

RFID 使用說明

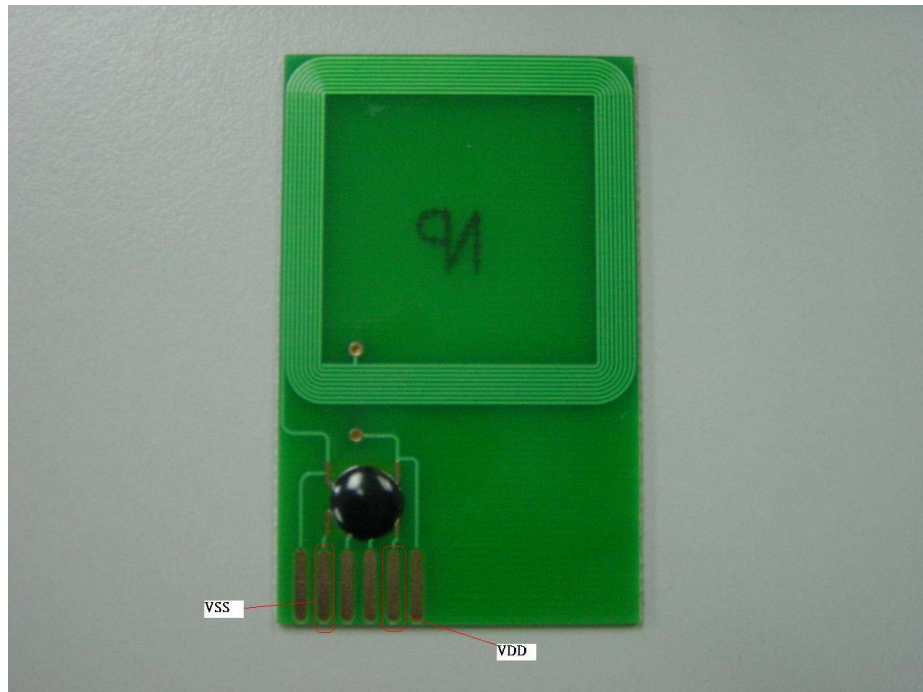
文件編碼：HA0090T

HT672A 工作電壓之建議與 V_{DD} 測量方式

HT672A 之工作電壓 V_{DD} 為 2.2V 以上，其測量方式如下：

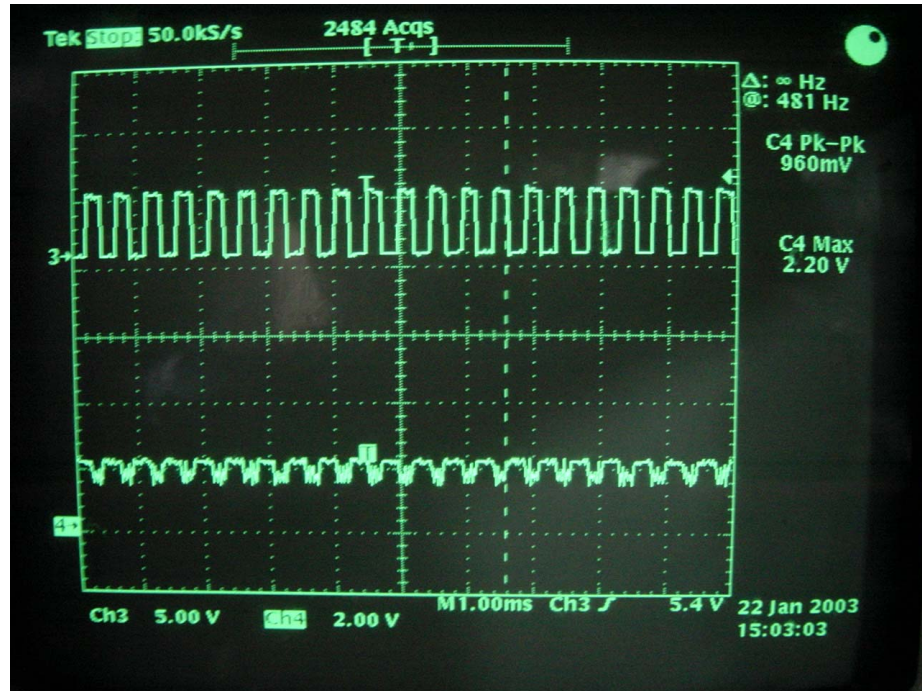
- 步驟一

將 HT672A 之 V_{DD} 及 V_{SS} 接腳拉出如下圖所示：



- 步驟二

將 V_{DD} 接上 TDS 420A 示波器，V 接地，然後將此 Tag 由上而下緩慢靠近 Reader 上之天線，便可看到 V_{DD} 開始充電到 2.2V 時便可由 Reader 上看到有 Data 輸出之訊號如下圖所示，如此便可量測 V_{DD} 。



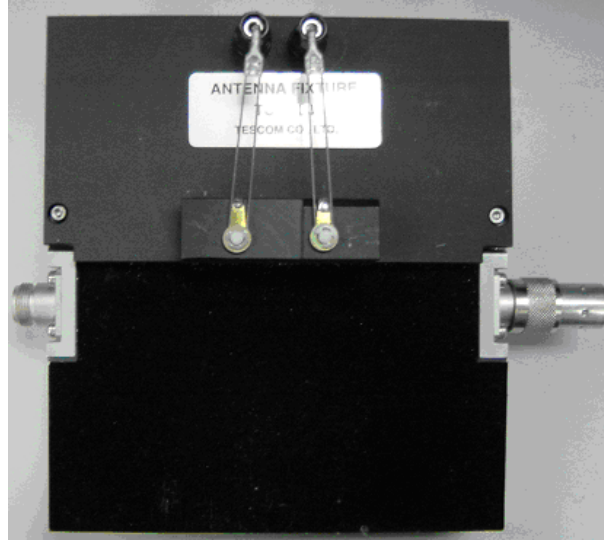
V_{DD} 量測值

Reader Output Power 如何測量，建議的 Power Output 值

Reader Output Power 測量方式有兩種:

- 使用頻譜分析儀

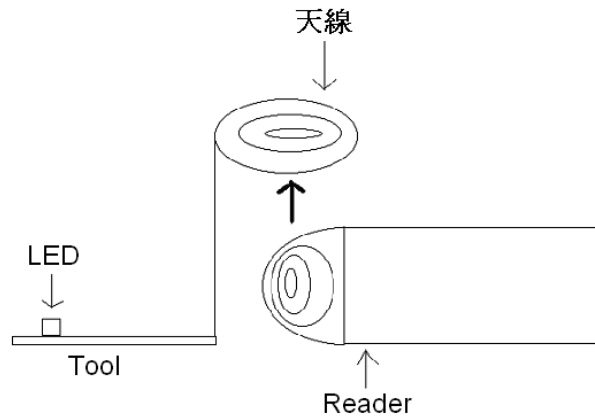
將 RF 測試平台(TC-5003B)接上頻譜分析儀，然後再將 Reader 放置於測試平台之正中央，調整 Reader 天線端之可變電容，使其功率達到最佳。



