



AN-8019

使用整合式負載開關和降壓轉換器組合設計更可靠的 USB 數據機

簡介

在攜帶型電子產品市場中，無線網路能讓用戶隨時隨地進行高效率的無線通訊。這正是設計攜帶型電子產品，必須考量的重要因素之一。無線數據機是一種連接至無線網路而非電話系統的數據機。當用戶連接無線數據機時，便直接連接到無線網際網路服務供應商。全球行動通訊系統 (Global System for Mobile, GSM) 和通用封包無線服務 (General Packet Radio Service, GPRS) 無線數據機皆透過 USB 的 VBUS 線路來供電，這提供了一個啟用通用攜帶型裝置環境的絕佳方式。然而這種數據機設計卻也引發電源管理問題，因為 GSM 和 GPRS 發送器需要高達 2A 的峰值電流，而這超過了 USB 電源的最大電流容量。現在，大部分的 USB 連接埠在 5V 時最多只能提供 1A 的電流。為提高可靠度，設計人員必須考慮幾個設計因素；包括加入輸入過電流保護 (OCP) 以避免 USB 電源過載、以穩健的降壓式轉換器來充分利用有限的輸入源，以及使用大容量輸出電容器，以便在 GSM 和 GPRS 發送期間，能於脈衝負載狀況下提供足夠的電源。

IntelliMAX™ 負載開關 FPF2195 和 DC/DC 轉換器 FAN8060 的組合，為 GSM/GPRS 數據機設計人員提供輸入 OCP 和最大輸出電流限制，能夠滿足脈衝負載的功率要求。FPF2195 IntelliMAX 是一種功能性負載開，具有 0.15 到 1.5A 可調式電流限制與低傳導電阻。FPF2195 可以裝載在小型印刷線路板 (Printed Wiring Board, PWB) 上，同時維持良好的熱性能。FAN8060 是工作頻率為 1.2MHz 的同步降壓式 DC/DC 轉換器，它讓薄型電感器以 95% 的效率安全地為大型輸出電容器充電。FAN8060 的最大輸出電流保護功能，可在輸出短路的情況下，防止集線器系統的關機。

GSM / GPRS 電源需求

當透過電信公司傳送信號時，GSM 和 GPRS 系統需要高達 2A 的峰值電流。因此對一般的電源管理設計而，這意味著有相當長的一段時間需要脈動電流。GSM 發送器在每個長達 577 μ s 的時槽內所消耗的峰值電流為 2A，其一個分時是由八個時槽所組成。而 GPRS Class-10 發送器 (兩個上行鏈路時槽) 在八個時槽共 1.15ms 的時間裡，需要兩次同樣振幅的峰值電流。在其他六個或七個時槽期間內，消耗的電流會減少到約 100mA，所以 GSM 脈衝負載的平均電流為 340mA，而 GPRS 則為 570mA。圖 1 和圖 2 所示為 GSM 和 GPRS 的發送模，用於評估本文中所描述之電源管理電路。

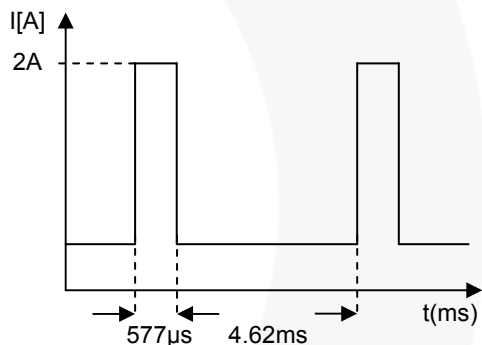


圖 1. GSM 發送模式

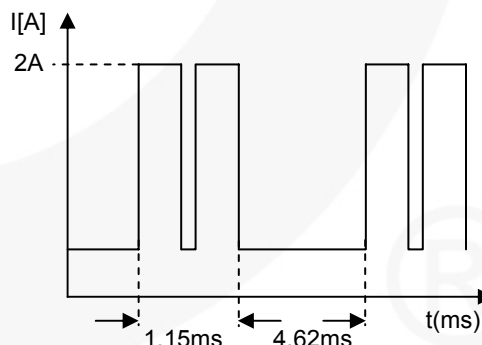


圖 2. GPRS 發送模式

矩形電流脈衝代表最差的狀況，以確保電源設計能在 GSM/GPRS 數據機負載的情況下運作良好。為符合此脈衝負載條件，設計人員在設計基於 USB 輸入源的 GSM/GPRS 無線數據機時，應考慮到幾個方面。首先，電源應避免使自行供電的 USB 集線器的有限電源規格過載。雖然其電源規格為 5V 和 500mA，但電流供應能力似乎保留了一些餘裕，因為市面上大部分 USB 集線器能夠提供高達 1A 的電流，足以應付下行各種攜帶型應用裝置。其次，DC/DC 降壓式轉換器應能夠在僅具有限輸入電流時，滿足週期性的 2A 脈衝負載條件。另外，此設計應能調節大部分功率放大器所需的 3.6V 輸出電壓。最後，在功率放大器前面應放置適當的儲能輸出電容器，以便在發送期間供應脈衝電流。

