

無線電源接收器 RT1650 之簡介

摘要

RT1650 是全集成的無線電源接收器，可為移動設備提供 7.5W 的電源供應。本文解釋了無線電源傳輸的基本原理，簡要介紹了各種無線電源傳輸的標準，重點介紹了名為 Qi 的 WPC 1.1 低功率標準的實現方法，對 RT1650 的主要特性進行了講解。文章最後以 Nokia DT601 無線電源發射器和以 RT1650 為核心的 EVB 結合在一起所構成的無線電源傳輸系統為例對實際應用中可能遇到的各種問題進行了講解，具有重要的參考價值。

目錄

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 無線電源傳輸之優點 | 2 |
| 2. 無線電源傳輸之原理 | 2 |
| 3. 無線電源的標準 | 3 |
| 4. Qi 無線電源傳輸系統之簡介 | 4 |
| 5. 無線電源接收器 RT1650 之特點 | 6 |
| 6. 無線功率傳輸的實際範例 | 7 |
| 功率級 | 8 |
| 發射器的待機狀態和接收器的啟動過程 | 9 |
| 從接收器到發射器的 ASK 通信 | 10 |
| 接收器的電壓調節 | 11 |
| 異物檢測 (FOD) | 12 |
| 系統效率 | 13 |
| 7. 用戶可調的 RT1650 固件設定 | 14 |
| 8. 總結 | 15 |

1. 無線電源傳輸之優點

在兩個裝置之間，無實體纜線連接而能傳輸電源之方式有許多優點：

- 在兩裝置之間完全的電流隔離，可使應用更加安全。
- 電源接收器可完全封閉，使應用裝置較易達到完全防水。
- 省去體積較大的連接器可使整體應用的體積減少，對於如藍牙耳機、智慧手錶和健康（醫療）等方面的穿戴式裝置而言，是非常重要的。
- 非接觸式的電源傳輸非常方便：無需插上或拔出連接器，只需將接收器放在發射器的表面上，即可開始電源傳輸。
- 無線電源傳輸多用於行動裝置電池的充電，因此也常被稱為「無線充電」。

圖一顯示使用無線電源傳輸之應用。



圖 1：無線電源傳輸之應用

2. 無線電源傳輸之原理

最常見之無線電能傳輸方法是透過兩個耦合的電感器之間的磁感應來實現的，交流變壓器即為應用此原理之一例，線圈附近的磁場強度是隨距離呈指數關係下降的，換言之，若要高效率的電源傳輸，就必須使發射器線圈和接收器線圈之間的距離儘可能地近，或是其距離要遠小於線圈的直徑，以達到高效率的電源傳輸。

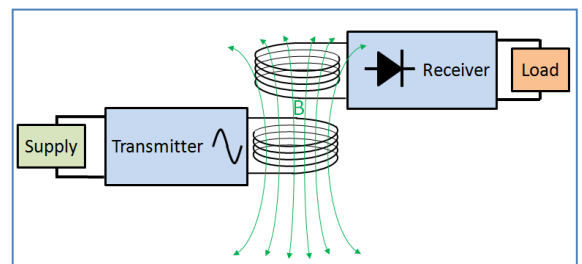


圖 2：磁感應

另一種允許發射器和接收器線圈之間的距離較大的方法稱為諧振感應耦合法。在這種系統中，發射器和接收器的內部都有諧振在相同頻率上的 LC 電路，電源就在這一諧振頻率上被傳輸。兩個線圈之間的諧振可加強相互之間的耦合，並改善電源傳輸的效率。此方式允許的發射器和接收器線圈之間的距離可較大，但和磁感應式相比，其最大可傳輸功率較低。

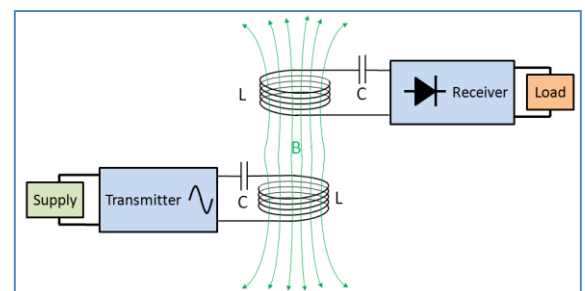


圖 3：磁諧振

3. 無線電源的標準

隨著需要定期充電的可攜式裝置（如手機，平板電腦和筆記本電腦）的用量的增加，無線電源聯盟（Wireless Power Consortium，WPC）于 2008 年成立，其使命為制定在電子裝置之間進行無線電源傳輸的標準。2009 年，WPC 推出了命名為 Qi 的低功率標準，使得任何符合 Qi 標準的裝置之間能夠以磁感應方式傳輸 5W 以下的電源。

目前，針對無線電源傳輸的標準有三種：Qi，PMA 和 A4WP。Qi 和 PMA 都是應用磁感應原理，而 A4WP 則是採用諧振感應原理。表一顯示了這三種標準之間的差異。

| | WPC | PMA/A4WP | |
|----------|---|---|---|
| 標準 | Qi V1.1 | PMA | Rezence |
| 創立時間 | 2008 | 2012 | 2012 |
| 技術 | 磁感應 | 磁感應 | 磁共振 |
| 工作頻率 | 100~205kHz | 201~304kHz | 6.78MHz |
| 通訊方式 | ASK/FSK | ASK | Bluetooth 2.4GHz |
| 耦合方式 | 緊耦合 | 緊耦合 | 鬆耦合 |
| 充電距離 | < 5mm | < 5mm | < 50mm |
| 充電設備數量 | 1 | 1 | n |
| 系統效率 (%) | 60~80% | 60~80% | 40~70% |
| 主要成員 | ConvenientPower, Samsung, LG, Nokia, Panasonic, Philip, TI, RICHTEK 立錡科技 | Duracell, Powermat, Google, AT&T, Starbucks | Qualcomm, INTEL, DELL, Broadcom, Samsung, RICHTEK 立錡科技 |

圖 4：不同無線電源標準之異同

Qi 和 PMA 標準的性能非常接近，容許電源傳輸在短距離（通常約為 5 毫米）上對單一接收裝置進行，發射器和接收器之線圈必須對齊以實現高效率的電源傳輸，兩裝置之間的通訊透過所傳輸的電源信號進行，避免了額外硬體的使用。Qi 和 PMA 在通訊協定上是有差異的。

Rezence（先前的稱呼是 A4WP）使用磁諧振感應耦合技術，允許在較大的距離下（高達約 50 毫米）傳輸電源，發射器和接收器之線圈不需要很好地對齊，其缺點是全系統效率較低，能傳輸的功率較低。接收器和發射器之間以藍牙作為通訊手段，這使多個設備之間的通訊成為可能，因此容許多個裝置從一個發射器接收電源。由於需要額外的硬體實現藍牙連接，此解決方案的成本較高。

Qi WPC 1.1* 低功率標準（5W）是目前被最廣泛採用的手機無線供電方法。

* 新的 WPC 1.2 標準已於 2015 年 6 月發佈，RT1650 接收器可以相容 WPC 1.1 和 WPC 1.2。

4. Qi 無線電源傳輸系統之簡介

Qi WPC 1.1 標準定義了磁感應式無線電源傳輸系統中所有重要的參數，如電源發射器和接收器的設計、系統控制和通訊介面等方面，其基本方塊圖如圖 5 所示。

發射器用交流信號驅動發射線圈，同時對交流電壓和電流信號進行監控。接收線圈被放置在發射線圈之上。藉由磁感應，在接收器線圈上可生成交流電壓，此信號被導入整流器整流後，即可得到直流輸出電壓，再經由穩壓調節後，即可用於驅動應用之負載。