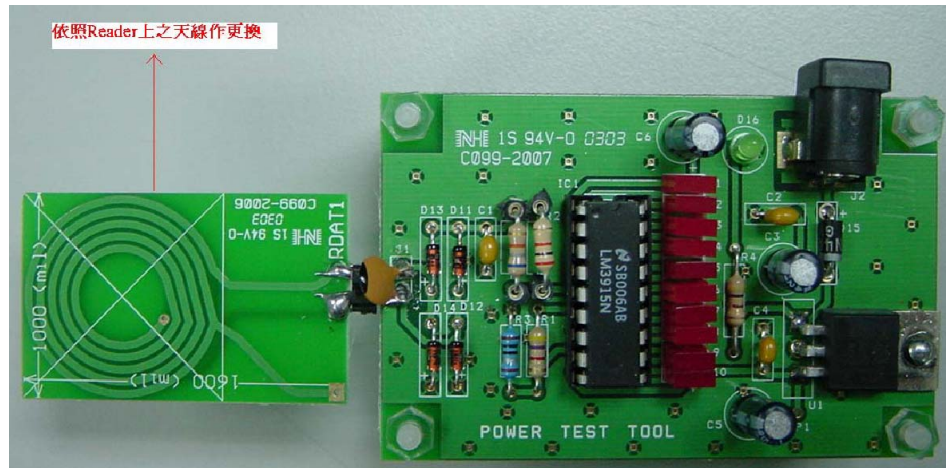
RF 測試平台(需接上頻譜分析儀使用)

- 使用 Holtek 自行製作之治具

此治具依 Reader 打出來磁場強度經橋式整流得到一 DC 值，再經 LM3915 轉換成 LED 顯示。依功率大小不同使 Tool 上之 LED 得到不同亮燈數。



RFID 治具量測示意圖



RFID 治具

- RFID 治具使用方法:
 - 輸入電壓 DC 9V。
 - 當治具上之 LED 全亮時，功率為-12 dBm 以上。
 - 當治具上之 LED 熄一個燈時，功率為-12 ~ -14 dBm。
 - 當治具上之 LED 熄二個燈時，功率為-14 ~ -16 dBm。
 - 當治具上之 LED 熄三個燈時，功率為-16 ~ -18 dBm。
 - 當治具上之 LED 熄四個燈時，功率為-18 ~ -20 dBm。
 - 當治具上之 LED 熄五個燈時，功率為-20 ~ -22 dBm。

建議的 Power Output 值

- 當 Reader 使用大天線(2 吋)時，power 應達到-8 dBm。
- 當 Reader 使用小天線(1 吋)時，power 應達到-13 dBm。

FCC Harmonic 規定如何通過?

FCC harmonic 之測定標準如下:

- 輻射規範:

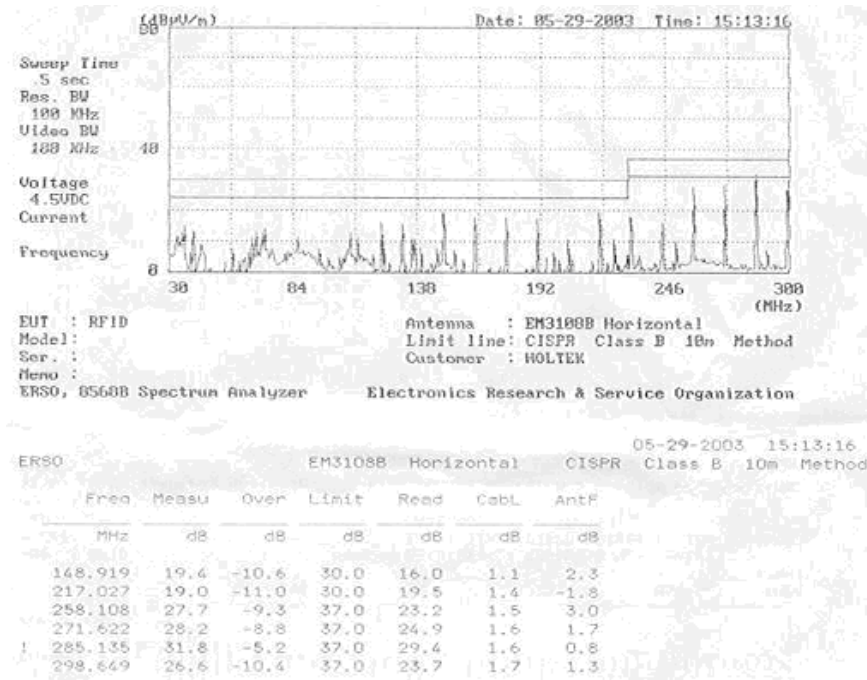
頻率(MHz)	Class B(住宅用)	Class A(工業用)
30~88	40 dBμ	39 dBμ
88~216	43.5 dBμ	43.5 dBμ
216~960	46 dBμ	46.4 dBμ
960 以上	54 dBμ	49.5 dBμ

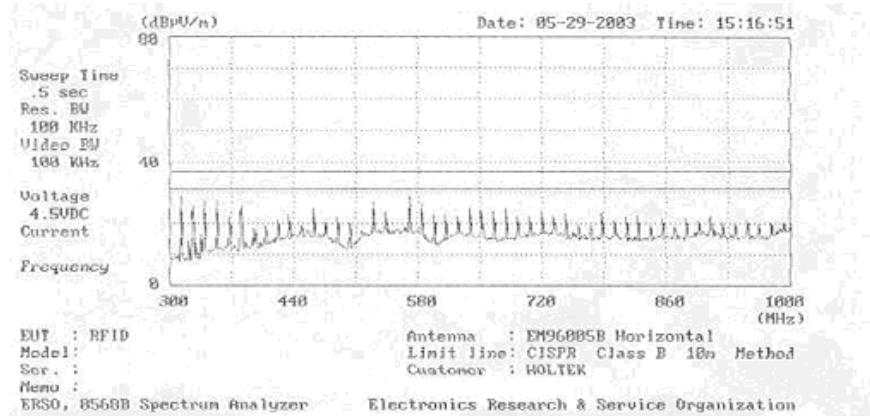
- 傳導規範:

頻率(MHz)	Class B(住宅用)	Class A(工業用)
0.45~1.75	48 dBμ	60 dBμ
1.75~30	48 dBμ	69.5 dBμ