FPF2195 與 FAN8060 的組合

FPF2195 提供三種不同的限流操作：自動重新啟動、空白時間後關機和電流來源類型 (參閱 Table 1)。FPF2195 具有可調整的電流限制範圍，能利用外部電阻來規劃必需的 OCP 層級。這導致電流限制準確度為 $\pm 25\%$ 。在圖 3，使用 900Ω 外部電阻來設定 600mA 的電流限制 (參閱方程式 1)。這能避免 USB 輸入源發生過載。

$$I_{LIM} = \frac{551.6}{R_{SET}} = \frac{551.6}{900\Omega} = 612\text{mA} \quad (1)$$

為控制 5V 的主輸入線路並減少傳導耗損，建議使用在 5V 時具有 $44\text{m}\Omega$ 的典型傳導電阻。 $1\text{mm} \times 1.5\text{mm} \times 0.65\text{mm}$ WLCSP 封裝能讓設計人員更有效地使用 PWB 空間，且這種封裝具有 140°C 熱關機與 10°C 滯後作用，能保護 FPF2195 避免產生熱失控現象。

Table 1. FPF2195 系列

料號	V_{IN}	封裝	開關規格 (典型)	電流限制 (最小值)	於電流限制的行為	電流限制空白時間	自動重新啟動時間
FPF2193	1.8V ~ 5.5V	1x1.5mm WLCSP	在 $5V_{IN}$ 時， $44\text{m}\Omega$	0.15 ~ 1.5A 可調整	自動重設	30ms	450ms
FPF2194					關機		na
FPF2195					電流來源	0	

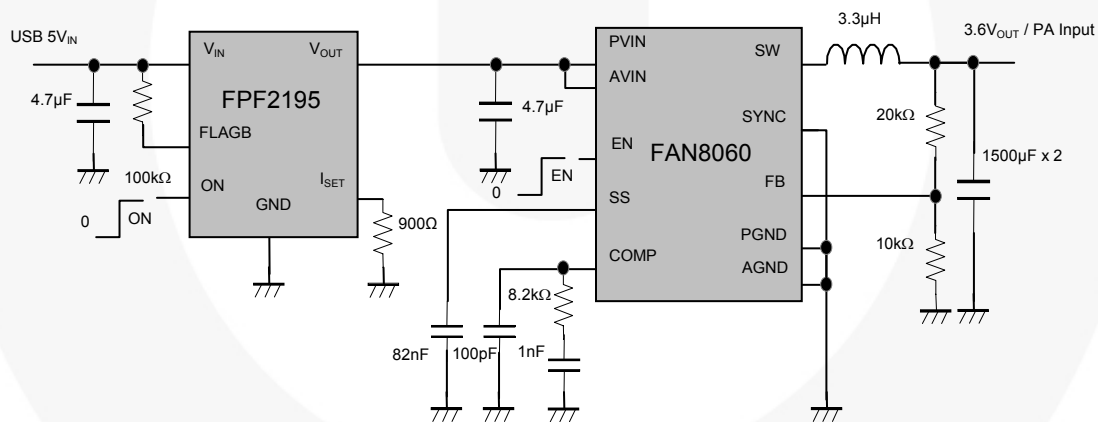


圖 3. GSM/GPRS 數據機設計中的 FPF2195 和 FAN8060

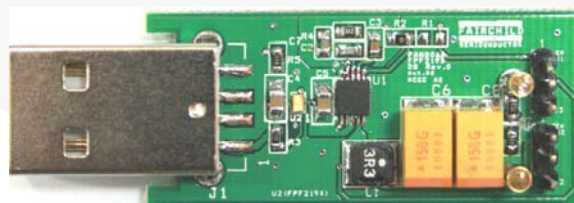


圖 4. FPF2195 和 FAN8060 評測板 (40mm x 18mm)

