

SIMO 開關調節器：延長耳戴式和可穿戴設備的電池壽命

耳戴式、可穿戴產品日益成為市場熱點，消費者對這些產品也提出了更高要求，要求它們不但體積小巧，而且電池壽命長。顯而易見，設備尺寸限制了電池容量。本文介紹如何利用單感應器多輸出 (SIMO) 電源轉換器技術節省電路板空間。SIMO 架構及其穩壓器的低靜態電流使 IC 能夠有效延長空間受限電子產品的電池壽命。

■作者：Cary Delano / Maxim Integrated 行動方案事業部技術團隊工程師
Gaurav Mital / Maxim Integrated 行動方案事業部技術團隊首席工程師

本文將幫助您深入理解 SIMO 技術及其工作原理，同時您將瞭解到更多關於電源管理 IC (PMIC) 的知識，這些 IC 具有 SIMO 調節器，能夠降低功耗和總體元件數量，同時以不到一半的空間提供與傳統方案相同的功能。

滿足可攜式裝置的電池壽命要求

在您佩戴耳機長途跋涉或者整個下午都忙於某個大型專案時，您一定不希望被迫停下來對耳機重新充電。您希望耳戴式、可穿戴及其他小尺寸、電池供電設備能夠長時間可靠地工作。

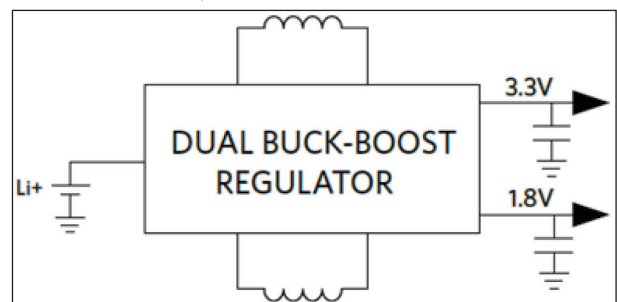
從設計角度看，用戶的期望很高。尺寸限制了 Li+ 電池容量，而電池在每次充電後需要保持盡可能長的工作時間；對於電源，則必須滿足子系統各種不同的供電電壓要求。

SIMO 架構為這些系統提供了最佳方案，整合了原本要求多個分立元件實現的功能。我們接下來深入瞭解一下什麼是 SIMO，及其在升壓 / 降壓調節器中如何工作。

SIMO 架構概述

在傳統的多通道開關穩壓器中，每個開關調節器都需要一個獨立的感應器 (圖 1)。這些感應器物

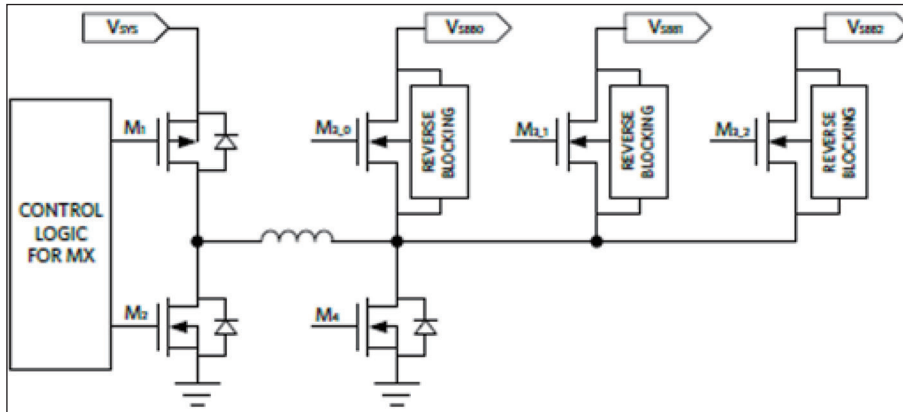
圖 1：傳統架構的升 / 降壓開關調節器



理尺寸大、成本高，對於小尺寸設計非常不利。另一個選擇是使用線性穩壓器，這種穩壓器速度快、尺寸小且雜訊低，但功耗較大。還有一種使用多路低壓差穩壓器 (LDO) 與 DC-DC 轉換器相配合的混合方案。儘管這種配置的功耗和散熱處於中等水準，但設計尺寸仍然大於單獨的 LDO 結構。

具有升 / 降壓功能的 buck-boost SIMO 轉換器使用單個感應器，可在較寬的輸出電壓範圍內調節多達三路輸出電壓。與僅支援降壓的 buck SIMO 相比，升 / 降壓結構調整每個通道電壓所需的時間較少，有助於更好地利用感應器。當一路或多路輸出電壓接近輸入電壓時，buck SIMO 的弱點被進一步放大。當輸出電壓接近電池電壓時，buck SIMO 將力不從心。此時，buck SIMO 將佔用感應器很長時間，進而影響到其他通道。

