

善用旁路模式 行動裝置電源設計難題解

Jing Sun

對 智慧手機或平板電腦等可攜式設備而言，電池似乎是一個良好的穩定電源。只需添加一個降壓 - 升壓穩壓器，電源問題就幾乎全部解決了。若能夠有效地控制充電/放電週期，並且擁有一個良好的電量偵測子系統，就應該能夠得到所需的電壓和電流。

然而，事實上電池不是非常可靠的電源。除了有限的容量、溫度和老化等變數影響外，主要的缺點是其內阻(整合的保護開關阻抗和電池特性的綜合)可在幾十

mΩ 到幾百 mΩ 之間變化。更複雜的是，該內部電阻還具有頻率相關性。

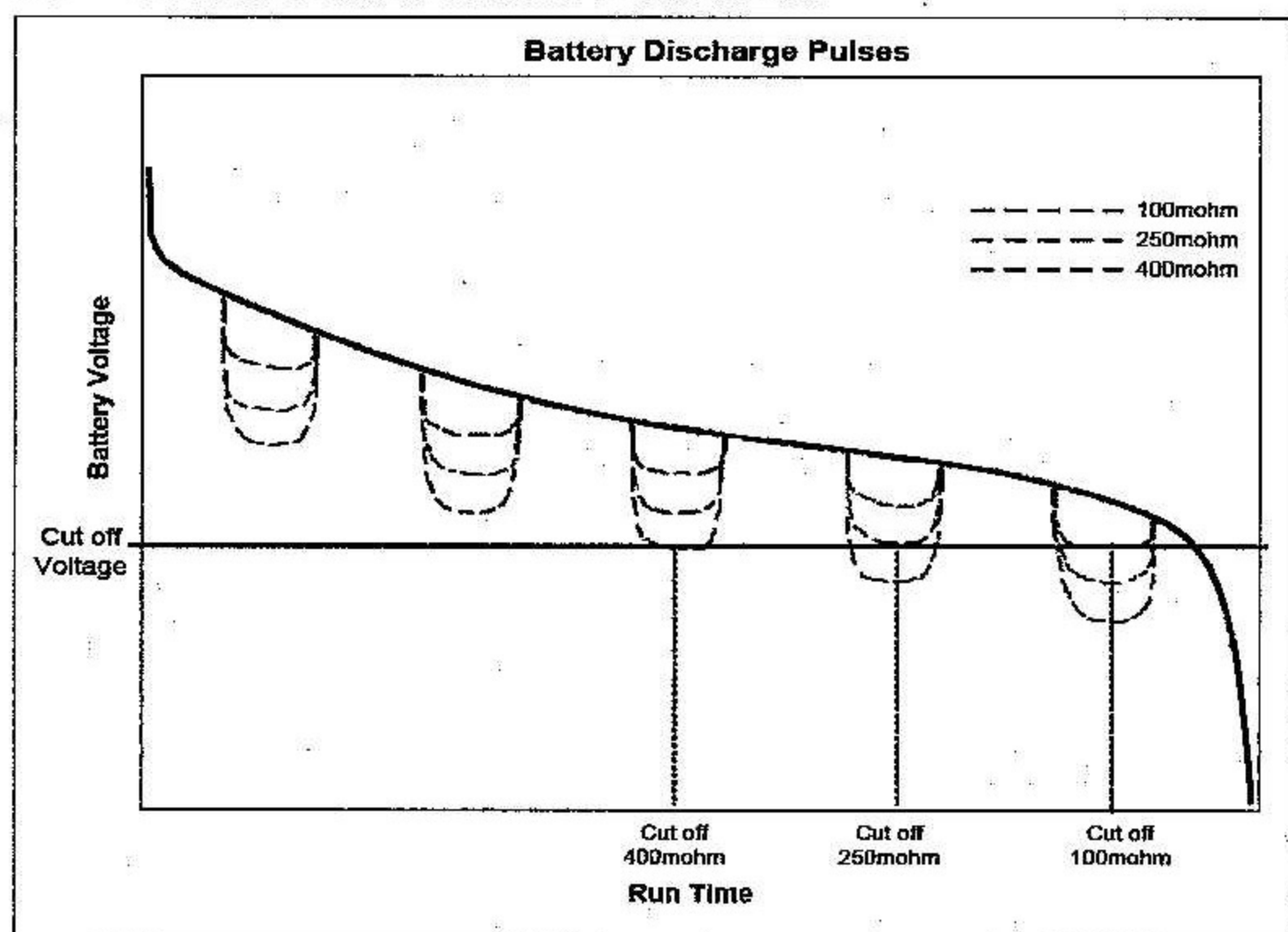
在典型的應用中，電池兩端(通常是 2.5V~4.35V，取決於化學物質)連接至系統電源管理單元的輸入，而系統電源管理單元為不同子系統建立系統電源軌。目前智慧手機中一些標準的電路，如高性能應用處理器/CPU、高電流 USB OTG、相機閃光燈或增強音頻，對電池電壓造成了變化差距很大的負載條件。

