最短。

## 外部電晶體低電壓重置電路



- 當內建的低電壓重置電路的電壓與應用規格不同時，可選用外部電晶體低電壓重置電路。
- 可提供低電壓重置功能，並適用於強干擾環境。
- 低電壓重置功能由  $R_{B1}$  與  $R_{B2}$  分壓，或由穩壓二極體電壓決定。
- 當使用  $R_{B1}$  與  $R_{B2}$  分壓時，其低電壓重置點約為  $(R_{B1}+R_{B2}) / (2 \times R_{B1})$ ， $R_C$  電阻值需大於  $R_{B2}/30$ 。
- 當使用穩壓二極體時，其低電壓重置點約為  $V_Z+0.5V$ ， $R_{B1}$  用於設定工作點  $V_Z$ ， $R_C$  電阻值最好大於  $100k\Omega$ ， $R_{B3}$  的電阻值約為  $10k\Omega$ 。
- 電晶體 Q1 在 PCB 板上的位置很重要，一般要求 Q1 的集電極(C)和發射極(E)與 MCU 的  $\overline{RES}$  和 VDD 引腳的佈線最短。

## 外部低電壓檢測 IC 的重置電路



- 當內建的低電壓重置電路的電壓與應用規格不同時，可選用外部低電壓檢測 IC 的重置電路。
- 可提供低電壓重置功能，需配合外部簡易型 RC 重置電路或高抗干擾 RC 重置電路來達到完整的重置功能。
- $R_{RES}$ 、 $C_{RES}$ 、 $R_N$  和  $C_N$  的建議數值與簡易型 RC 重置電路及高抗干擾 RC 重置電路相同。
- $C_{RES}$  (針對簡易型 RC 重置電路) 和  $C_N$  (針對高抗干擾 RC 重置電路) 在 PCB 板上的位置及佈線要求與簡易型 RC 重置電路及高抗干擾 RC 重置電路相同。

### 內部 POR 電路和內部低電壓重置電路

- 為加強 MCU 的保護完整性，並簡化外部應用電路設計及成本，在 MCU 內部提供有上電重置(POR)電路和低電壓重置(LVR)電路。
- POR 電路主要是內建一組低 RC 時間常數的重置電路，具有上電時產生重置的功能。其對 MCU 內部的初始化動作，除了 TO 和 PDF 旗標被清為“0”之外，其餘的狀態均與  $\overline{\text{RES}}$  重置相同。當使用此重置功能時，因 POR 時間常數較小，為了使 POR 可以正常動作，電源上升速度應儘量要求快速。
- LVR 電路主要功能是當 VDD 小於特定電壓（視規格而定），且持續時間大於 1ms 時，LVR 將會被啟動，其對 MCU 內部的初始化動作與 RES 重置相同。

## 內建看門狗 RC 振盪器

### 功能描述

- 看門狗計時器 (WDT) 主要用於監視 MCU 內部功能（軟體和硬體）的執行是否正常，使用者必須適當設計軟體及運用清除 WDT (CLR WDT, CLR WDT1, CLR WDT2) 的指令，使程式正常執行時，WDT 不會溢出，而當系統不正常執行時，WDT 可以溢出造成 WDT 重置。
- 內建的看門狗 RC 振盪器，是一個自由振盪的 RC 振盪器，不管程式如何執行，包括進入省電模式，都不會停止振盪。所以將此振盪器當做 WDT 的時鐘來源，可使 WDT 隨時都在監視 MCU 系統的工作，以使 WDT 達到最大的效能。
- 因為看門狗 RC 振盪器是一個自由振盪的 RC 振盪器，當此振盪器被選用時（由配置選項決定），且系統進入省電模式時，此振盪器會消耗少許電流（ $\mu\text{A}$  等級），且當 WDT 溢出時會發生 WDT 重置，此時 TO 和 PDF 旗標均會被設定，使用者可通過這兩個旗標判斷出 WDT 重置模式，並予以適當處理。

### 製程、工作電壓和溫度漂移

- 由於 WDT 振盪器為 RC 振盪器，且 RC 均為內建，所以製程及工作溫度對其影響較大，即製程漂移及溫度變化均會造成其振盪頻率的漂移。
- 由於此振盪器為 RC 振盪器，所以工作電壓對其也有影響，即工作電壓變化會造成其振盪頻率的漂移。
- 綜合製程、工作電壓和溫度的漂移，使用者在設計時需與應用系統同時考慮，以使 WDT 效能發揮到最大，並防止 WDT 不正常的重置，關於看門狗 RC 振盪器的特性，使用者可參考 Holtek 網站上提供的相關資料。

## 版本記錄

版本：V1.10

修改人員：干仁和

修改日期：2007 年 7 月 12 日

修改內容：第二頁“石英/陶瓷振盪器基本電路”單元

修改“注意 5.”：新增表格列出僅供參考之低壓停振電阻電容大略的數值。