輸出功率的調節通過單向的數位控制迴路完成。通過對接收到的交流電源訊號進行調製的反向散射方法，接收器持續不斷地將功率需求訊號回送給發射器。發射器對這些電源需求訊號進行解調與解碼並調整線圈驅動之訊號後，即可改變要供應給接收器的功率。

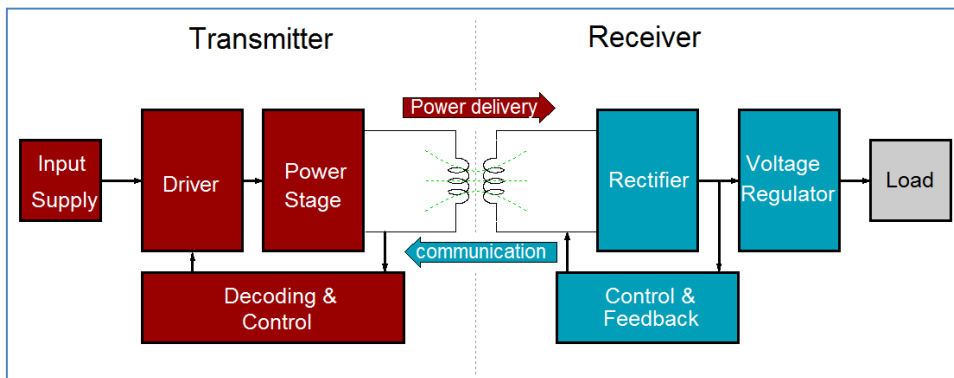


圖 5：Qi 標準的無線電源傳輸系統

WPC 1.1 定義了數種發射器類型，有固定式單線圈系統、多線圈系統和可自動定位發射線圈以達到最佳電源傳輸效果的可動線圈等類型。功率級可以是半橋諧振式或全橋諧振式，而所發射功率之調整可透過增加或減少交流信號的振幅或改變交流驅動信號的頻率來達成。

典型的無線電源傳輸之操作順序如下：

- 在低功耗待機模式下，發射器會定期送出一固定頻率的「類比回音檢測 (PING)」信號以檢查是否有接收器的存在。若在發射器線圈上出現了接收器，發射器就會偵測到功率級的諧振有些變化，然後就會立即切換到「數位回音檢測 (PING)」狀態。（注：某些發射器如 Nokia DT601 就不使用模擬回音檢測而僅僅使用數位回音檢測方法進行接收器的檢測。）
- 發射器所發出的數位元回音檢測信號具有足夠的能量，可以啟動接收器的通訊功能，並藉由調製出「訊號強度」封包的數位回音檢測訊號而作出回應。在成功接收「訊號強度」封包後，發射器會維持電源訊號，使系統進到下一個階段。
- 在辨識及配置 (identification and configuration) 階段，接收器會將包含接收器的 WPC 版本資訊和其他配置訊息 (如所需的最大輸出功率) 的資料封包發送給發射器。
- 完成配置後，系統會進入電源傳輸階段。此時接收器會測量整流後的電壓，然後送出「誤差」封包使發射器可增加或減少所傳輸的功率。接收器的「誤差封包」主要是為了能控制發射器所發射的功率，好讓在接收器之整流器的輸出上有足夠的電壓能提供給後置的穩壓器，並得以維持穩定的輸出電壓。此外，接收器會定期送出一個「收到功率」封包到發射器；如果發射器發現「收到功率」和所發射功率之間的差異過大，就會關閉系統，這是為了確保電源傳輸的安全。若在電源傳輸介面上有（金屬）異物，該物體可能被雜散磁場加熱，因而導致危險的出現。
- 如果接收器不再需要接受任何電源（例如其電池已完全充電）時，它就會送出一個「結束功率傳輸」封包，而發射器即回到低功率之待機模式。

WPC 的通訊流程示於圖六。

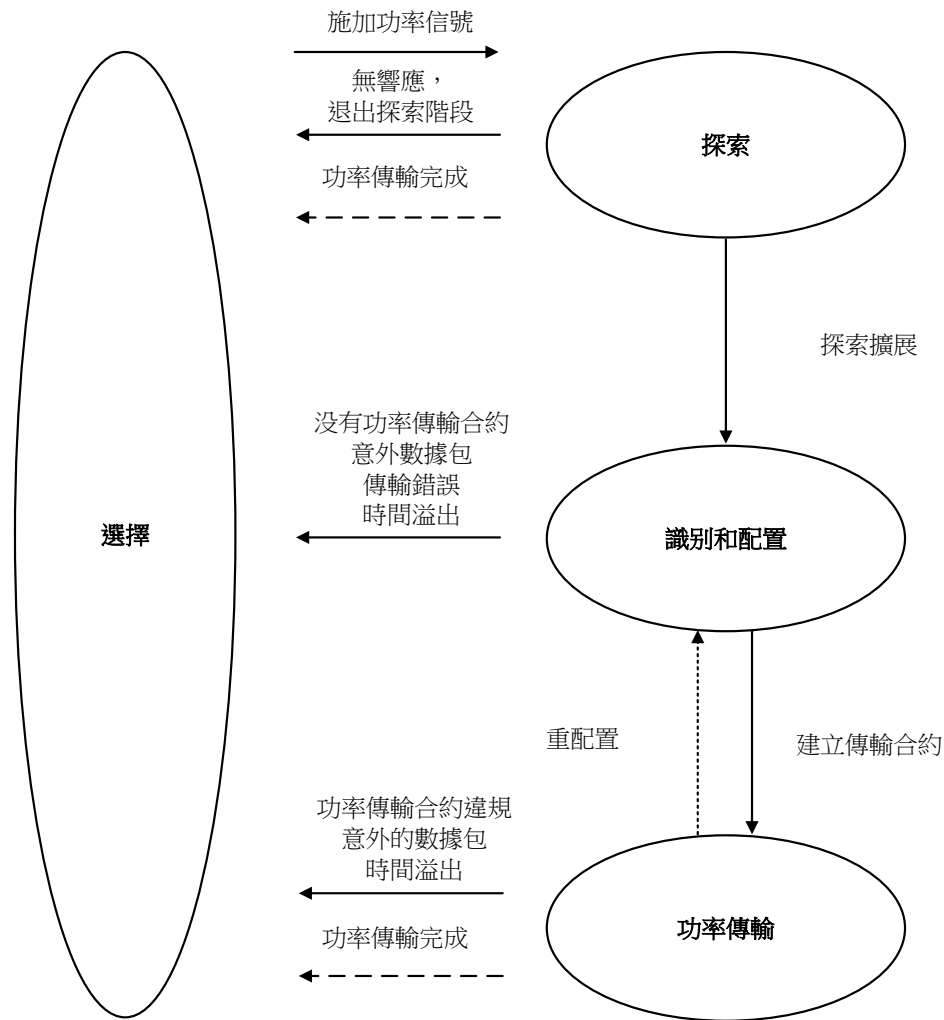


圖 6 : PWC 通訊流程

5. 無線電源接收器 RT1650 之特點

RT1650 是高集成度的無線電源接收器，它集成了 MCU 和可多次寫入的 MTP 記憶體，可以極大的靈活性去滿足各種標準和應用的需要。當使用預設的固件時，它符合 WPC 1.1 低功率標準，支援輸出 5W 的功率。通過對固件的某些改變，RT1650 就可以工作在 WPC 1.2.0 的中功率配置下，輸出功率可上升到 7.5W。最大輸出功率可通過在 MTP 記憶體中寫入不同的資料進行設定。RT1650 也可經配置支援 PMA 標準。