本文將介紹一款結合升壓穩壓器和整合式低阻抗旁路開關的新型電源設計，除了可以提供更寬的工作電壓範圍，還能自動升壓，防止輸出跌至低於設定的目標輸出電壓。另外，它還可以利用外部控制引腳調用旁路模式，能夠將靜態電流降至幾微安培的範圍。

內阻對電池續航力造成明顯影響

目前絕大多數的行動裝置都具備多核心 CPU 和高耗電的圖形處理單元(GPU)，以及音訊放大器和大型顯示器，這些元件通常是行動裝置中最耗電的零組件。當系統執行資源密集型任務時，由於負載突然

圖1 不同內阻在脈衝負載情境下的放電曲線



增大，電源管理系統從電池汲取的電流常會瞬間增高二或三安培。因此，電池電壓週期性下跌，系統電源管理單元的某些輸出會失去調節，在最差情況下，系統管理單元過早觸發截止電壓，導致掉電情況發生。

圖1顯示三個具有相同容量，但內阻值各有不同的電池的掉電情況。當出現高電流脈衝負載時，具有較高內阻的電池續航時間較短。

旁路模式提供更高操作電壓 瞬態響應性能不可忽視

為了克服行動裝置電源管理所遇到的上述挑戰，並提供新的操作優勢，支援旁路模式(Bypass Mode)的升壓穩壓器是一種解決方案。以安森美半導體(On Semiconductor)的FAN48623升壓穩壓器為例，在操作時，當輸入電壓 V_{IN} 超過目標輸出電壓 V_{OUT} 時，FAN48623自動切換到旁路模式，如圖2所示。在旁路模式下，電池透過非常低的阻抗直接連至輸出。

除了自動旁路轉換之外，設計人員還可以在任何時候強制裝置進入旁路模式。在強制旁路模式下，只有2至3 μA 的靜態電流可用，但仍然有足夠的電池電壓可用於喚醒操作。圖3顯示了由nBYP訊號控制的升壓模式和低IQ強制旁路模式之間的轉換。