圖 2: SIMO 架構方框圖



多數情況下，系統中難免使用感應器。LDO 雖然體積小，但其本身也無法實現升壓。SIMO 只要求一個感應器，對於要求至少一路升壓的設計，buck-boost SIMO 更適合。

感應器飽和電流 (I_{sat}) 指使感應器值下降到規定值 70% 時對應的電流，與磁芯材料、感應器磁芯尺寸等因素有關。與使用獨立 DC-DC 轉換器相比，SIMO 架構僅使用一個感應器，帶來諸多優勢：

- 在系統允許的情況下，可以更好地利用垂直空間 (Z 高度)。
- 由於不必像傳統方案一樣使用大量感應器，節省費用和占位面積。
- 時間複用，多數情況下，系統的不同功能並非同時運作。當總電流小於各路輸出電流之和時，這種優勢更加明顯。例如，有些設計中會按照不同順序使用不同通道的供電電壓。比如，藍牙系統，可在啓動某項功能之前先下載資料。這意味著射頻電路供電電源與被啓動功能的電源不會同時使用。所以，SIMO 感應器要求的總 I_{sat} 小於單個轉換器要求的電流。
- RMS (感應器電流額定值)——即使通道間未採用時間複用，各項功能的峰值功耗也不會同時發生，同樣低於總感應器 I_{sat} 要求。

克服 SIMO 架構的缺點

使用 SIMO 架構並非沒有缺點，深思熟慮的設計非常重要。例如，由於單感應器交替為輸出提供

能量，輸出電壓紋波往往較高。此外，SIMO 在重載時，受限於時間，在伺服每路通道時可能有延遲，會進一步加劇輸出電壓紋波。使用較大的輸出電容可以抵消這些輸出電壓紋波，同時保持占位面積 /BOM 方面的優勢。

Maxim 的新型電源管理 IC (PMIC) MAX77650 和 MAX77651，實現了這些方面

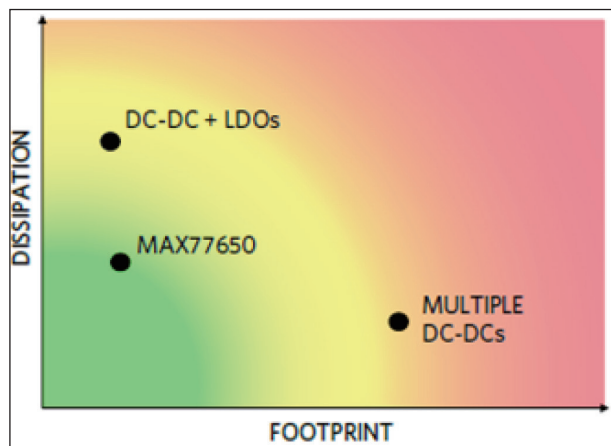
的完美平衡。這些 PMIC 設計採用低功耗 SIMO 升 / 降壓 DC-DC 轉換器架構。PMIC 中整合的 150mA 低壓差穩壓器 (LDO) 為音訊等雜訊敏感應用提供雜訊抑制。與串列資料線 (SDA) 和串列時鐘線 (SCL) 串聯的可選電阻最大程度降低匯流排上的串擾和下沖，同時也保護器件輸入不受匯流排高壓尖峰的損害。調節器的每個通道都擁有低靜態電流 (1 μ A) 特性，有助於延長電池壽命。由於 IC 始終工作在非連續傳導模式 (DCM)，感應器電流在每個週期末尾變為零，最大程度地降低串擾、防止振盪。

SIMO 轉換器的每路輸出都具有升壓 / 降壓配置，產生的輸出電壓能夠高於、低於或等於輸入電壓，充分利用了整個電池電壓範圍。由於每路輸出的峰值感應器電流可程式設計，可優化效率、輸出紋波、電磁干擾 (EMI)、PCB 設計及負載能力，達到最佳平衡。這些 IC 的效率額定值高於 85% @ 3.3V 輸出。

SIMO 架構找到了低功耗和小尺寸之間的最佳平衡，低功耗對於散熱受限的小尺寸應用極其重要。從圖 3 可以看出，與帶有多個 LDO 的 DC-DC 轉換器或簡單的多路 DC-DC 轉換器相比，MAX77650 PMIC 在散熱和尺寸方面達到了最佳化。