RT1650 內部包含高效率的全同步整流器和後置的低壓差、1.5A 線性電壓調節器 (LDO)。通過特別的餘量控制系統對 LDO 的輸入電壓餘量進行調節，可在瞬態回應特性和系統效率之間進行平衡優化。

所有符合 WPC 規範的通訊過程、系統監控和故障檢測都由內置的 32 位 ARM Cortex-M0 進行掌控，還有 I²C 匯流排和可程式設計的 GPIO 引腳可與系統主機進行通訊實現需要的控制功能。

除了支援從接收器到發射器的 ASK 通訊，RT1650 也支援對由發射器發送給接收器的 FSK (移頻鍵控) 通訊信號進行解碼，這可用於對中功率發射器進行識別，對其它擴展資訊的解碼也不在話下。它有高精度的 10 位 ADC 用於對接收到的電壓和電流進行測量，還有特殊的演算法可對接收器功率損失進行計算，完成精確的接收功率彙報。

RT1650 同時支援來自適配器和無線傳輸的電源輸入，有兩個 MODE 輸入端可用於使能或禁止特定的輸入，還支援 NTC 溫度檢測和可程式設計的溫度控制，它採用了小型的、具有很好的熱性能的 3mmX3.5mm 48B CSP 封裝。

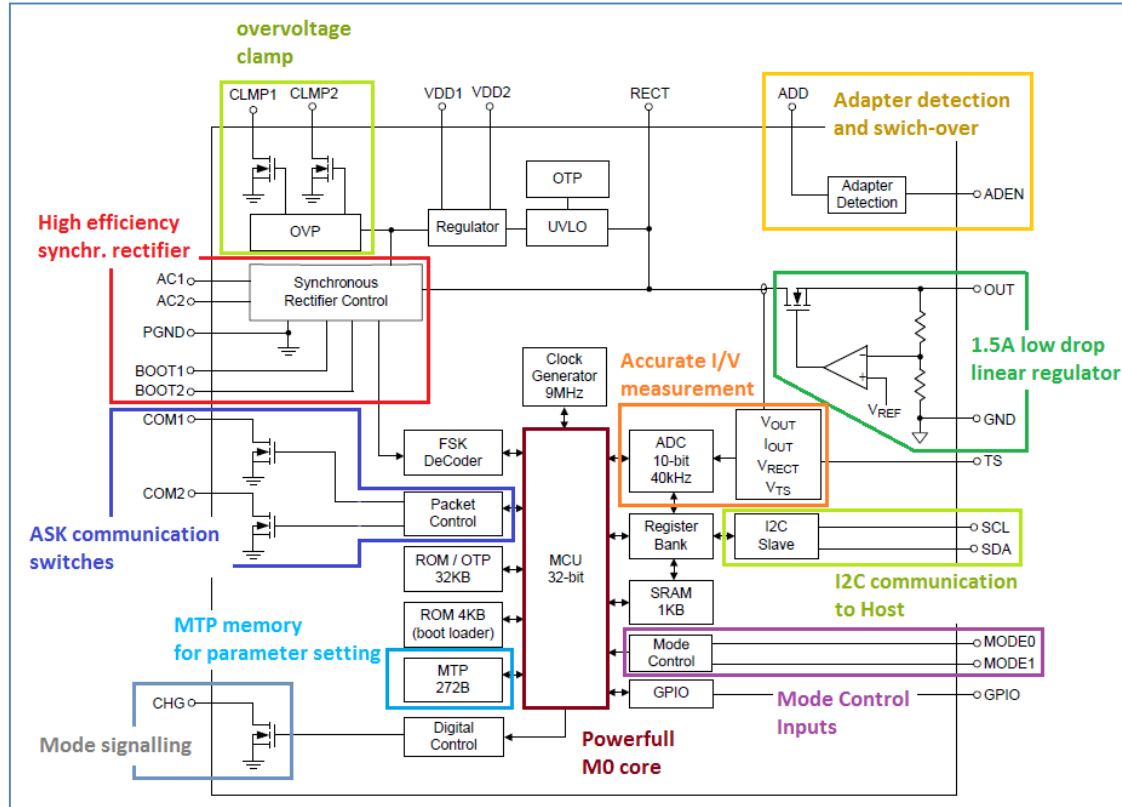


圖 7 : RT1650 功能方框圖

6. 無線功率傳輸的實際範例

下面的案例展示的是 Nokia DT601 發射器和 Richtek RT1650 接收器的組合，我們可以從中看到一個典型的 5W 無線電源傳輸系統是如何工作的。Nokia 的這款發射器採用 WPC 所定義的 A11 類型的設計，其電源輸入為 5V，它和 RT1650 接收器一樣，都符合 WPC 1.1 的低功率 (5W) 標準，外形尺寸小，是一種低成本的解決方案。