與 FPF2195 的 OCP 相一致，FAN8060 是 1A 的同步降壓式轉換器，可管理 2A 的脈衝負載應用。其 1.2MHz 的固定切換頻率能容許薄型電感，而薄型電感非常適合用於小型的電源管理應用。使用者定義的外部補償能提供更具彈性的設計，能以大部分脈衝負載條件所需的大容量電容器來滿足動態特性。由於具有軟啟動針腳，因此無需大型突波電流為儲能電容器充電便可調整啟動時間。圖 5 所示為輸出電容器的充電波形。當 V_{OUT} 的上升時間為 23ms 時，使用 82nF 電容器緩慢啟動系統。FAN8060 的 SYNC 針腳可用於最大負載電流限制功能並改善 EMI 特性。當 SYNC 針腳連接到 V_{IN} 和 GND 時，電感器峰值電流分別限制為 0.6A 和 1.2A。此外，當在 SYNC 針腳上加一個外部 PWM 信號時，內部振盪器會同步化以改善 EMI 特性。

根據 GSM / GPRS 脈衝模式的幅度和持續時間，選擇能滿足功率放大器輸入壓降的輸出電容器。理想狀況下，這應該在最小輸入值的建議範圍內。假設在發送模式期間，輸入電容器供電給負載，則輸出電容器的等效串聯電阻 (Equivalent Series Resistance, ESR) 在產生輸出壓降方面，扮演非常重要的角色。輸出壓降如下列方程式所定義：

$$V_{DROP} = I_{PULSE} \times ESR + \frac{I_{PULSE} \times t_{PULSE}}{C_{OUT}} \quad (2)$$

其中 I_{PULSE} 和 t_{PULSE} 為脈衝的峰值電流和持續時間，而 C_{OUT} 為輸出電容量。這代表最差狀況，因為它忽略了 FAN8060 和 FPF2195 電源所提供的輸入電流。在這個設計中，使用了兩個 AVX 的 1500 μ F TPME158K004R0015 鉭質電容器，每個都有 15m Ω 的 ESR。

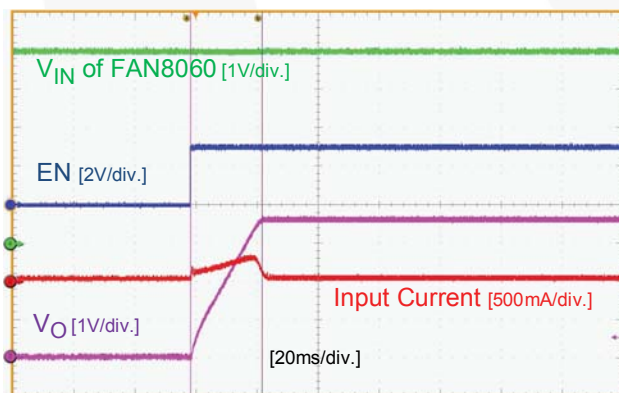


圖 5. 為輸出電容器充電

FAN8060 的外部補償電路針對兩個 1500 μ F 輸出電容器和 2A 峰值脈衝負載條件最佳化。圖 6 和圖 7 所示為使用 GSM/GPRS Class-10 脈衝負載驗證動態響應時，FPF2195 和 FAN8060 的瞬態作業。圖 7 代表最差狀況，其中假設 2A 峰值電流持續 1.15ms。在 GSM 模式的 577 μ s 脈衝負載期間，FAN8060 V_{OUT} 降低 300mV，並對輸出電容量重新充電 1.5ms。在 GPRS 模式中， V_{OUT} 降低至 3.08V，並對 V_{OUT} 重新充電 2ms。 V_{OUT} 下降至 300 到 520mV 之間，這完全符合大部分功率放大器所要求的輸入範圍。Table 2GSM 和 GPRS Class-10 模式之間的效能比較。