注意: 發射強度一米不可超過 109 dBμ

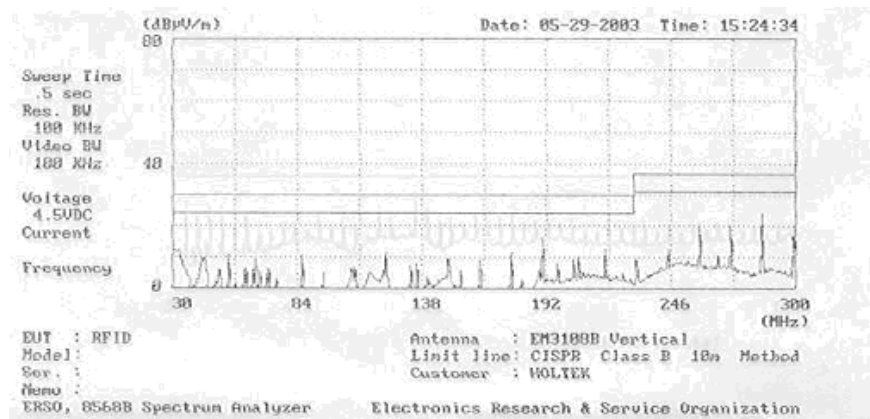
本公司 RFID Reader 所作之 FCC 測試如下附件，皆符合標準！





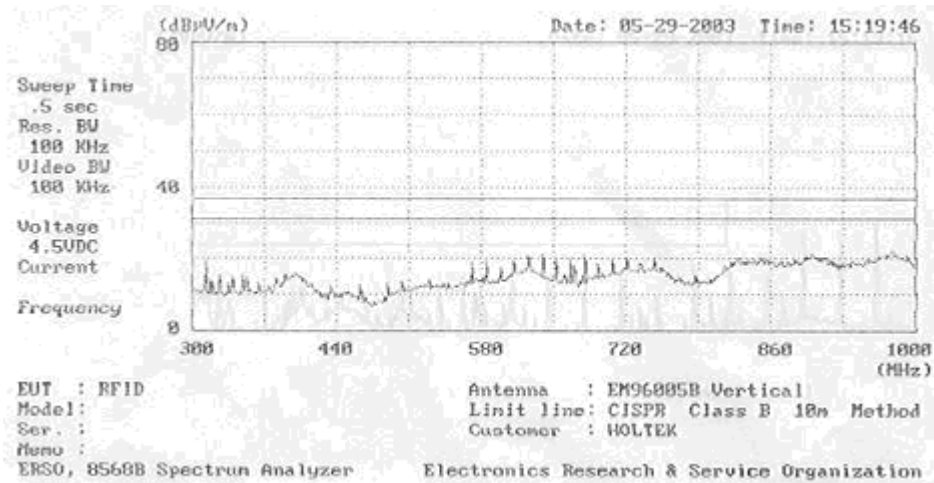
ERSO 05-29-2003 15:16:51
EM96005B Horizontal CISPR Class B 10m Method

Freq	Measu	Over	Limit	Read	CabL	AntF
MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB
311.211	29.0	-8.0	37.0	19.6	1.7	7.7
325.225	25.7	-11.3	37.0	16.5	1.7	7.4
337.838	27.2	-9.8	37.0	16.2	1.8	9.2
351.852	27.1	-9.9	37.0	14.4	1.8	10.9
379.880	25.4	-11.6	37.0	12.6	1.9	10.9
528.428	27.0	-10.0	37.0	10.0	2.4	14.6
569.069	28.7	-8.3	37.0	11.3	2.5	14.9
583.083	26.2	-10.8	37.0	10.2	2.5	13.5
637.738	25.3	-11.7	37.0	9.3	2.6	13.3



ERSO 05-29-2003 15:24:34
EM3108B Vertical CISPR Class B 10m Method

Freq	Measu	Over	Limit	Read	CabL	AntF
MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB
190.000	16.5	-13.5	30.0	13.6	1.3	1.6
258.108	20.6	-16.4	37.0	12.6	1.6	6.5
271.622	20.0	-17.0	37.0	12.1	1.6	6.3
285.135	24.2	-12.8	37.0	18.0	1.6	4.6



Tag Antenna 如何設計，有哪些尺寸可供客戶選用？

天線之設計

在 RFID 系統中，天線可看成兩個互相耦合之電感，爲了使電感之耦合效率最高，兩個電感之諧振頻率必須在工作頻率(13.56MHz)附近。所以首先必須要知道天線之電感值，以搭配其諧振電容，並依照不同的應用計算天線之 Q 值，以及電感之電阻。

- 天線之電感值

天線之電感值依照不同的形狀、大小有不同的計算公式。而利用公式所計算出來的值與實際值可能相差 20%，且在圈數少時(例如一圈)，或圈數多時(因雜散電容之影響)會有較大之誤差。若純粹要以計算方式求得精確的電感值(或電感模型)則必須將所設計之天線形狀、大小輸入電腦，以 3D 或 2D 之電磁場模擬軟體模擬之，才可求得精確值。所以在實際上使用時，大多先以公式概估所需之大小、圈數，並進行製作，再將製作完的電感之量測結果與計算值比較，再進行微調。

或者將預估形狀、大小之天線輸入電腦，利用電磁場模擬軟體，並依照模擬結果對天線之形狀作微調，再進行天線之製作。下面介紹幾種常用的電感計算公式：

- Inductance of Spiral Wound Coil with Single Layer (For Transponder, Reader)

The inductance of a spiral inductor is calculated by:

EQUATION:

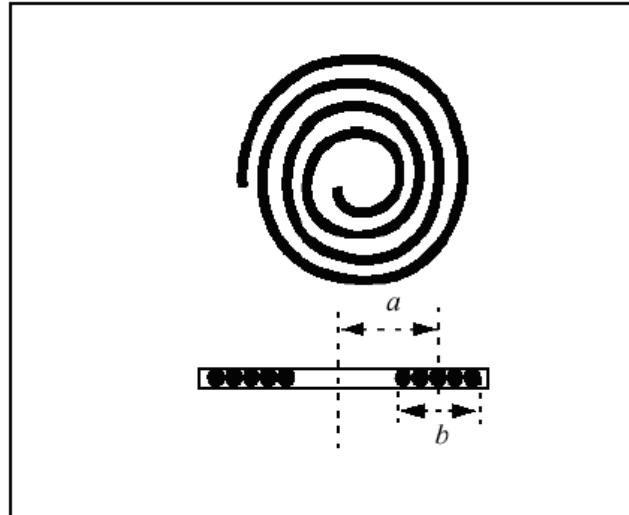
$$L = \frac{(aN)^2}{8a + 11b} \quad (\mu H)$$

where

a: average radius of the coil in cm

N: number of turns

b: winding depth in cm



Spiral Wound Coil with Single Layer

- Inductance of a Flat Square coil (For Transponder, Reader)

EQUATION:

$$L = 0.0467aN^2 \left\{ \log_{10} \left(2 \frac{a^2}{t+w} \right) - \log_{10}(2.414a) \right\} + 0.02032aN^2 \left\{ 0.914 + \left[\frac{0.2235}{a} (t+w) \right] \right\}$$

where

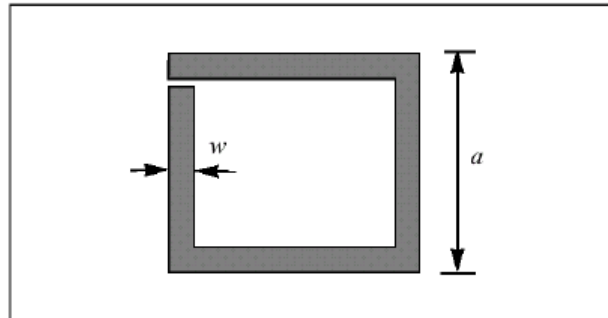
L: in μH

N: number of turns

a: side length in inches

t: thickness in inches

w: width in inches



Inductance of a Flat Square Coil

- Inductance of a Rectangular Coil (For Transponder)