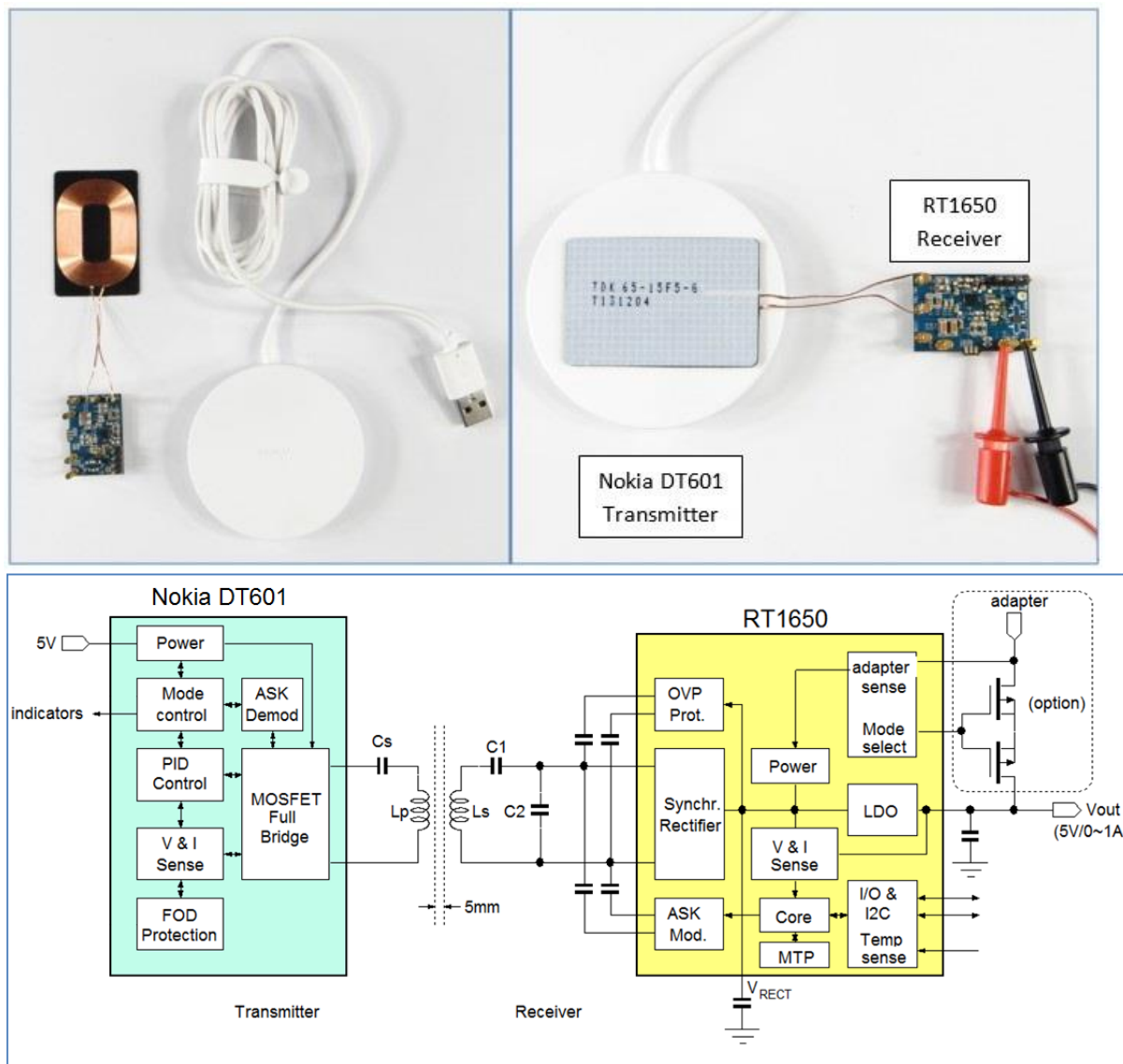


圖 8：使用 NOKIA DT601 和 RT1650 的無線電源傳輸系統案例

功率級

雖然 WPC 1.1 規範是基於磁感應技術的，發射器和接收器也都使用串聯連接的 LC 電路並被調諧至 100kHz 的頻率上，但實際的工作頻率總是高於此串聯諧振頻率的，這與磁諧振技術並不相同。在磁諧振技術中，工作頻率總是與 LC 諧振頻率相同，與採用非諧振耦合的方法相比，它能提供改善了的功率傳輸過程。

Nokia DT601 發射器的功率級採用 MOSFET 全橋對串聯連接的 LC 電路進行驅動。按照 WPC 1.1 標準的規定，A11 發射器採用的電感量為 6.3μH，串聯電容為 400nF，合成起來的諧振頻率為 100kHz。在我們使用的接收器中，接收線圈也是連接成串聯諧振電路的形式，我們使用了電感量為 13.3μH 的 TDK 電感，其型號為 WR483265-15F5-G，其厚度為 1.1mm。接收器的 LC 串聯電路應該同樣諧振在 100kHz 頻率上，這應該發生在接收器線圈和發射器耦合在一起的時候。為了做到這一點，我們應當將線圈放置在發射器線圈之上，使其空間位置以及遮罩狀況和真實的應用狀態相仿，在不加電的情況下測量該線圈的電感量。在此案例中，實際測量到的電感量為 18.2μH，於是，我們可用下述公式計算出與之串聯的電容量

$$C1 = \frac{1}{L_S \times (2\pi f_S)^2}$$

其中， L_S 是接收器線圈被放置在發射器上時測量所得的電感量。為了得到 100kHz 的諧振頻率， $C1$ 的值應該是 140nF，這可通過將 3 顆 47nF 的電容並聯在一起獲得。

按照 WPC 標準，一並聯電容需要被添加在接收器的 LC 電路上以形成並聯諧振，並聯諧振的現象可被用於檢測是否有接收器被放置在發射器上。整個電路的並聯諧振頻率應該被設定為 1MHz，並聯電容的計算公式為

$$C2 = \frac{1}{L_S \times (2\pi f_d)^2 - \frac{1}{C1}}$$

其中， L_S 是接收線圈的電感量。在我們的案例中， $C2$ 的值應該是 2nF。

最後形成的功率級顯示在圖 9 中：

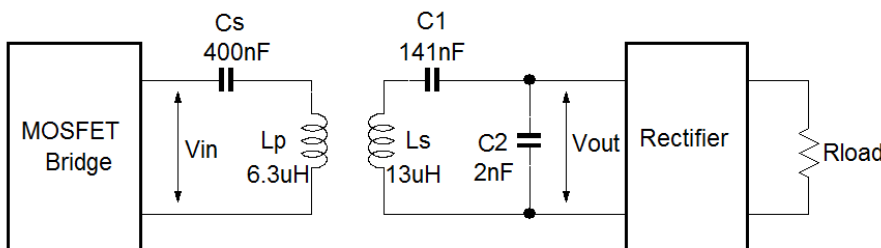


圖 9：功率級的參數

從發射器的驅動級到接收器的整流器，整個功率傳輸電路的功率傳遞函數顯示出如圖 10 所示的諧振曲線。A11 型發射器的工作頻率可在 110kHz~205kHz 範圍內進行調節，總是處於諧振點的右側。由於諧振曲線是傾斜的，通過改變發射器功率級的信號頻率即可實現對接收器的整流器輸出電壓的控制。

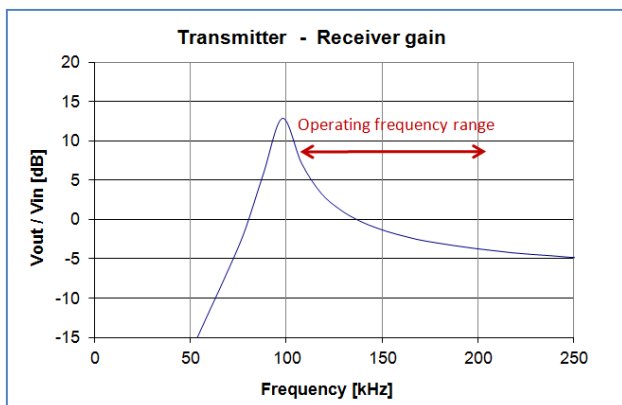


圖 10：Tx-Rx 傳輸曲線

請注意此曲線的峰值幅度是與 LC 電路的品質因數相關的，與負載大小也有關係。為了確保從發射器到接收器的電壓增益在所有負載條件下都能最大化，功率級所有元件的選擇都應根據 WPC 1.1 的需求來進行。

發射器的待機狀態和接收器的啟動過程

WPC 無線電源傳輸系統應當在接收器被放上發射器線圈以後就立即啟動電源傳輸過程，這就意味著發射器在待機狀態下應當持續地檢測是否有接收器出現，這種檢測過程只應在消耗極小功率的前提下完成，以使發射器的待機功耗最小化。