強制FAN48623進入旁路模式，可實現全電池輸出與接近零消耗，從而能夠以極小的損耗提供最大的電源電壓。

真正的負載斷開功能還意味著可以斷開「漏電負載」與電池電壓的連接。

圖2 自動旁路模式

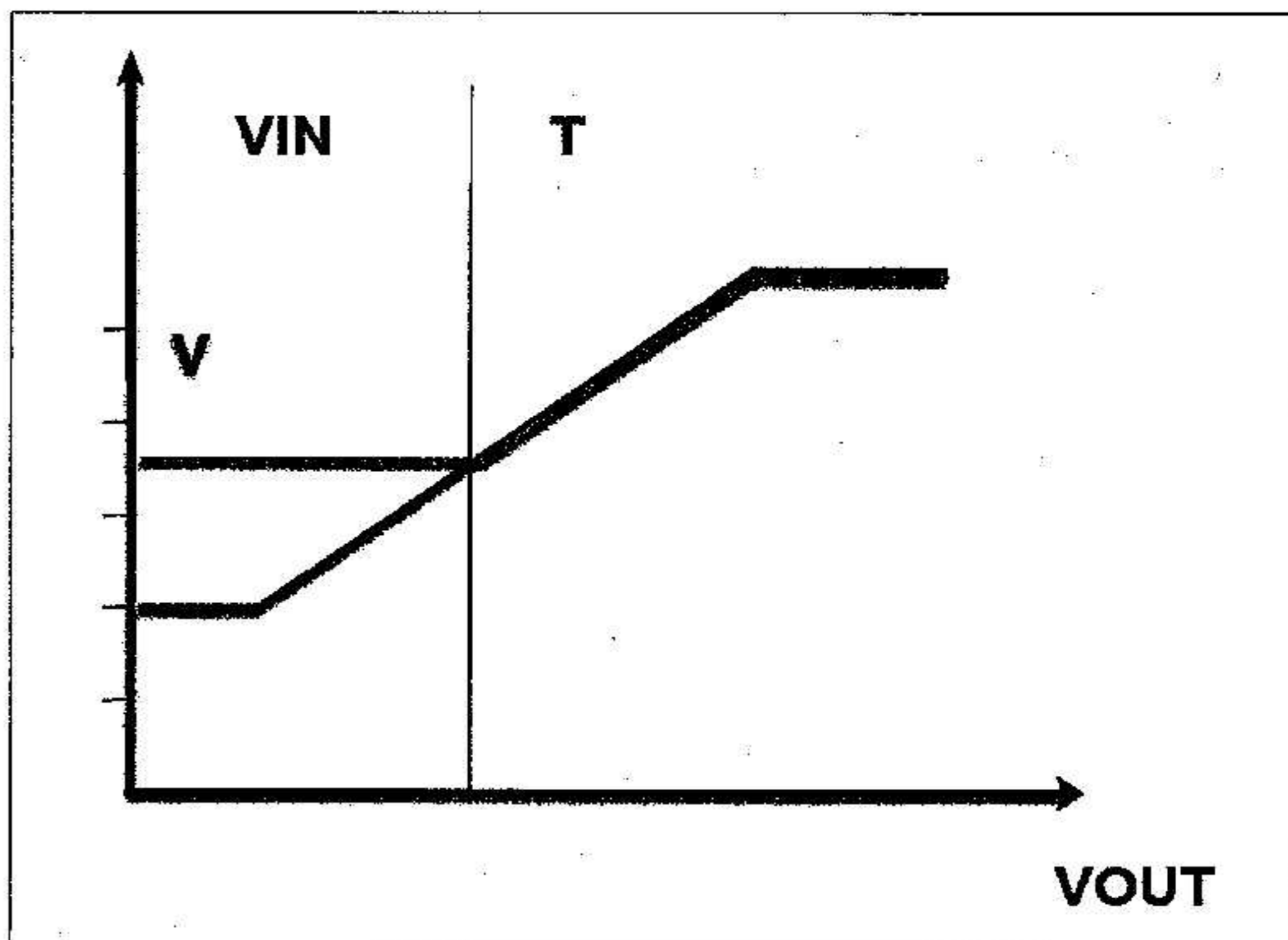
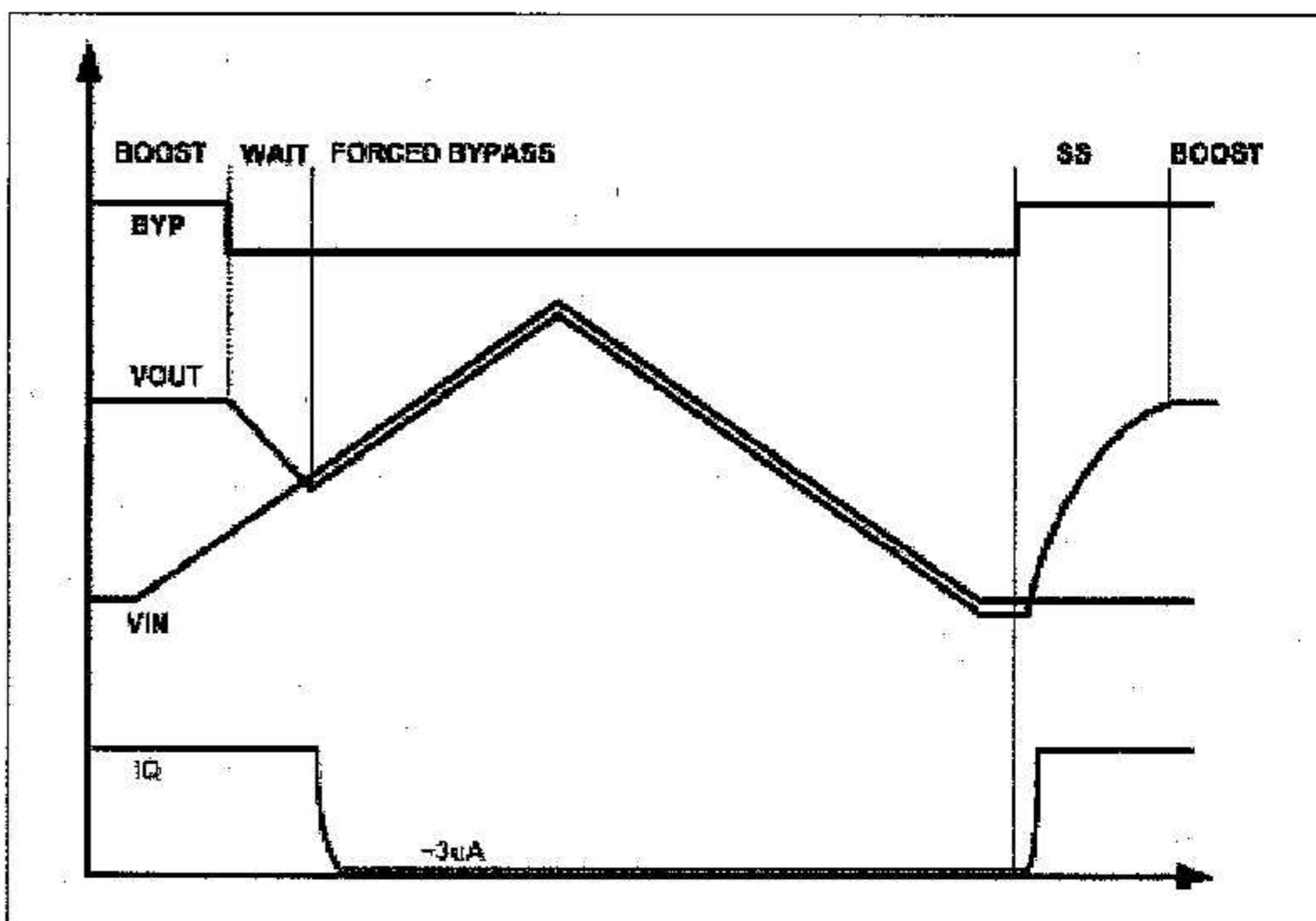


