頻率元件在物聯網(IoT) MCU 的應用需知

現今物聯網(IoT)的興起，引發 16 & 32 位元(bit)MCU 需求上的直線上升，對於 MCU 的 System Clock 的要求也愈高

早期 8 位元 MCU 因 I/O 介面要求單純，故僅需要 1 組高頻(MHz)的 Quartz Crystal 就能提供 MCU 所需求的 System Clock，但現今 16 & 32 位元(bit)MCU IoT 應用，因需提供更多的 I/O 與對外的傳輸介面和計時等多功能需求，故採用高.低頻兩組 Quartz Crystal (MHz & KHz)以滿足對時脈的要求。

A. 高頻(MHz)石英晶體諧振器(晶振)設計時的線路圖和電容匹配:

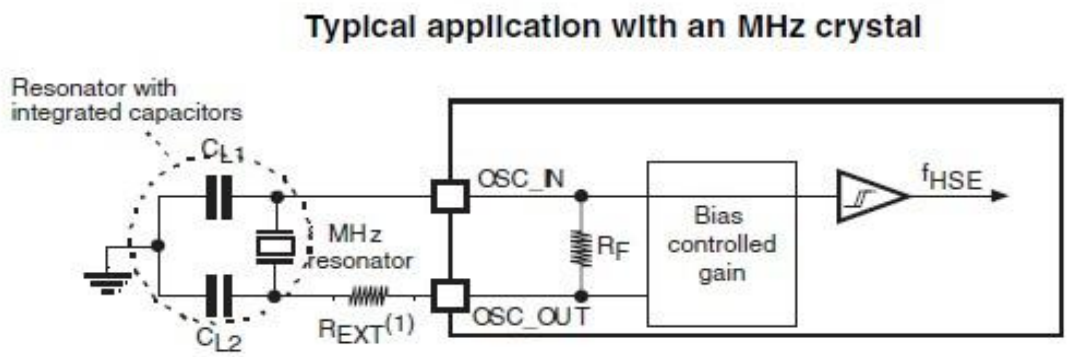
EX.: 在 RF 2.4G 應用時，Crystal 常用頻點為 16MHz, 12pF, 10ppm

如果依設計公式: 12pF=((CL1*CL2)/(CL1+CL2))+Cs+Ci (Cs 為 PCBA 的雜散電容,Ci 為 MCU 的接面電容)

一般而言 Cs+Ci=約 3pF 故 12-3=9pF ，導入公式:CL1=CL2=18pF ∴((18*18)/(18+18))+3pF=12pF

R_F 為內建回授電阻，在高頻 Crystal 振盪電路中為 1MΩ，如 MCU 無內建時可外加，一般都內建，

R_{EXT} 為限流電阻，一般可不加。

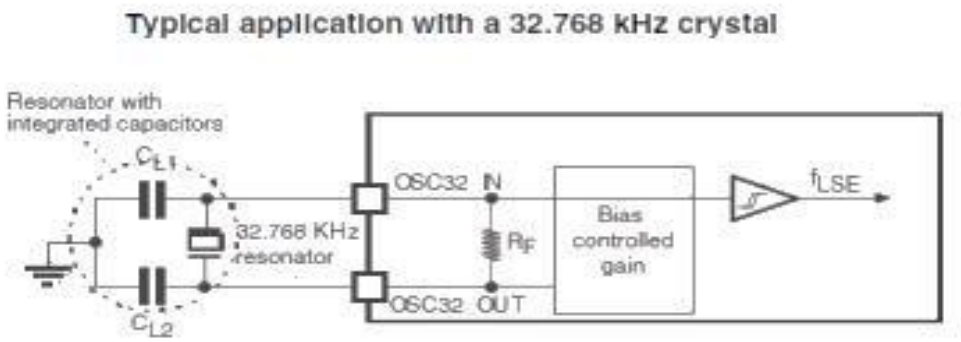


B. 低頻**(KHz)**石英晶體諧振器**(**晶振**)**設計時的線路圖和電容匹配**:**

EX.: 在 **RTC & Base band** 應用時，**Quartz Crystal** 常用頻點為 **32.768KHz, CL= 12.5pF,Stability= 20ppm**

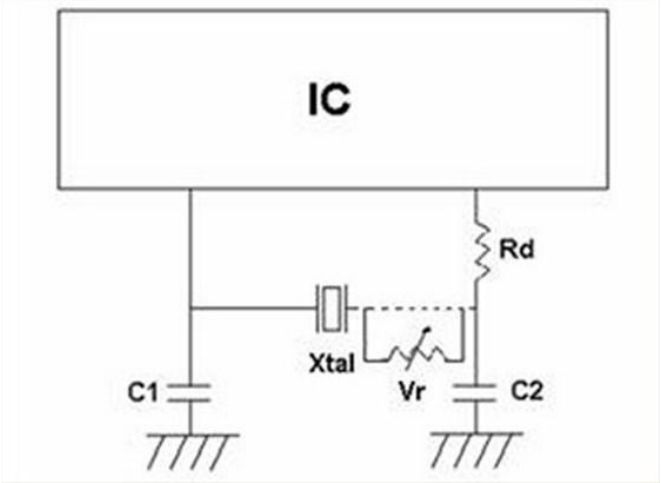
如果依設計公式**: 12.5pF=((CL1*CL2)/(CL1+CL2))+Cs+Ci (Cs** 為 **PCBA** 的雜散電容**,Ci** 為 **MCU** 的接面電容**)**

一般而言 **Cs+Ci=**約 **3pF** 故 **13-3=10pF**，導入公式**:CL1=CL2=20pF ∴((20*20)/(20+20))+3pF=13pF**
RF 為內建回授電阻，在低頻 **Crystal** 振盪電路中為 **10MΩ**，如 **MCU** 無內建時可外加，一般都內建。



C.　負性阻抗｜-R｜ (Negative resistance) 和振盪餘裕度 (Oscillation Allowance):

一般在設計振盪電路中常有另一項重要參數容易被忽略，就是負性阻抗.