Nokia DT601 發射器對接收器的檢測是通過定時發出數位回音檢測信號實現的。數位回音檢測信號是突發的、包含了足夠啟動接收器的能量的信號。當沒有接收器出現時，該發射器的平均待機功耗大約是 70mW。假如沒有接收器出現在發射器線圈上，就不會有通訊信號返回給發射器，發射器就會主動停止檢測工作。一旦接收器被放置到發射器上，下一次數位回音檢測開始時，接收器的整流器輸出端就會建立起足夠的電壓並且啟動通訊過程。（整流器輸出電壓上的凸起揭示出通訊處於活動狀態。）接收器開始對發射器進行通訊活動以後就會開始系統初始化，發射器也將繼續維持活動狀態。參見圖 11。

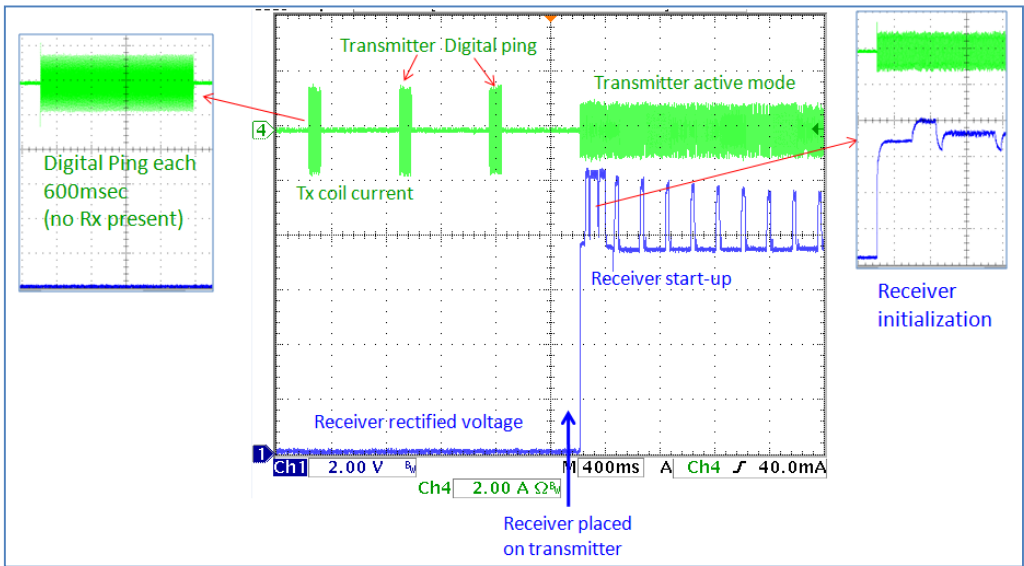
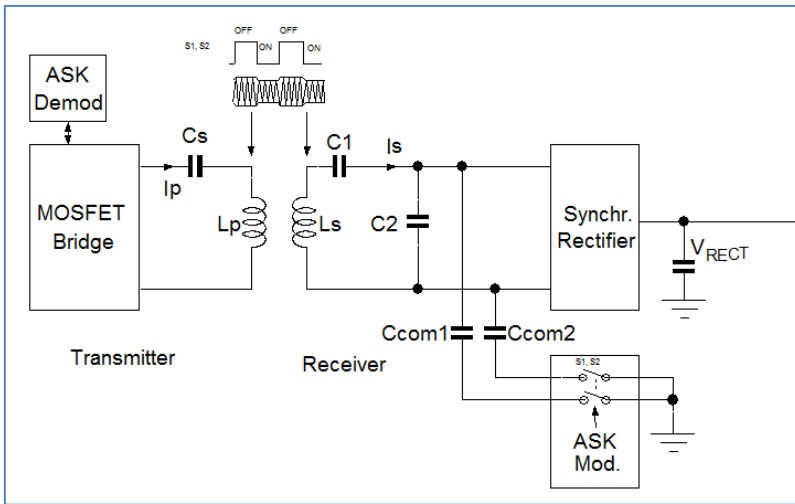


圖 11：接收器檢測和系統啟動過程

從接收器到發射器的 ASK 通信



在 WPC 1.1 標準中，接收器對發射器的通信採用 ASK（幅度鍵控）的反向散射方法進行：接收器通過對接收到的來自發射器的信號的幅度進行調製，該信號幅度的變化會被反射到發射器一側，再經解調、解碼以後供系統使用。在我們的案例中，接收器一側的 ASK 調製由開關控制的與接收到的交流信號並聯的電容來實現，這相當於給交流信號增加了一個額外的負載，它將導致交流信號電壓的下降（或者說是增加了交流信號的電流）。這種被改變了的交流信號幅度會被反射到發射器一側，發射器可以檢測到交流信號的變化，這種變化可在信號電壓或電流的包絡上看出來，經過對它的解調制操作以後即可取得其原始資訊。

圖 12：ASK 通信

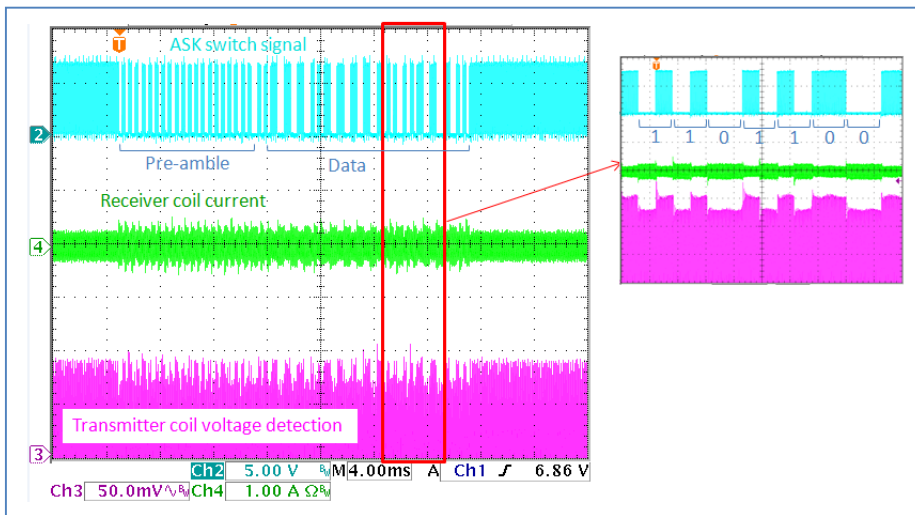
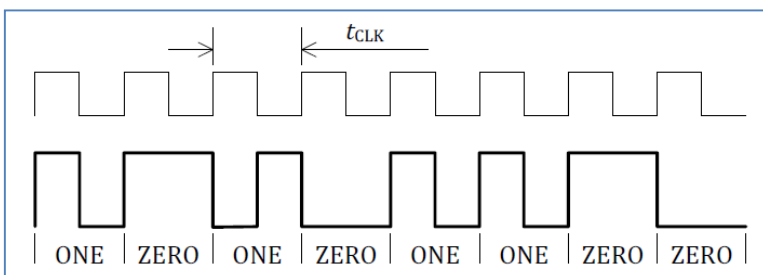


圖 13：ASK 通信波形

通過圖 13 的波形可以看出 ASK 調製的基本表現形式。由於是串列信號，它包含了時鐘資訊和資料，其第一部分是前置的用於時鐘同步的信號，緊接著是資料包的頭部、被編碼的資訊，最後是校驗碼。資訊的傳輸採用了差分雙相編碼方式，如下圖所示：