EQUATION:

$$L = 2 \times l \times \left(\ln \frac{l}{D} - 1.04 \right) \times N^P \quad (\text{nH})$$

where

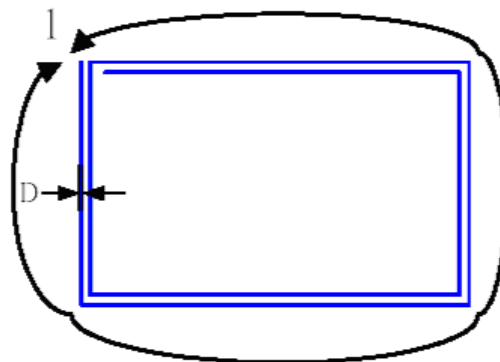
l: length of one coil

N: number of turns

D: diameter of wire or width conductor

P: power of depends on coil technology

P	Coil Construction
1.8	Wired coil
1.7	Etched coil
1.5~1.7	Printed coil



Inductance of a Rectangular Coil

- 電感之電阻值

在諧振器 Q 值 < 100 的範圍內，其大部份損失是由外加負載與電感之導體電阻所產生。外加的負載為已知，所以在此計算電感導體之交流電阻值，便能求出諧振器之無負載 Q 值。

由於高頻電流僅僅會流過於導體之表面，此即「集膚效應」，所以導體之電阻值將會與頻率有關。而集膚深度(Skin depth)之計算為:

$$\delta = \frac{1}{\pi f \mu \sigma}$$

where

f: frequency

μ : permeability of material

σ : conductivity

在 13.56MHz 頻率下，銅的集膚深度(skin depth)為:

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f (4\pi \times 10^{-7})(5.8 \times 10^{-7})}} = \frac{0.0179}{\sqrt{f}} = 0.187(\text{mm})$$

而圓形金屬導體線的交流電阻值約為:

$$R_{(AC)} \approx \frac{1}{2\sigma\pi\delta}$$

δ 為 skin depth

而以圓形金屬導線為例，其交流電阻與直流電阻直之關係為:

$$R_{(AC)} \approx R_{(DC)} \frac{a}{2\delta}$$

a=coil radius

圓形銅線在頻率為 13.56MHz 的條件下，若導體之半徑小於 0.187mm，則導線之交流電阻值約等於直流電阻值。

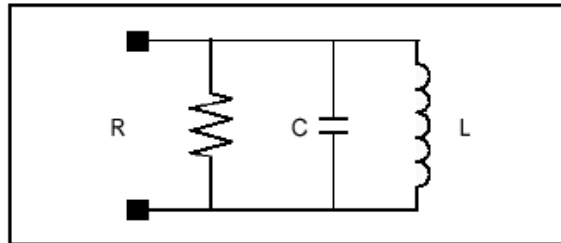
若使用印刷電路板佈局來製作電感，由於電路板之銅箔厚度約 0.035mm(視板材而定，範圍大約 15-70 μm ，較常使用為 35 μm)，所以在 13.56MHz 時，銅箔厚度小於集膚深度，不必考慮集膚效應所構成之影響，所以電感之電阻值用三用電表測量即可。

此電阻與電感串聯，若再串聯一外加電容，即成串聯諧振電路，便可直接估計其諧振器 Q 值。

- 諧振器之 Q 值

在 RFID 系統中，為了增加耦合效率，並減少損失，在 Reader 以及 Transponder 端之天線皆為諧振器之形式。而諧振器之 Q 值則直接影響到距離遠近、電磁場強度、頻寬、元件誤差容忍度等參數。下面介紹由電感、電阻以及電容構成的兩種諧振器電路:

- 並聯諧振電路



並聯諧振電路

在並聯諧振電路中，電感 L、電容 C 與電阻 R 決定了諧振頻率、諧振器 Q 值與頻寬

$$B = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$Q = \frac{\text{Energy Stored in the System per One Cycle}}{\text{Energy Dissipated in the System per One Cycle}}$$

$$= \frac{\text{resistance}}{\text{reactance}} = \frac{R}{\omega L} = \omega CR = \frac{f_0}{B} = R\sqrt{\frac{C}{L}}$$

$\omega = 2\pi f$ = angular frequency

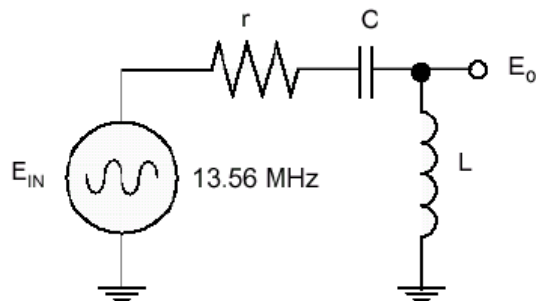
f_0 = resonant frequency

B = bandwidth

r = ohmic losses

– 串聯諧振電路

在串聯諧振電路中，電感 L、電容 C 與電阻 R 決定了諧振頻率、諧振器 Q 值與頻寬



串聯諧振電路

$$B = \frac{r}{2\pi L}$$

$$Q = \frac{\text{Energy Stored in the System per One Cycle}}{\text{Energy Dissipated in the System per One Cycle}}$$

$$= \frac{\text{reactance}}{\text{resistance}} = \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{\omega Cr} = \frac{f_0}{B} = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$\omega = 2\pi f$ = angular frequency

f_0 = resonant frequency

B = bandwidth

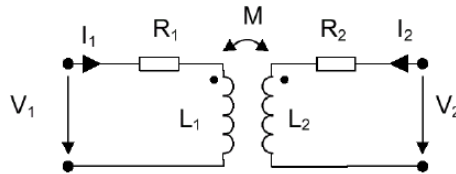
r = ohmic losses

在 Q 值的選擇上，較高的 Q 值有較好之耦合效率，Reader 可以最小的消耗功率產生最大的電磁場。但缺點是：容易受環境影響、頻寬窄、且生產時需個別微調。甚至在遠距離門禁系統的場合(>70cm)，Reader 天線安裝後必須再調整一次，以抵銷附近金屬所造成之諧振頻率偏移。而低 Q 值的系統雖耦合效率差，但頻寬較寬，可容許較高的資料傳輸速率，且不易受環境所影響，生產成本低，廣泛用於短距離系統中。

由於 Reader 之天線是大多使用電路板佈局或線繞而成，且天線較大，容易製作高 Q 值之天線。所以 Reader 之天線 Q 值大多比 Transponder 天線高。而 Transponder 由於比較在乎大小與製作成本，以及環境容忍度，所以 Q 值都較低。

• 諧振器之互感值

在 RFID 系統中，是以兩電感之互感來傳遞能源與資訊。而電感之互感值與電感之大小與距離有關。要計算 RFID 所耦合之能量，必須計算兩電感之耦合係數。



兩電感 L1、L2 互相耦合

如上圖，電感兩端之電壓關係為：

$$V_1 = I_1(R_1 + j\omega L_1) + I_2 j\omega M \quad (V)$$

$$V_2 = I_2(R_2 + j\omega L_2) + I_1 j\omega M \quad (V)$$

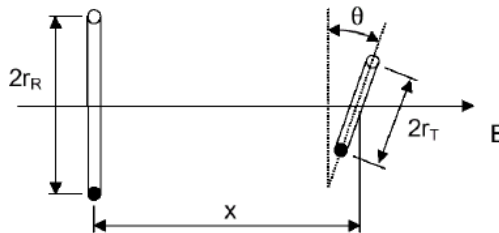
其中，M 值為兩電感之互感值(mutual inductivity of the transformer)

$$M = k\sqrt{L_1 \cdot L_2} \quad (H)$$

K 值為兩電感之磁場耦合係數(magnetic coupling factor.)