-R 測試方式如上圖所示**:**
在 **Crystal** 上串接 **1** 只 **VR**，調整 **VR**，調整到 **Crystal** 無輸出頻率止，取下 **VR** 量測 **VR** 阻值，此值就是振盪迴路中的**-R** 值。

-R 值應該≧ **(5~10) * ESR max.(**其中 **ESR** 為石英晶體諧振器 **Quartz Crystal** 的等效電阻**)** ，當**-R** 低於 **3** 倍時，容易因石英晶體諧振器的振盪餘裕度 **(Oscillation Allowance)**不足，而出現不起振或振盪不穩定、振盪啟動時間延長等問題。

D. PCB Layout 設計:

D-1. 下方為 YIC 的 3215E 系列 (3.2*1.5mm , 2 pads, 32.768KHz smd crystal) 的 layout 理想推薦.

D-2. 基板 layout 設計與 Quartz Crystal 的一般注意事項:

1. PCB 佈線應儘量短, IC 與 Crystal 距離應 < 10~15mm

2. Crystal 下面儘量佈 GND 層

3. Crystal 本體下方不走震盪回路以外較敏感的訊號線.

4. Crystal 儘量不放置在 PCB 邊緣,避免因 PCB 掉落時造成石英晶片破裂損壞可能,同時也可佈出較好的 GND 層

5. Crystal 是屬於熱敏感特性的元件,與 R/L/C 不同,不要放置在接近 PCBA 或整機的熱源位置

6. Metal Can 晶振(如 49 和圓柱 DT-26,DT-38 系列) ,禁止直接對晶振本體進行手焊接地, 這非常容易造成過高溫,使晶振內部因解焊而損壞

E. YIC 建議應用於 IoT MCU 的頻率元件

E-1. MHz Quartz Crystals

頻率 (MHz)	精準度 (ppm)	負載電容 (CL pF)	工作溫度 (℃)	尺寸 (YIC 系列) (mm)
40	10	8,9,10,12	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
32	10,20,30	8,9,10,12	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
27.12	10,20,30	8,10,12,20	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
27	10,20,30	8,9,12,20	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
26	10,20,30	8,9,10	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
24	10,20,30	8,9,10,12,20	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
20	10,20,30	9,10,12,20	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
16	10,20,30	9,10,12,20	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
12	10,20,30	8,10,12,20	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (XT214) 2.5x2.0 (XT224) 3.2x2.5 (XT324)
8	20,30	18,20	-20~+70 -40~+85	5.0x3.2 (XT532,XT534)

※YIC 49US、49SMT和49SLMT系列也是選項

E-2. MHz Crystal Oscillators (SPXO)

頻率 (MHz)	精準度 (ppm)	電壓 (V)	工作溫度 (℃)	尺寸(YIC 系列) (mm)
1,6,8,11.0592,12, 18.432,20,24,25, 26,27,32,33.333, 40,48,54,66.667, 100,125,150	25,50	1.8, 2.5, 3.0, 3.3, 5	-20~+70 -40~+85	SMD 2.0x1.6 (OSC-S21) 2.5x2.0 (OSC-S22) 3.2x2.5 (OSC-S3) 5.0x3.2 (OSC-S5) 7.0x5.0 (OSC-S7) Through-Hole Full Size (OSC-F) Half Size (OSC-H)

E-3. KHz Quartz Crystals

頻率 (KHz)	精準度 (ppm)	負載電容 (CL pF)	工作溫度 (℃)	尺寸(YIC 系列) (mm)
32.768	10,20	7,9,12.5	-20~+70 -40~+85	SMD 1.6x1.0 (1610E) 2.0x1.2 (2012E) 3.2x1.5 (3215E) 6.9x1.4 (6914E) 8.0x3.8 (MC306) Through-Hole 2x6 (DT-26) 3x8 (DT-38)

E-4. KHz Crystal Oscillators

頻率 (KHz)	精準度 (ppm)	電壓 (V)	工作溫度 (℃)	尺寸(YIC 系列) (mm)
32.768	10,20,25,50	1.8, 2.5, 3.0, 3.3	-20~+70 -40~+85	2.0x1.6 (OSC-S21 RTC) 2.5x2.0 (OSC-S22 RTC) 3.2x2.5 (OSC-S3 RTC) 5.0x3.2 (OSC-S5 RTC) 7.0x5.0 (OSC-S7 RTC)

E-5. KHz RTC (DTCXO)

頻率 (KHz)	精準度 (ppm)	電壓 (V)	工作溫度 (℃)	尺寸(YIC 系列) (mm)
32.768	±5	2.2 ~ 5.5	-40~+85	SMD 10.3x5.0x3.4 (RC8025T)

※上表所列為常用規格,其他未列出的規格含寬溫-40~+125℃,歡迎洽詢 YIC