接收器的電壓調節

接收器可對整流後的電壓、輸出電壓和負載電流進行測量，它通過要求更多或更少的來自發射器的功率來對 LDO 的輸入電壓餘量進行調節以維持輸出電壓的調節性能。參見圖 14。

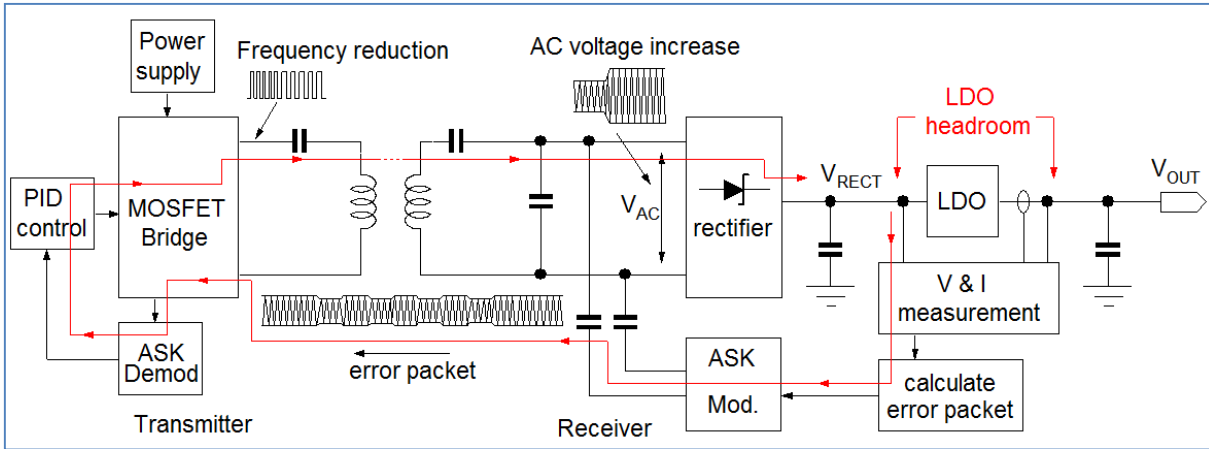


圖 14：系統電壓調節過程

我們必須瞭解，由於 ASK 通訊的長時延特性，這種數位控制迴路的回應速度是極慢的。 V_{RECT} 的開環負載調節性能取決於接收器線圈末端的輸出阻抗，這與線圈的耦合狀況、功率級元件的品質因數和發射器的電源供應有關。LDO 的輸入電壓餘量應足夠維持它在常規應用中遇到階躍負載時的輸出電壓調節性能。由於這樣的原因，整流器的電壓控制策略是動態的：

當負載較輕時，整流器的電壓被設定在比較高的水準上，以便在遇到突然出現的階躍負載時 LDO 有足夠的調節空間。

當平均負載增加以後，LDO 所需的電壓餘量也相應降低，整流器電壓就要降下來，這樣可使 LDO 在較高負載電流的情況下形成的功耗降下來。請參見圖 15。

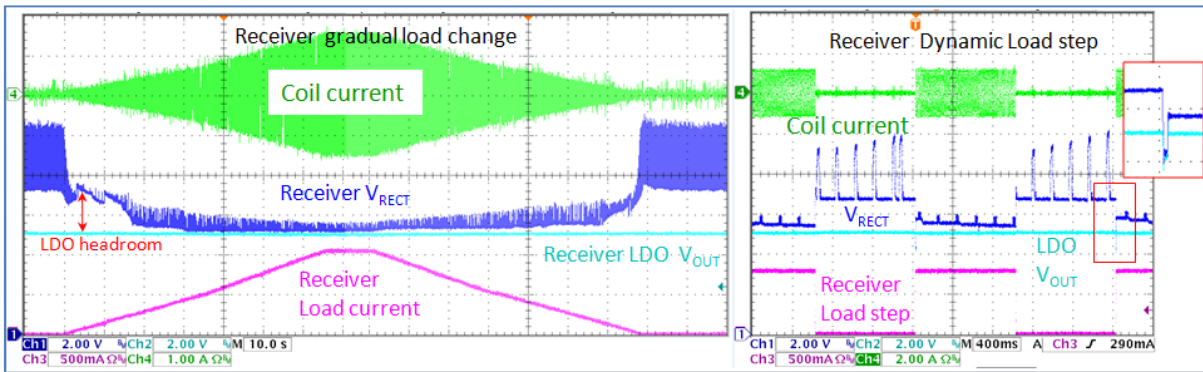


圖 15：系統負載調節狀況（負載漸變和階躍的狀況）

當負載發生從輕到重的跳變時，整流器的電壓將出現下跌的情形，但由於存在輕載情況下的額外餘量，輸出電壓仍可維持不變。只有在發生從空載到重載的跳變時，輸出電壓上才會看到比較輕微的下跌。RT1650 的整流器電壓在不同負載下的參數是可程式設計的，這可使其滿足特定應用的需要，適應功率級的阻抗特性。

系統的動態表現與發射器的電源供應穩定性是有關的。當它使用 5V 電源時，這有可能尤顯重要。Nokia DT601 的 5V 適配器可向其提供很穩定的 5V 電源，這是因為它採用了內建的線纜補償措施；當使用 5V 的 USB 介面輸出為之供電時，其電壓在重載情況下就會出現下降。在某些時候，調節迴路是可以自行修復的，但當接收器的 V_{RECT} 在重載之下下降到低於 IC 的欠壓鎖定電壓時，系統就會關機，然後再重啟。這些情形在圖 16 中有所呈現。

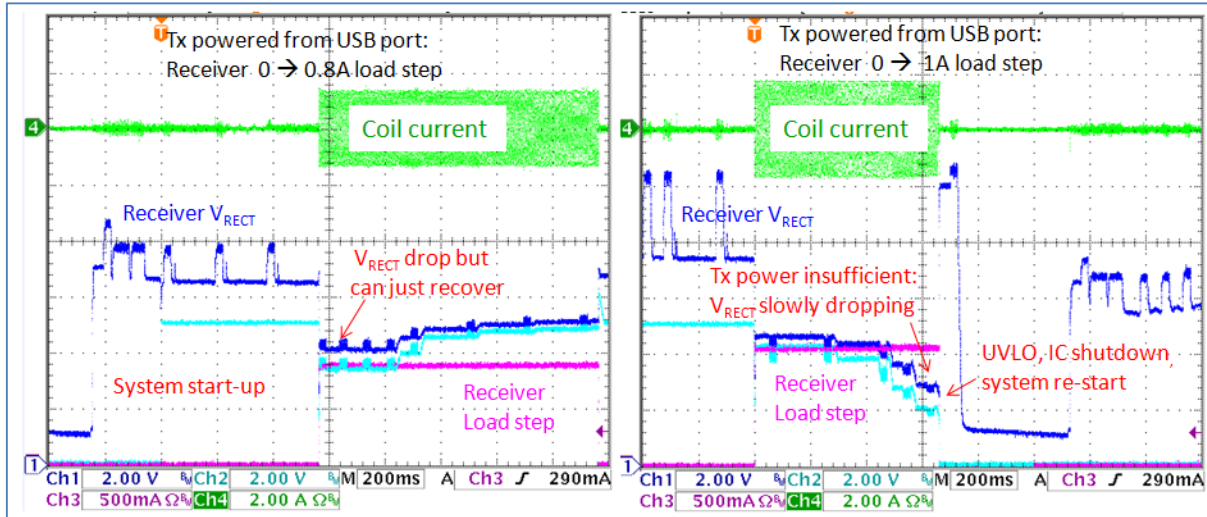


圖 16：發射器電源供應不足帶來的電壓調節性能局限

異物檢測 (FOD)