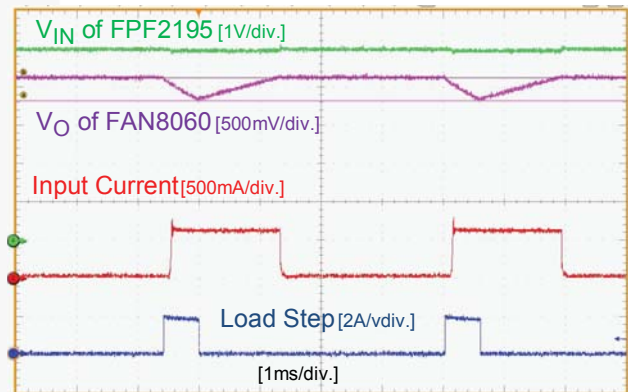


圖 6. GSM 模式瞬態作業

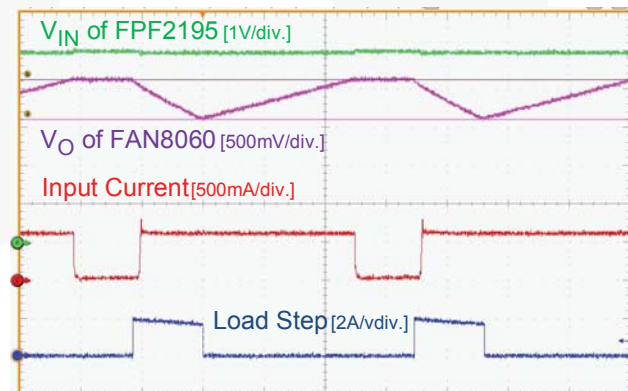


圖 7. GPRS 模式瞬態作業

Table 2. 瞬態效能資料

參數	GSM 模式	GPRS Class 10
PA 最小值	3.0V 最小值	3.0V 最小值
PA 峰值電流	2A 維持 577 μ s	2A 維持 1.5ms
V _{OUT} 壓降	-300mV	-520mV
FPF2195 的輸入電流限制	600mA	600mA

保護和效率

FPF2195 和 FAN8060 有兩項重要優勢。FPF2195 提供輸出 OCP 功能，以確保 GSM/GPRS 發送期間的脈衝負載，不會損壞電源管理區塊中的 USB 集線器端，或意外導致重設。FAN8060 提供所需的 2A 峰值電流，並為輸出電容量重新充電。這將 5V USB 輸入源的輸入電流限制為 600mA。此外，FAN8060 提供最大輸出電流限制的保護，這可避免輸出負載發生完全短路的情況，如圖 8 所示。當發生短路時，一旦 FAN8060 的電感器電流到達預設的臨界值，內部的誤差放大器信號會被拉到接地，而電感器電流會降為零。在電感器電流上升至輸出 OCP 臨界值之前，FPF2195 會將輸入電流限制在 600mA，以確保輸出短路狀況不會影響 USB 的輸入功能。

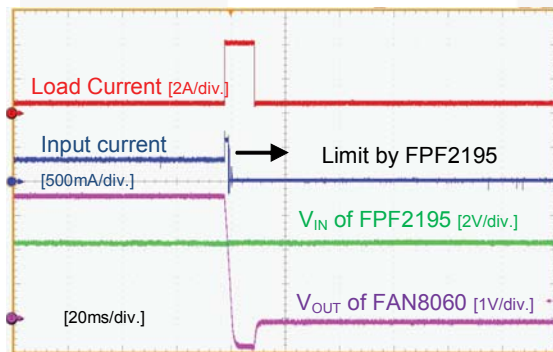


圖 8. 在 4A 到 0.4A 特定脈衝負載下的 FAN8060 輸出 OCP

FPF2195 和 FAN8060 在平均電流消耗範圍內，其效率能達到 95%，如圖 9 所示。在 GSM 和 GPRS 發送的 4.62ms 時間內，其平均負載電流分別為 340mA 和 570mA。

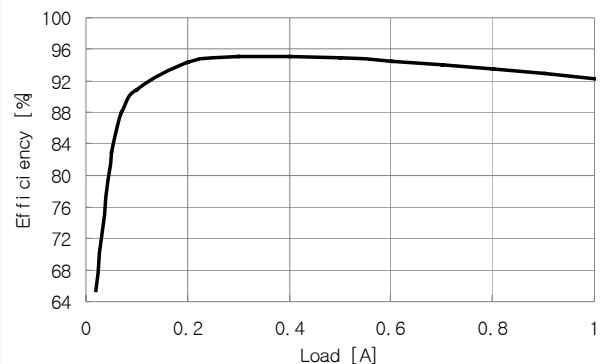


圖 9. FPF2195 和 FAN8060 在 V_{IN}=5V、V_{OUT}=3.6V 時的效率

結論

FPF2195 和 FAN8060 的組合，為使用 USB 電源的 GSM/GPRS 數據機提供了一個可靠的解決方案。由 FPF2195 所提供的輸入電流保護，可防止 USB 輸入源發生過載和最大輸出電流限制

作者

技術產品行銷 Ilsoo Yang 和資深應用工程師 SungGeun Yoon

相關資料表

[FPF2193/4/5 — 具有可調式電流限制的全功能負載開關](#)
[FAN8060 — 1.2MHz 同步降壓式 DC/DC 穩壓器](#)

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION, OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.