圖3 低IQ強制旁路



比較一下支援旁路的升壓與使用降壓/升壓穩壓器的傳統方式。在傳統方式下，升壓轉換會在 V_{IN} 較低時限制整體效率。而使用具旁路的升壓拓撲可實現更高的效率(高達96%)，即使當穩壓器與其他降壓穩壓器或LDO串聯時，整體端到端效率也會保持很高。利用升壓加旁路方式，升壓轉換效率會比同等大小的

降壓-升壓解決方案(>1A負載電流範圍)

高出10%。

當出現突然的負載變化時，電池和電源子系統會受到壓力。當負載增加而電池和電源無法應對時，電源系統將面對更艱困的挑戰。假設電池內阻為 $200\text{m}\Omega$ ，當施加1A負載時，由於ESR降低，電池電壓迅速由起始充電電壓4.2V降至低於4V。

現在來看一下使用FAN48623升壓加

旁路方式的系統動態。由於快速升壓模式轉換，控制迴路可以處理較高的 $V_{in}(dV/dt)$ 轉換速率，如圖4所示，其中 600mV 線路電壓瞬間從3.0變為3.6 V_{in} ，下降沿為 $10\mu\text{s}$ ，負載電流為500mA，輸出電壓 V_{out} 為3.3V。

升壓和旁路工作模式之間的轉換很快：當 V_{in} 大於目標 V_{out} ，並且非常密切地跟隨瞬態時，IC在 $5\mu\text{s}$ 內進入旁路模式。

旁路升壓穩壓器搞定行動裝置電源設計各種難題

支援旁路模式的升壓穩壓器可以應用在行動裝置電源系統中的許多環節，例如PMIC、RF DC/DC、D類音訊放大器如PMIC，以下將介紹幾種典型應用案例。

PMIC內部的電壓穩壓器

PMIC內的某些電壓穩壓器(降壓和LDO)需要極小的輸入電壓來維持正常操作。

RF DC/DC

傳統上，用於驅動天線的2G RF功率放大器(PA)直接連接到電池。3G RF功率放

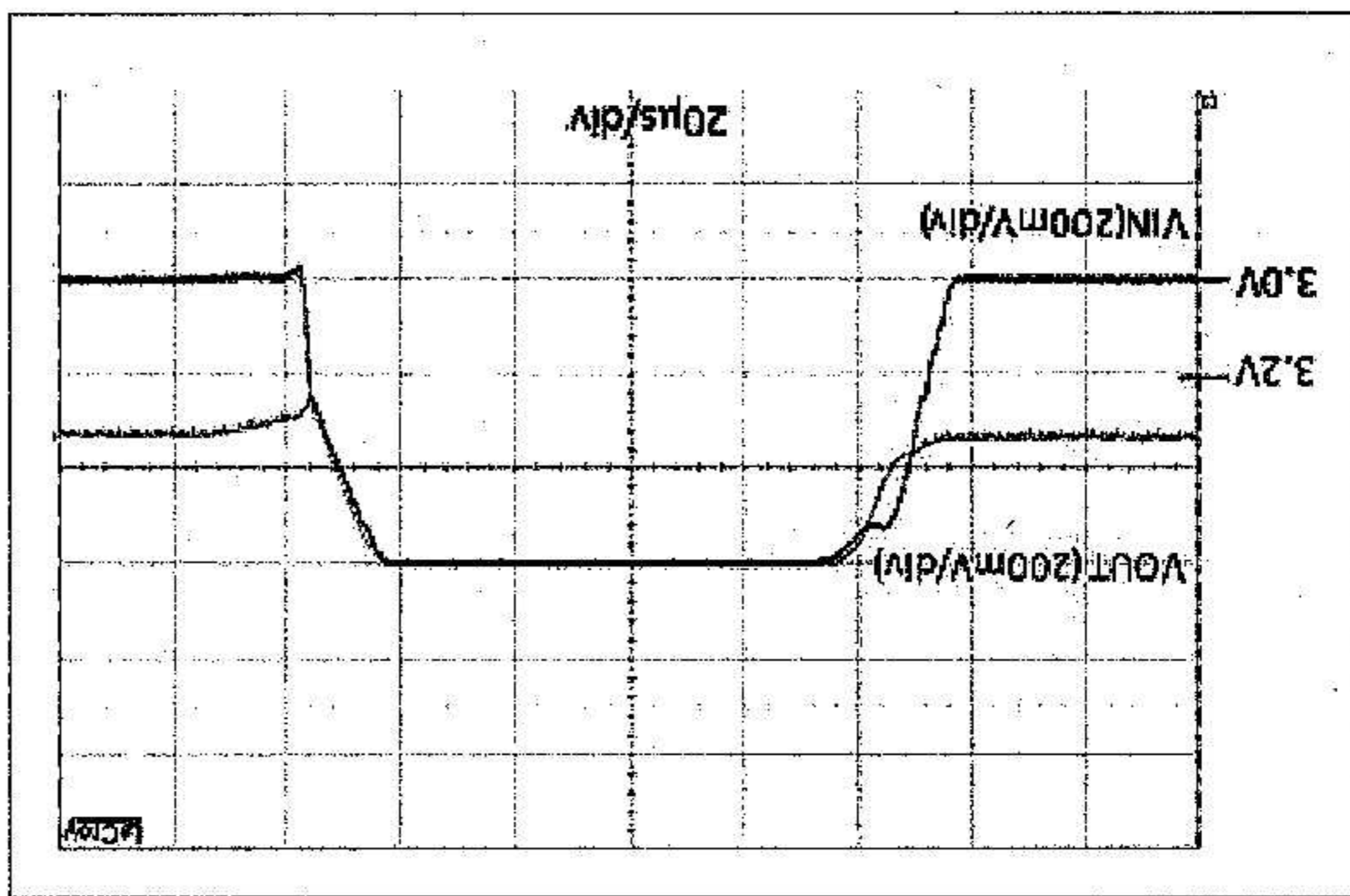


圖4 自動旁路模式下的線路瞬態回應

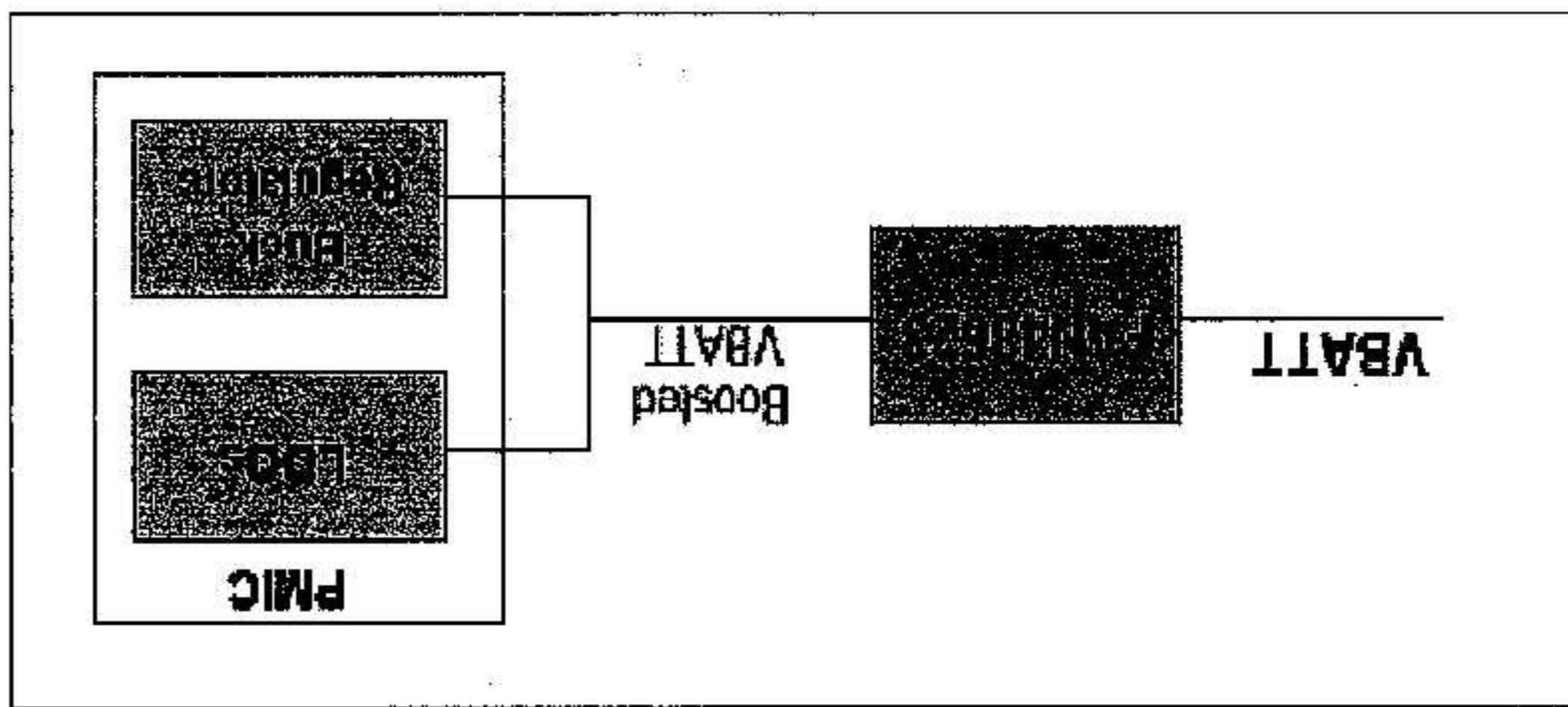


圖5 PMIC內部升壓穩壓器的應用示意圖

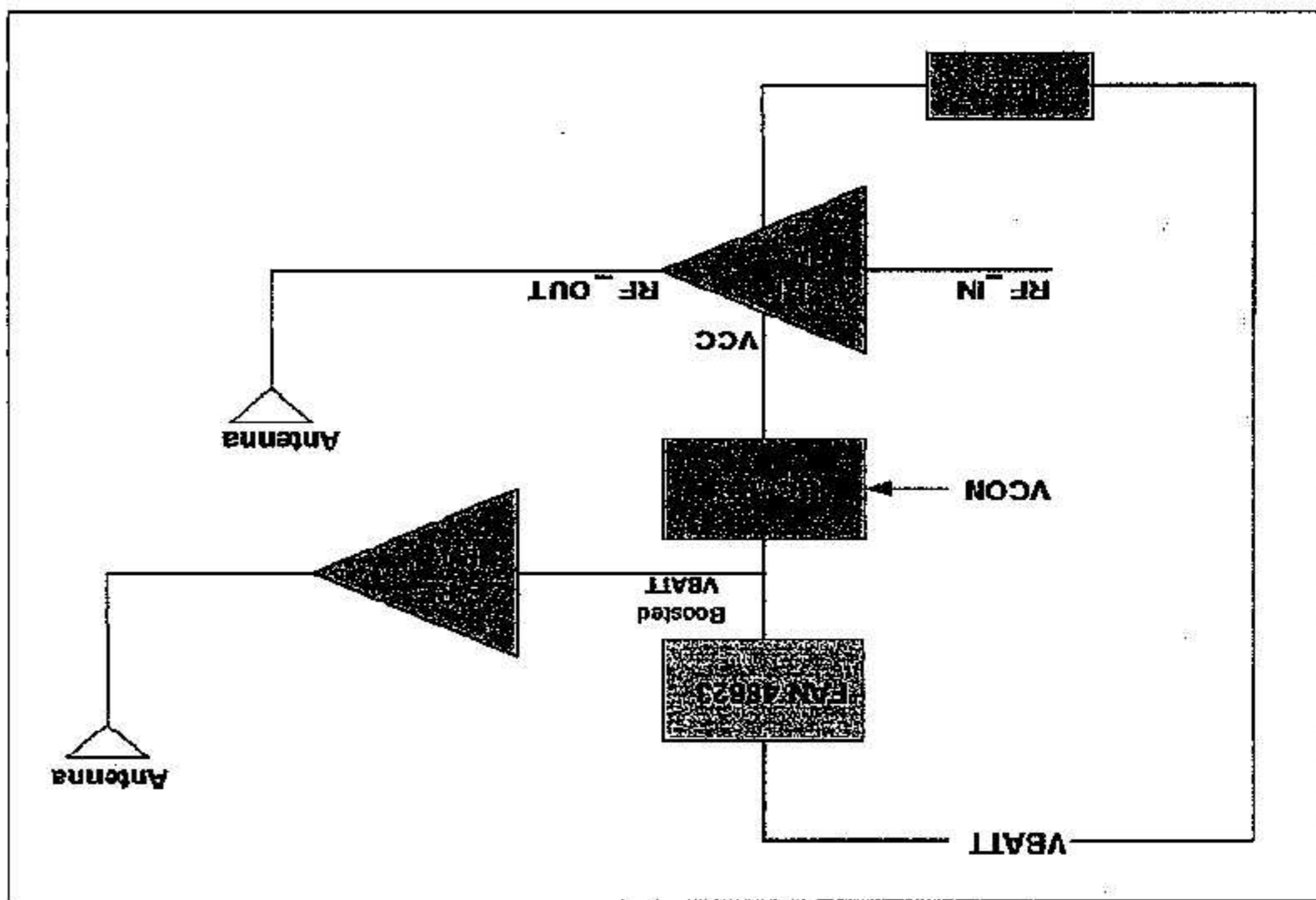


圖6 升壓RF DC/DC的應用示意

大器則使用動態可調 DC/DC轉換器來提供降壓電壓Vcc。DC-DC轉換器提高可攜式通訊設備中的RF PA系統效率，能夠降低功耗、延長電池壽命並減少熱量。

使用FAN48623，當電池電壓過低時，電池電壓會被升高。

D 類音訊放大器

幾乎通用於所有音訊通道的D類開關模式放大器也帶來新的挑戰。回想一下，可用電源與電源電壓的平方成正比，因此電源電壓即便只有微小的增加，也會導致明顯增大的放大器淨空距離和潛在的電源輸出。設計人員可以使用FAN48623為揚聲器驅動器供電，並獲得高效率的功率提升。FAN48623將VBATT增至較高的電壓，並提高揚聲器的音量。憑藉其高電流性能，FAN48623能夠同時驅動兩個或更多的D類音訊放大器。

USB On The Go (OTG)

隨著智慧手機、數位相機、平板電腦和其他行動設備的技術進步，不用通過電腦而能直接與這些設備互連的需求也增加了。

針對USB OTG應用，電源系統需要升壓轉換器將電池電壓升高到5V電壓，從而為連接USB埠的其他可攜式裝置供電。採用一般的電池充電器，OTG的供電能力通常限制在200~500mA。FAN48623能夠支援兩個USB 3.0埠，可與電池充電器共享相同的電感器，這有助於降低BOM和整體成本。當電池處於充電模式時，