在待機模式下，發射器並不會對放置在發射線圈上的金屬物體予以回應，但當有金屬物體出現在正在進行電源傳輸的發射器和接收器線圈之間時，金屬物體就會因在其內部生成的渦狀電流而發熱，如果沒有採取任何安全措施，此金屬物體就會變得越來越熱，這可能最終導致難以收拾的結局。

因此，WPC 無線電源傳輸標準納入了異物檢測功能以檢測系統中可能出現的任何異常功率損耗。參見圖 17。

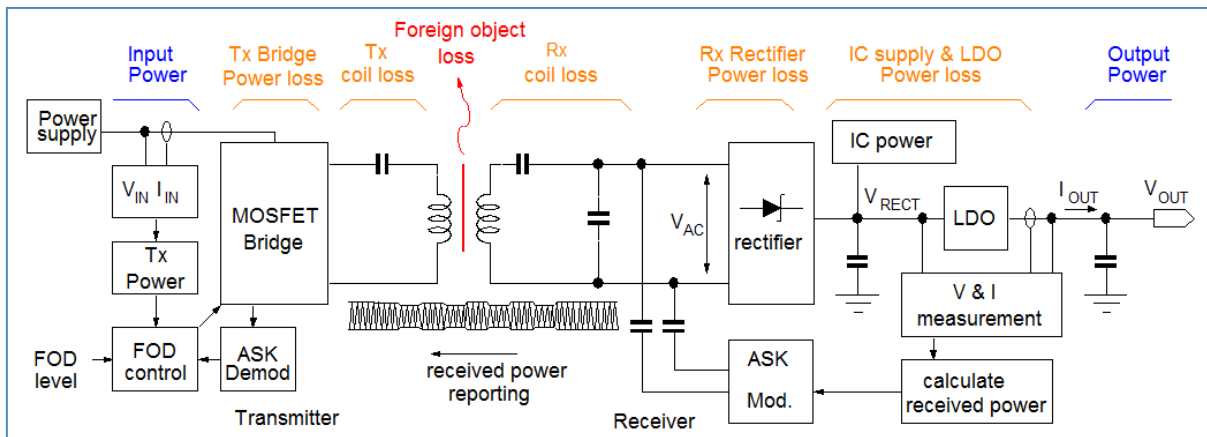


圖 17：異物檢測系統圖

異物檢測功能以如下方式工作：接收器首先測量整流器和 LDO 的輸出電壓及電流，利用這些參數計算出總的接收到功率，計算中會把接收線圈、諧振電容、整流器和 LDO 的損耗都包含進去，然後將此資料打包成接收到功率資料包發送給發射器。發射器也會測量其輸入電壓和電流，計算出它在發射過程中消耗在 MOSFET 橋路、發射線圈和電容上的損耗，然後將發射出去的功率數值和接收到的來自接收器的功率資料進行比較，如果發現兩者之間的差值超出了預設的異物檢測觸發閾值，它就會停止發射過程，並且發出異物檢測故障信號。

整個信號鏈路上每個段落的功率損失都與實際使用的元件有關，其非線性非常嚴重。通過 WPC 1.1 認證的發射器和接收器如 Nokia DT601 和 RT1650 的 EVB 都對其功率計算進行了細調，以便在全負載範圍內確保精確的異物檢測性能。假如 RT1650 要被使用在靠近金屬物體的最終應用中，對其 MTP 記憶體中的資料進行微調以實現精確的異物檢測就是非常必要的，這樣才能反映特定的損耗狀況。

系統效率

無線電源傳輸應用的系統總效率與我們在談論異物檢測問題時提到的整個信號鏈路中的每一個環節的功率損失都有關係，用接收器的輸出功率除以發射器的輸入功率即可得到系統總效率。對於 WPC 所定義的低功率系統來說，此資料一般在 70%~80%之間。在發射器和接收器中使用高性能的線圈和電容可對效率有提升效果，線圈尺寸、相互之間的距離和位置關係也會對其有影響。在最終的應用中，其它具有感性的材料如電池、防護物等也會影響到效率，它們會對雜散的磁場分佈發生影響，甚至可能產生額外的影響如表現為異物的存在等。

在 RT1650 接收器中，可通過對整流橋的工作方式進行設置以降低其損耗；LDO 的損耗可通過盡可能降低其輸入電壓餘量得到降低，但必須同時照顧到系統在面臨階躍負載和系統狀態轉換時維持輸出穩定性的需要。

圖 18 顯示了應用案例中的系統效率狀況。

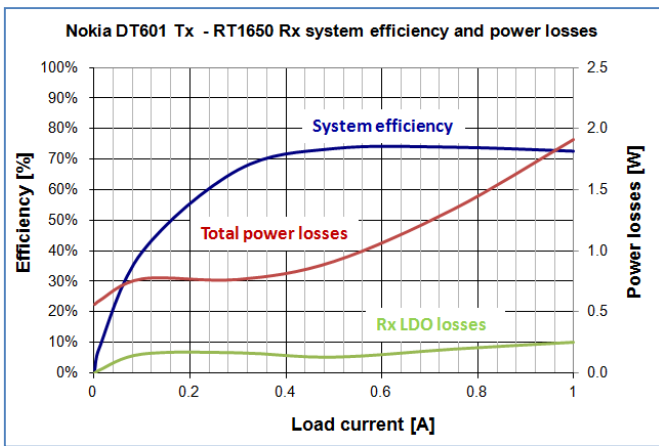


圖 18：系統效率與功耗

圖中的系統效率曲線和功耗曲線顯示出典型的開關電源的特徵：負載很輕的時候，開關損耗佔據主要份額；在較高的負載下，功率元件的導通損耗佔據主要份額。由於 LDO 使用了動態餘量控制策略，它在輕載狀態下的損耗所占比例較高，因為它需要提高輸入餘量以應對負載瞬變的挑戰；在重載情況下，LDO 的壓降被最小化，因而即便在高達 1A 負載電流的情況下，其功耗也只有 250mW。