以兩個圓形空芯電感為例(如下圖)，其耦合係數為：

$$k = \frac{r_R^2 \cdot r_T^2 \cdot \cos(\theta)}{\sqrt{r_R \cdot r_T \cdot (r_R^2 + r_T^2 + x^2)}^{\frac{3}{2}}}$$

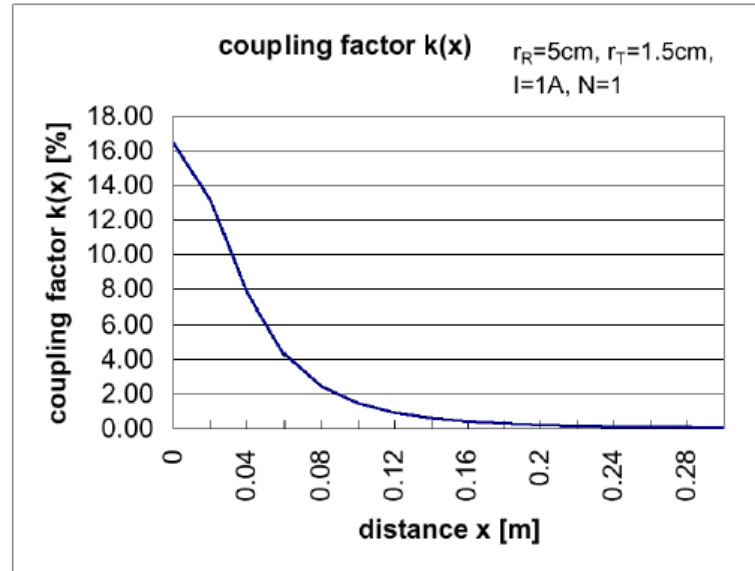


兩空芯電感在空間中互感

在應用上，爲了達到最好之系統性能，K 值最好設計在 1。當然，在近距離時，K 值會比設計值大很多。若要增加 K 值，有下列幾種方法：

- 降低 θ 值
- 使用兩相同大小天線可增加 K 值最大值
- 降低兩天線之距離

兩空芯電感(半徑分別爲 5cm、1.5cm)在空間中互感值與距離之關係，詳附圖。



兩空芯電感(半徑分別爲 5cm、1.5cm)在空間中之互感值與距離之關係圖

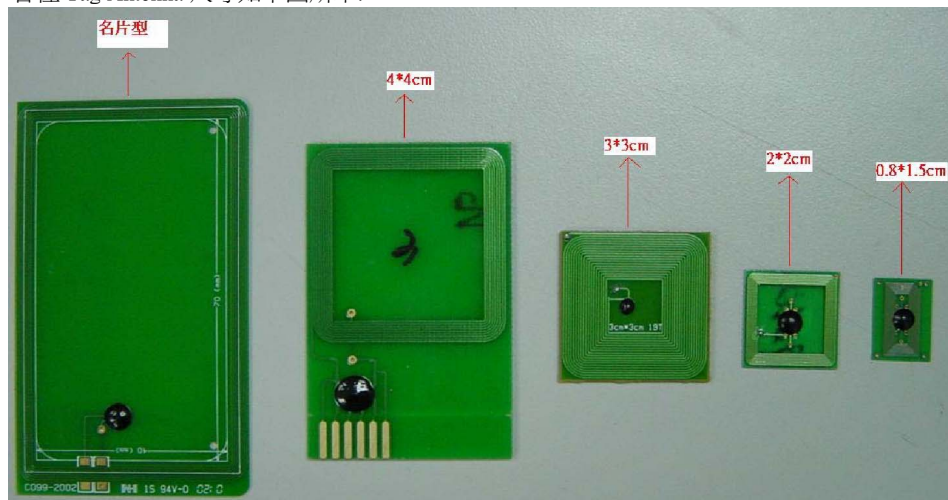
REFERENCES:

- V.G.Welsby, The Theory and Design of Inductance Coils, John Wiley and Sons, Inc., 1960.
- Frederick W. Grover, Inductance Calculations Working Formulas and Tables, Dover Publications, Inc., New York, NY.,1946.
- Keith Henry, Radio Engineering Handbook, McGraw-Hill Book Company, New York, NY.,1963.
- James K.Hardy, High Frequency Circuit Design, Reston Publishing Company, Inc., Reston, Virginia, 1975.

可供客戶選擇之 Tag antenna 尺寸如下：

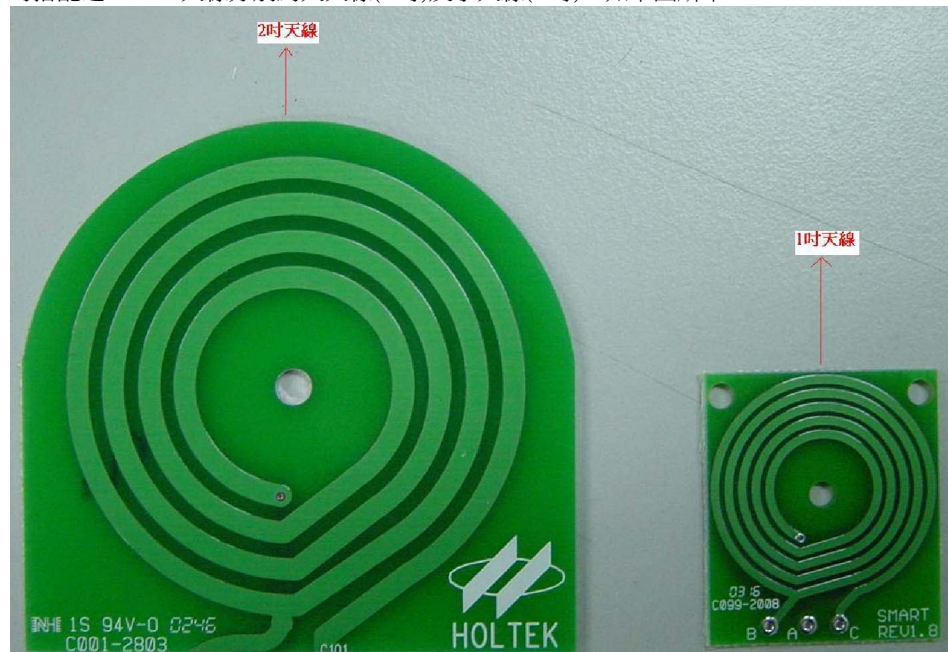
- 8cm×5cm
- 4cm×4cm
- 3cm×3cm
- 2cm×2cm
- 0.8cm×1.5cm

各種 Tag Antenna 尺寸如下圖所示:



各種 Tag 尺寸圖

可搭配之 Reader 天線分別為大天線(2 吋)及小天線(1 吋)・如下圖所示:



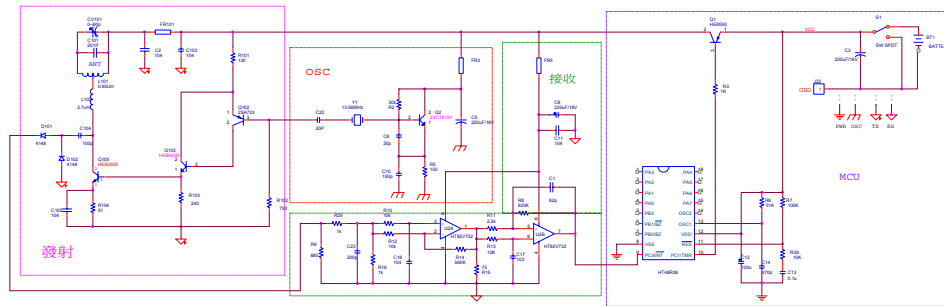
各種不同之 Reader Antenna

各天線搭配不同之 Tag 時，其有效距離如下列各表所示:

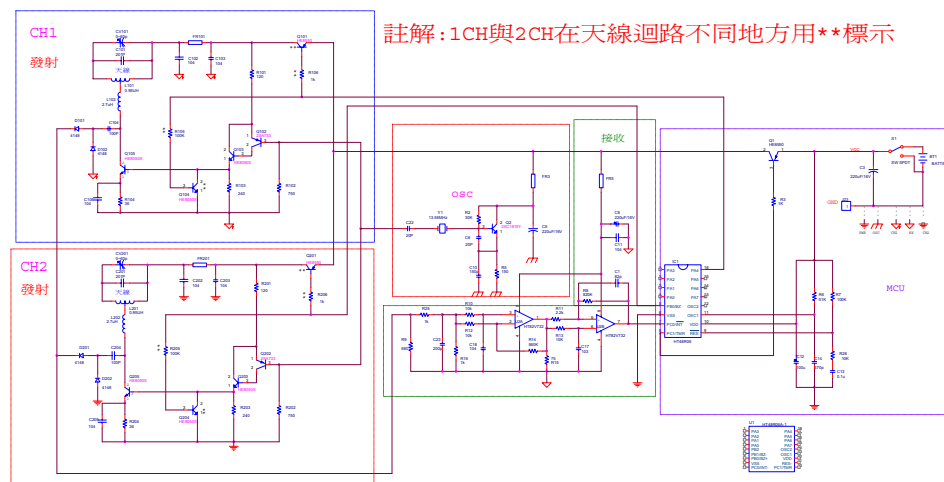
Tag 尺寸(cm)	有效距離(cm)
當 Reader 使用大天線(2 inch)時，且電壓在 6V	
8×5	12
4×4	6.5
3×3	7
2×2	5.5
0.8×1.5	3.5
當 Reader 使用大天線(2 inch)時，且電壓在 4.5V	
8×5	9
4×4	5
3×3	6
2×2	4.5
0.8×1.5	2.5
當 Reader 使用大天線(2 inch)時，且電壓在 3.3V	
8×5	7
4×4	4
3×3	5
2×2	3.5
0.8×1.5	2
當 Reader 使用小天線(1 inch)時，且電壓在 6V	
8×5	10
4×4	5
3×3	6
2×2	4
0.8×1.5	3
當 Reader 使用小天線(1 inch)時，且電壓在 4.5V	
8×5	6
4×4	4
3×3	5
2×2	2.5
0.8×1.5	2
當 Reader 使用小天線(1 inch)時，且電壓在 3.3V	
8×5	4.5
4×4	3.5
3×3	4
2×2	2
0.8×1.5	1.6

應用電路、實作電路版及配線/零件 allocation 注意事項?

RFID 公版之電路圖及實作電路版



RFID 公版之電路圖(單天線)



RFID 公版之電路圖(雙天線)



RFID 公版實作圖(單天線)

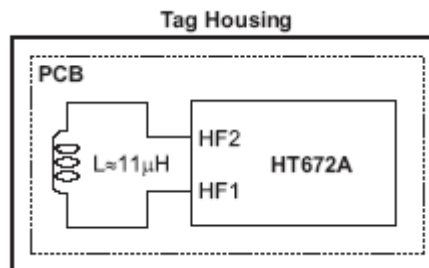


RFID 公版實作圖(2~6 個天線)

應用電路

- Tag 部份

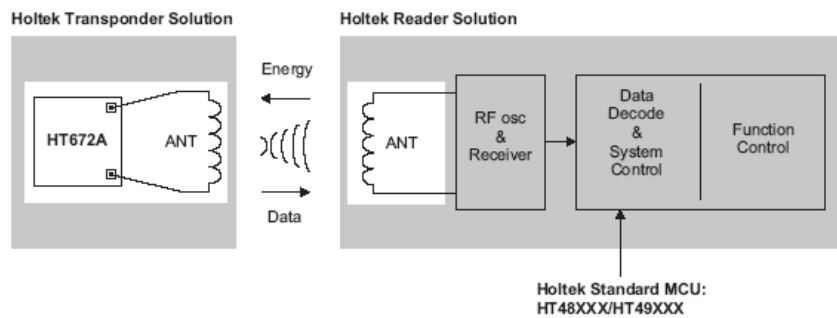
Tag 是由印刷電路之微帶天線、HT672A 及外罩所構成之 PCB。其大小可隨著需求有不同的變化。然而內部天線之電感值為 $11\mu\text{H}$ ，且最佳值隨著內部共振電容(一般用 10pF)可做細部調整。Tag 外型如下：



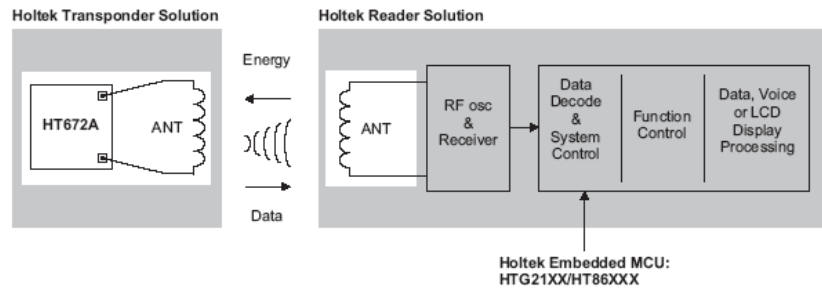
- 應用電路方面

有 1-chip 及 2-chip 兩種解決方案如下：

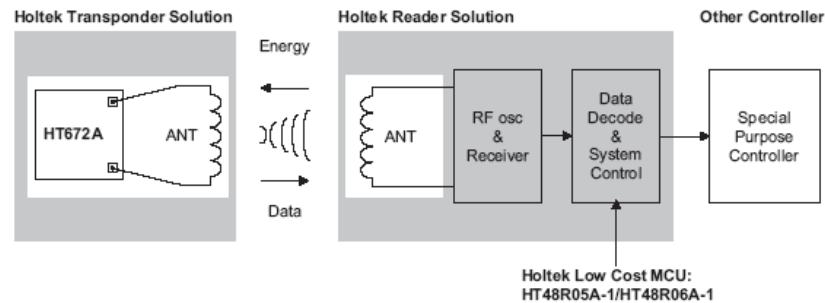
- 1-chip 解決方案(I)



– 1-chip 解決方案(II)



– 2-chip 解決方案



配線/零件 allocation 注意事項:

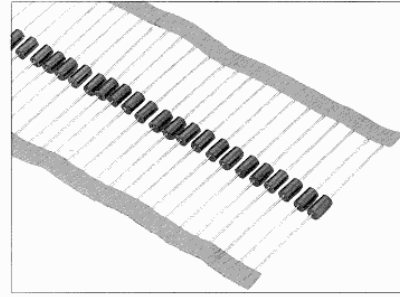
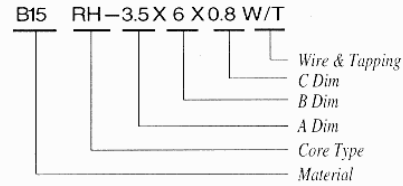
- Reader 在 Layout 時，應分成四個區塊，即發射、接收、OSC 及 MCU 四區，再將此四區之接地個別拉至 power 之接地，如此可降低雜訊干擾。
- 接收部份應遠離 MCU。
- OSC 部份必須靠近發射區。
- 在公板上 Power Control 不論單天線或雙天線一律用 PC1 控制，但是使用者可依所寫之 code 自行定義。
- 在公板上雙天線的 CH Control 用 PA4 & PB0 控制，但是使用者可所寫之 code 自行定義。
- 發射部分一定和天線 Layout 在一起。
- 電容應使用 NPO 電容。
- 在 8050S 選擇方面，應選擇 hFE 在 rank D 以上(詳細規格請參考 8050S 之 Spec.附件 "He8050s.pdf")。
- 在單天線的 Reader 上，Q103 及 Q105 必須使用 8050S；在雙天線的 Reader 上，Q103、Q104、Q105、Q203、Q204 及 Q205 必須使用 8050S，且規格要求須符合第八項，如此在大天線(2 inch)及小天線(1 inch)上，功率才分別可達-8 dBm 及-13 dBm。
- 在 FR 之選用方面如下所附之規格，公板上所用為向廣華電子所購買編號 RH-356008 之 FR。

FR 之規格

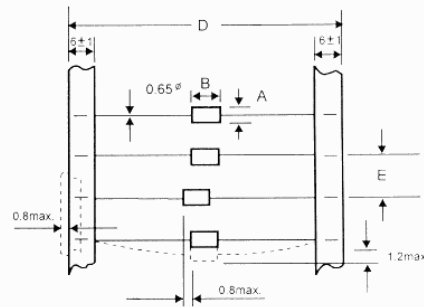
1. Material:

A2G B-7 B-12 B-15

2. Ordering Code:



3. Tapping Dimensions:



4. Applications:

- RHWT TYPE are produced for the automatic insertion into the PC boards.

5. Packaging:

5000 pcs per Reel

6. Dimensions: (m/m)

CORES	A	B	C	D	E	MIN. IMPEDANCE (OHM)	
						25MHz	100MHz
B15RH-3.5X3.5X0.8 W/T	3.5±0.2	3.5±0.2	0.8±0.15	63±3	5.0±0.5	25	45
B15RH-3.5X4.7X0.8 W/T	3.5±0.2	4.7±0.2	0.8±0.15	63±3	5.0±0.5	30	50
B15RH-3.5X5X0.8 W/T	3.5±0.2	5.0±0.3	0.8±0.15	63±3	5.0±0.5	30	50
B15RH-3.5X6X0.8 W/T	3.5±0.2	6.0±0.3	0.8±0.15	63±3	5.0±0.5	35	60
B15RH-3.5X8X0.8 W/T	3.5±0.2	8.0±0.3	0.8±0.15	63±3	5.0±0.5	40	80
B15RH-3.5X9X0.8 W/T	3.5±0.2	9.0±0.3	0.8±0.15	63±3	5.0±0.5	45	100



電阻型 EMI 貫穿CORE

形狀: 1/2W型,外徑3.5mm

產品編號	規格	100pcs
RH-353508 Hot!	長 3.5mm EMI	\$ 0.75
RH-354708 Hot!	長 5mm EMI	\$ 0.75
RH-356008 Hot!	長 6mm EMI	\$ 0.75
RH-359008	長 9mm EMI	\$ 0.75

型錄檔 CATALOG 

Software 支援 link?

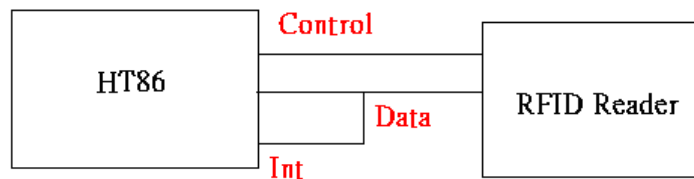
目前可使用於 RFID 之 MCU 如下表所示:

All HOLTEK Standard/Embedded MCU				
Part	I/O	LCD	Voice	App.
HT48	√	—	—	Control
HT49	√	√	—	Display
HT86	√	—	√	Toy
HTG21	√	√	√	Toy

目前 Holtek 搭配 RFID 之 MCU 以 HT86 系列為主，因此在軟體支援方面我們便以 HT86 系列為例子來說明。

MCU 與 RFID 界面之結合

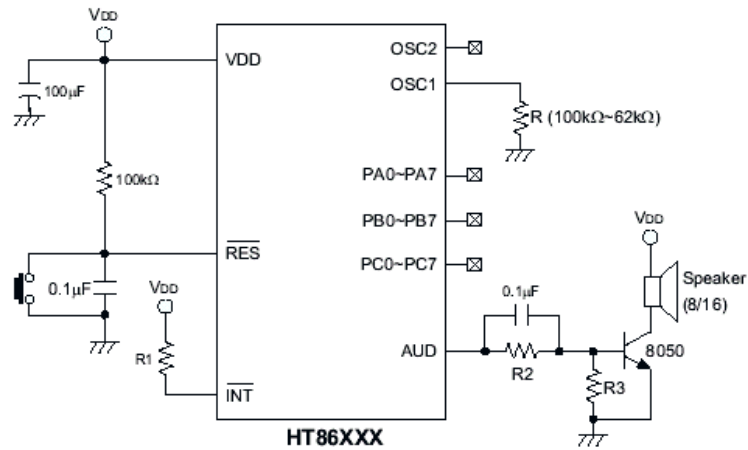
下圖為 HT86 系列與 RFID 結合之簡單示意圖。



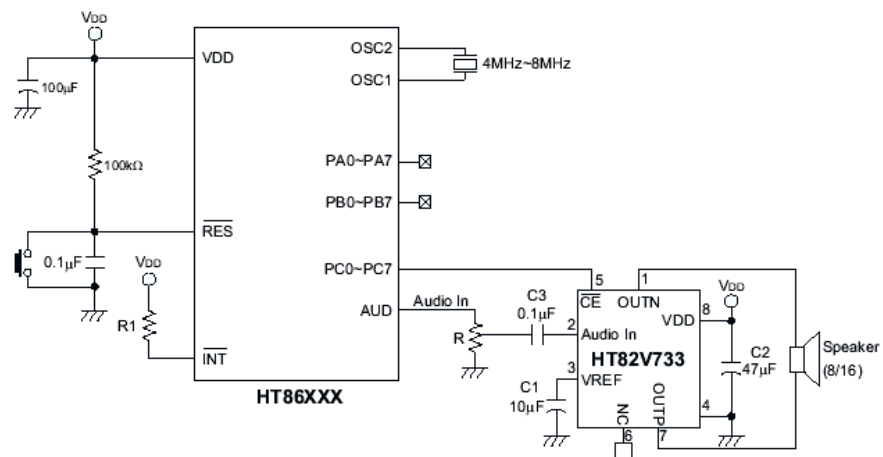
HT86 系列與 RFID 結合示意圖

下圖為 HT86 系列之應用電路，我們只要將 RFID Reader 上之 PC1(Control pin)接到 MCU 上之 PC1，PC0(Data pin)接到 MCU 之 PC0，再把 PC0 與 MCU 之 INT 連接，如此便可完成硬體界面之連接(請參考 HT86xxx 之 Spec.)。