圖7 升壓 D 類音訊放大器的應用示意圖

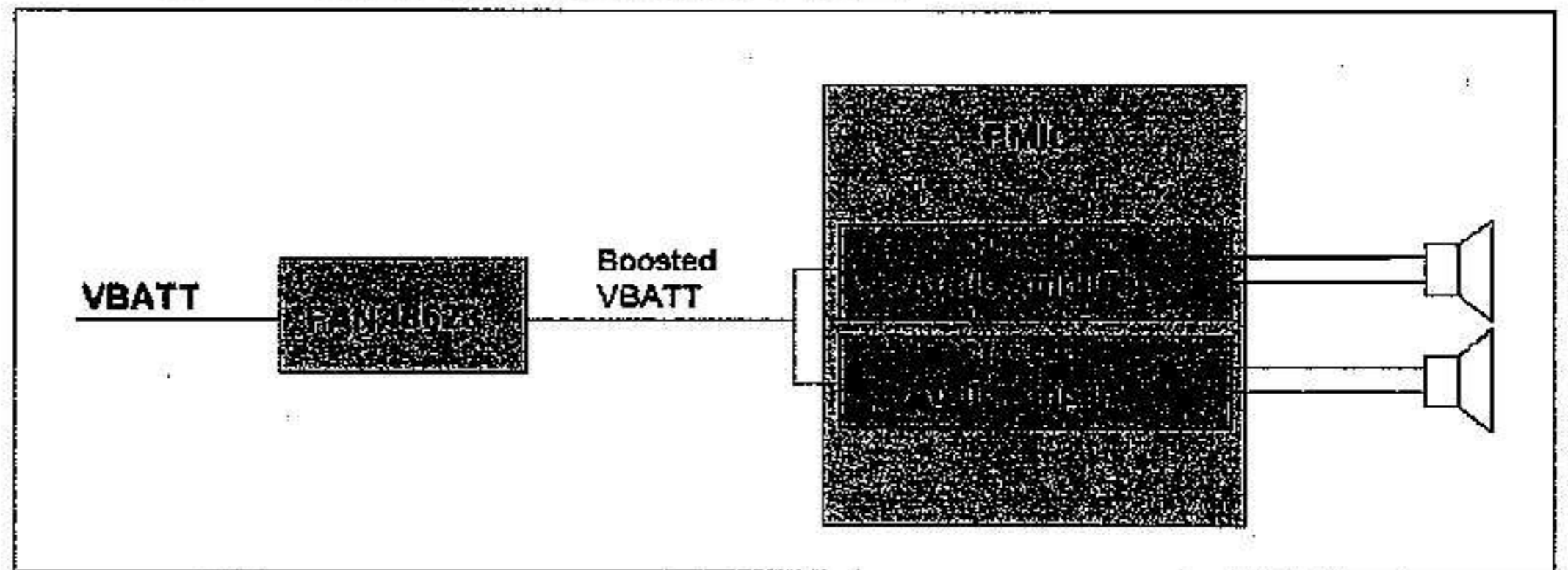
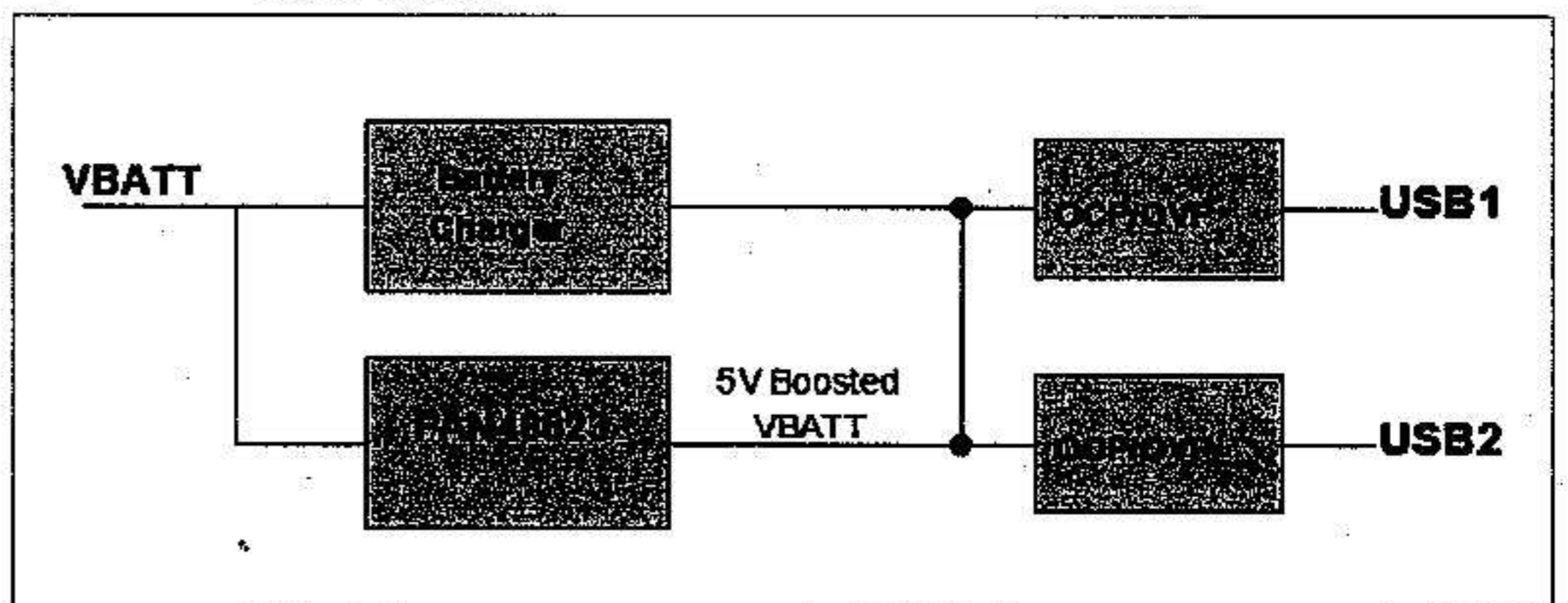


圖8 OTG應用示意圖



FAN48623完全關閉，電池充電器通過USB電源運行。

在沒有電池，直接從USB埠供電的情況下，FAN48623的強制旁路模式操作還有利於促進生產測試模式(PTM)。

旁路模式克服行動裝置電源設計挑戰

支援旁路模式的升壓穩壓器非常適合當今高耗電、變化範圍大的負載。以FAN48623為例，該元件可接受2.5V~5.5V輸入電壓，固定輸出電壓則為3V~5V。VIN為2.5V且VOUT為3.3V時，最大連續負載電流為2.5A。可用的最大輸出電流取決於VIN/VOUT比率。每個選項都支援兩個工廠程式設計的輸出電壓，可通過VSEL引腳選擇。該裝置可以設置為強制旁路狀態，從而減少不需要升壓運行時的靜態電流。