顯示在圖 19 中的 3 組效率曲線圖顯示了不同的應用因素對效率的影響：

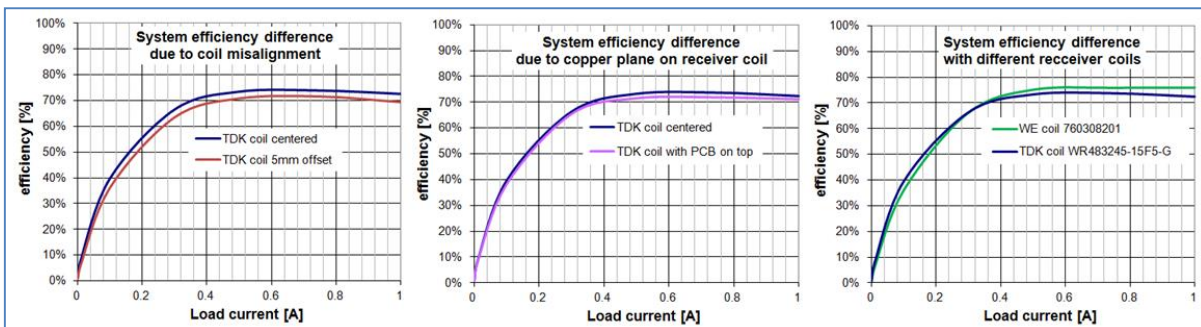


圖 19：應用中的不同因素對效率的影響

- 不對準放置線圈將降低效率，因為那將導致不良的耦合，增加磁場的漏失。對於 Nokia DT601 來說，接收器線圈的放置是很講究的，較大的偏移很容易導致系統當機和重啟的迴圈。
- 在接收器線圈的頂部放置金屬導體（如存在 PCB 上的地線層）會增加額外的渦流損失。由於接收器線圈都有遮罩措施，這種效應是相對比較小的，一般不會被當作異物被檢測到。如果在發射器和接收器線圈之間放置金屬隔離材料，那就一定會有明顯的損耗增加，並會被當作異物被檢測到，所以，在發射器和接收器的線圈之間是絕對不能有金屬遮罩措施的。
- 在重負載應用中使用大型、高品質的接收線圈可明顯地提高系統效率，但這種線圈一般使用多股絞合線，並且使用堅硬的鐵氧體遮罩材料，這並不適合所有的應用採用。

7. 用戶可調的 RT1650 固件設定

通過 I²C 匯流排可對 RT1650 的 MTP 記憶體中的設定資料進行存取，立錡科技的介面工具 Sparrowboard 或 Wrenboard 可以作為連接 PC 和 RT1650 EVB 的工具完成這一任務。在固件調整模式下，一個獨立的 7.5V 電源應當連接到 RT1650 EVB 的整流器電壓端子上。在這種模式下，無線電源發射器是不應該被使用的。具體的連接方法請參見圖 20。

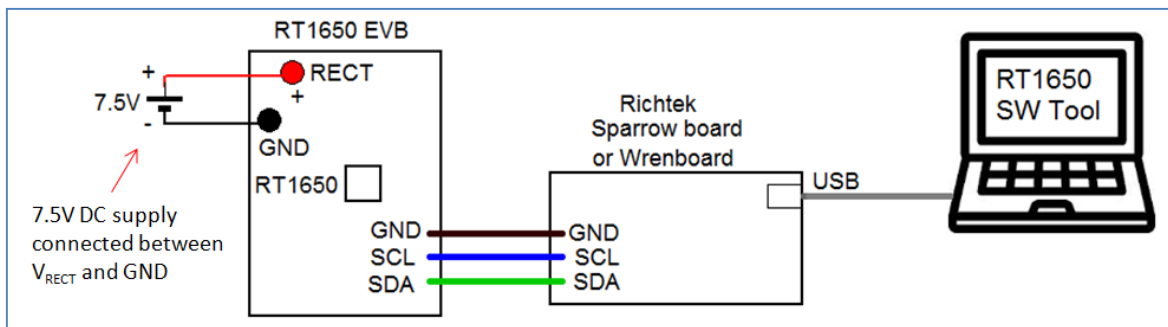


圖 20：RT1650 固件設定時的連接方法

圖 21 顯示了使用 RT1650 的軟體工具進行固件設定時的軟體介面。

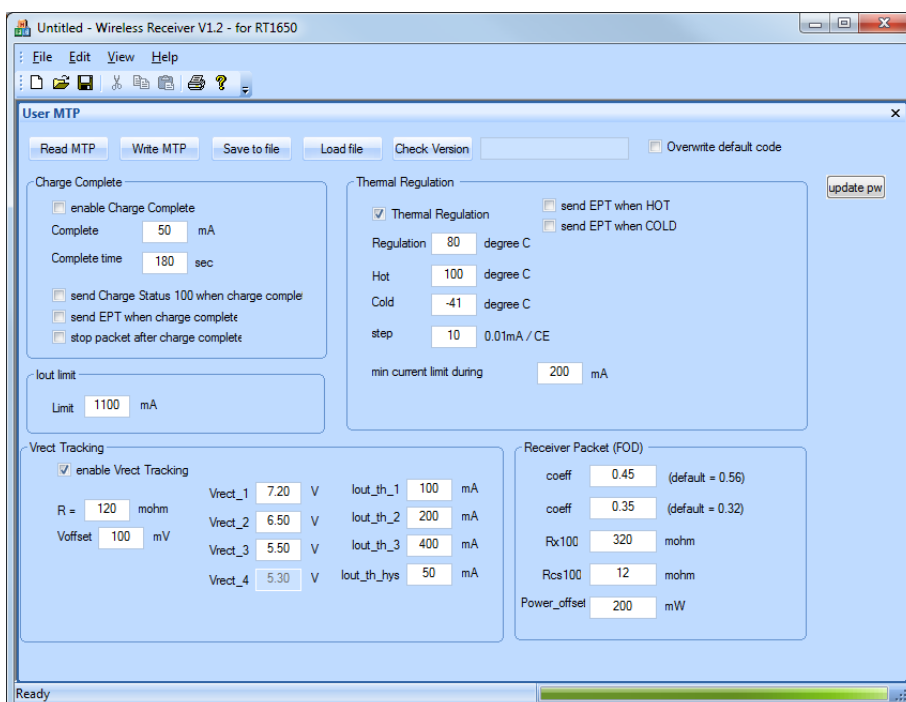


圖 21：進行 RT1650 MTP 記憶體設定的圖形化使用者介面

此工具容許使用者讀取 RT1650 MTP 記憶體裡面的資料，容許改變諸如充電完成以後的動作、IC 溫度調節策略、最大電流限制、不同負載下的整流器輸出電壓等參數，可對接收器進行異物檢測的判據進行微調。在完成所有的改變以後，新的設定可被寫入 RT1650 的 MTP 記憶體中。

8. 總結

RT1650 的出現讓無線電源接收器的設計變得更簡單和容易，其週邊元件極少，調節其 MTP 記憶體的內容即可對應用參數進行優化。設計中比較關鍵的地方是對接收線圈和諧振電容的選擇；在面對負載瞬變的場合，需要對整個系統的功率級的特性進行仔細的打磨，整流器的動態特性可能也需要進行調整以滿足開環特性的要求。在改變了整流器的電壓設定以後，一定要檢查 LDO 的功耗狀況。在進行 PCB 設計時要注意進行優化，儘量利用 PCB 的內層達成散熱的目的，降低 IC 本體的溫度。對靠近接收器線圈的金屬材料、PCB 地線層要進行檢查，可能還需要對異物檢測的標準進行某些調節。為了達成最佳的效率，使用高品質的接收線圈和諧振電容是必須的。

為了獲取更多的資訊，請登錄與 [RT1650](#) 相關的產品頁面查閱相關檔。

相關資源

立錡科技電子報

[訂閱立錡科技電子報](#)

Richtek Technology Corporation

14F, No. 8, Tai Yuen 1st Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.