Application Circuits



Note: $R2 > R3$



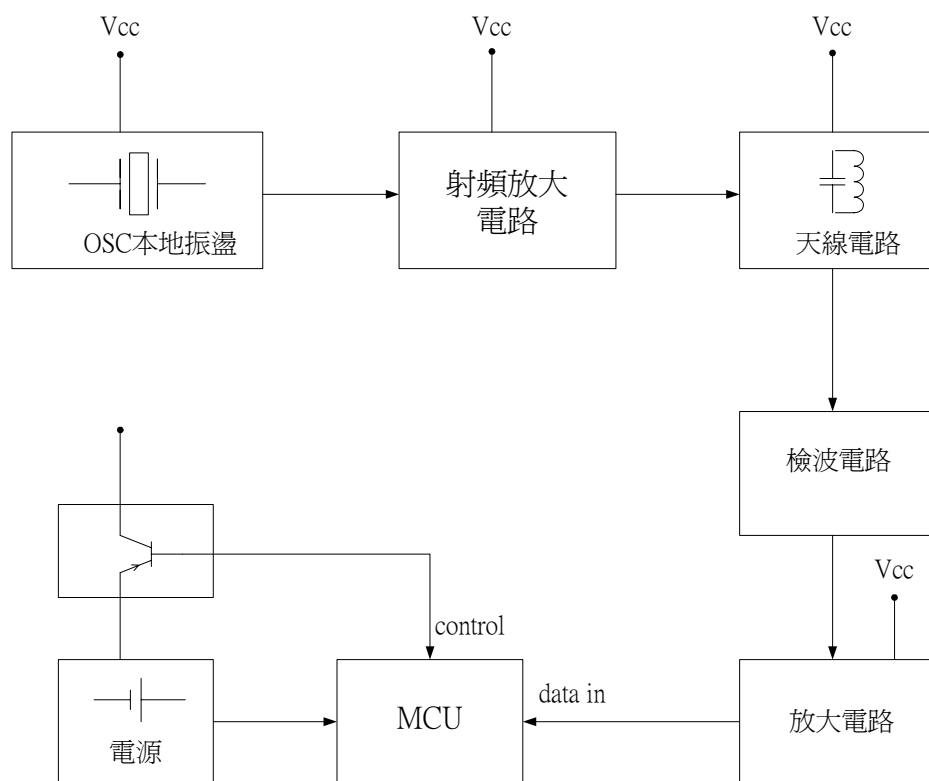
HT86 系列之應用電路

Software 如何支援

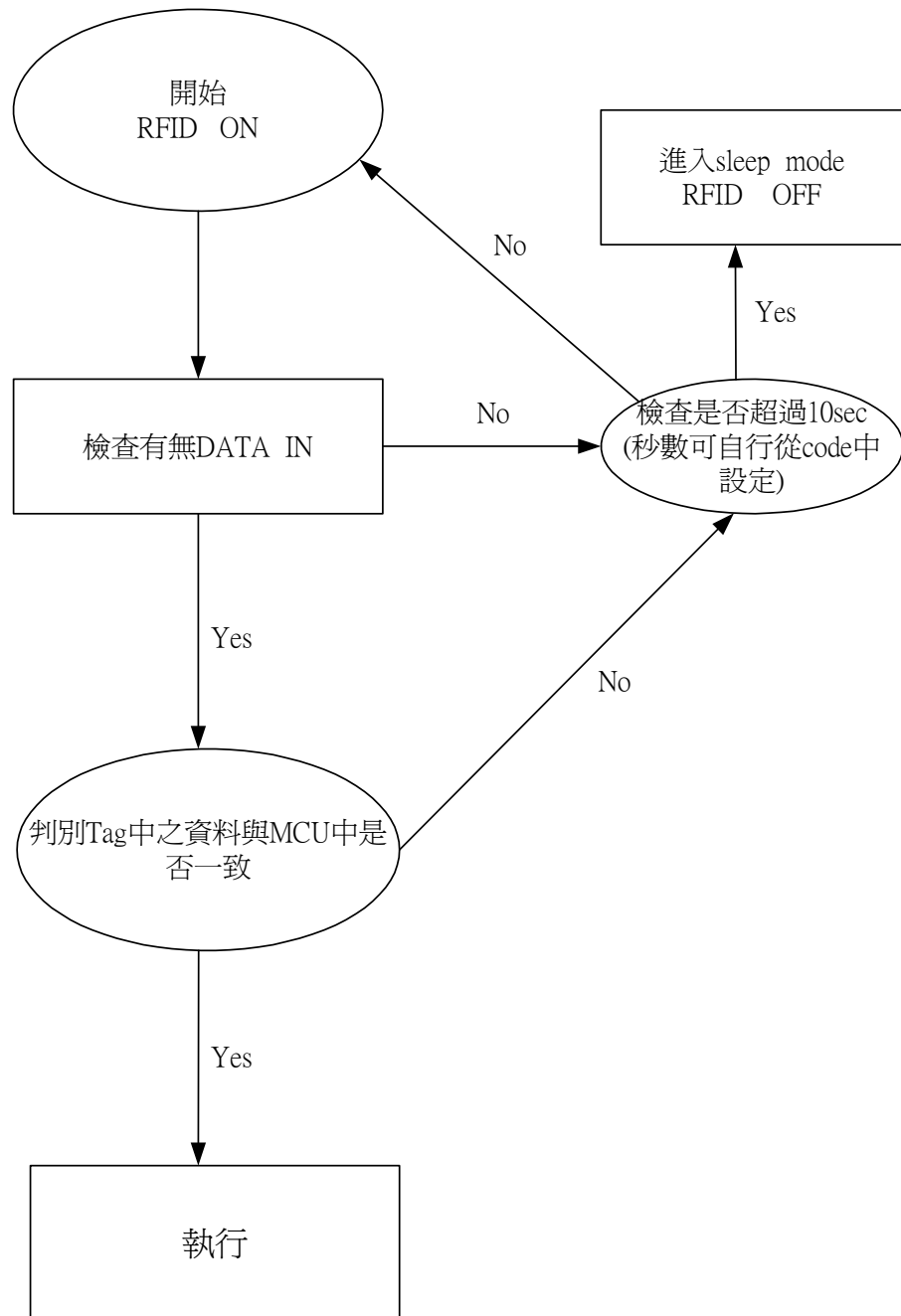
- 步驟一
使用 HT86xxx 之寫 code tool "EasyIII"來寫 code(請參考附件"easyIII.pdf")，經過 compile 之後，產生.xxx(例如 HT86576 便會產生.576 檔名)及 EZ86CTRL.ASM 兩個檔案。
- 步驟二
將 EZ86CTRL.ASM 檔於 HT-IDE3000 中開啓執行後作 debug，若無錯誤，便將.xxx 此一檔案中的 code 燒進 flash 中，放入 HT86P00 上，再加上所要實現之完整 RFID 電路，便可模擬出整個完整電路之情況。若有錯誤，就回到"EasyIII"中修改 code，直到沒有錯誤為止。

整體設計流程圖

整體設計流程圖可分為硬體流程與軟體流程，詳附圖所示。



硬體設計流程圖



軟體設計流程圖