MAX77650/1 中的 SIMO 控制採用專有的控制器，確保所有輸出都能夠及時達到能量支援。如果沒有任何通道的調節器要求能量支援，狀態機就停留在低功耗狀態。一旦控制器識別出某個調節器需要伺服，則對感應器充電，直到達到峰值限流值。

圖 3: MAX77650 PMIC 擁有低發熱和小外形尺寸，適用於耳戴式和可穿戴等空間受限的電池供電設備。



接下來，感應器電能對相關輸出進行放電，直到電流達到零。如果多路輸出通道同時要求伺服，控制器可確保沒有任何輸出獨佔開關週期，而是在要求伺服的輸出之間交替分配開關週期。不需要伺服的輸出將被跳過。

SIMO 架構也提供軟啟動功能，最大程度降低浪湧電流。軟啟動功能是通過限制啟動期間的輸出電壓擺率實現的。為了徹底、及時關斷系統外設，每路 SIMO 升 / 降壓通道具有有源放電功能，根據 SIMO 調節器的狀態自動獨立使能每路 SIMO (也可通過 I²C 禁止有源放電功能)。

電源性能：SIMO 與傳統架構的比較

圖 4 所示為常見應用的 MAX77650 電源拓撲框圖。從圖中可以看出，四個負載中有三個通過高效 SIMO 開關調節器連接到 Li+ 電池。第四個負載由 LDO 利用 2.05V SIMO 輸出供電，效率達到 90.2% (1.85V/2.05V)。

表 1 所示為傳統架構與 SIMO 架構之間的比較。(更多詳細資訊請參考下文“更多資訊”部分提供的連結：設計方案，“利用 SIMO 延長耳戴式設備電池壽命”。)

Maxim 提供 SIMO 計算器，幫助用戶研究 SIMO 相關參數之間的平衡。請參見下文“更多資訊”部分的計算器連結。

圖 4: MAX77650 電源拓撲，包括每個調節器的輸出電壓、負載電流、效率和功耗。

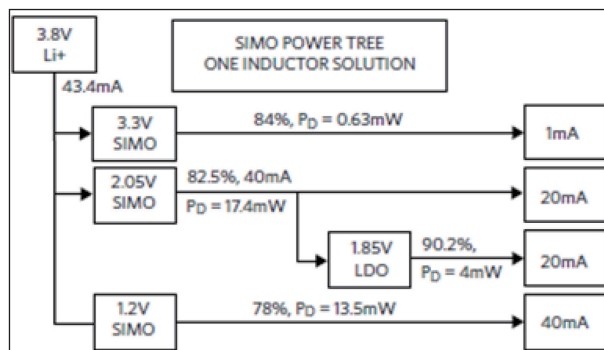


表 1: SIMO 架構與傳統電源架構的性能比較

參數	傳統方案	SIMO	SIMO 優勢
Li+ 電池電流	49mA	43.5mA	SIMO 節省 5.6mA
系統效率	69.5%	78.4%	SIMO 的效率高出 8.9%
最低 Li+ 電池電壓	3.4V，得益於 3.3V LDO	2.7V	SIMO 允許更充分放電

SIMO 輸出電壓紋波與以下因素有關：

- 輸出電容
- 感應器
- 輸出電壓設置
- 峰值限流設置

SIMO 可提供的輸出電流與以下因素有關：

- 輸入電壓
- 輸出電壓
- 峰值限流設置
- 其他 SIMO 通道的輸出電流

SIMO 開關頻率與以下因素有關：

- 輸入電壓
- 輸出電壓
- 峰值限流設置
- 感應器

在這款基於試算表的“calculator”工具標籤頁，可在頂部對應儲存格輸入系統參數。最相關的計算值用黃色突出顯示。如果某個參數超出正常範圍，相關單元將以紅色突出顯示。備註部分提供關於增強設計方法的指南。

總結

對於耳戴式、可穿戴以及類似小尺寸、電池供電設備，較長電池壽命對於客戶滿意度至關重要。與傳統升 / 降壓結構相比，SIMO 架構減少了元件數量，延長電池壽命。本文介紹了整合 SIMO 開關調節器的 PMIC，能夠完美解決超低功耗、空間受限應用面臨的挑戰。

更多資訊：

■ 利用 MAX77650/MAX77651 評估板評估 PMIC 中的 SIMO 升 / 降壓調節器及其他元件：
<https://www.maximintegrated.com/cn/products/power/battery-management/MAX77650EVKIT.html>

■ 瞭解關於 MAX77650 的更多資訊：

<https://www.maximintegrated.com/cn/products/power/battery-management/MAX77650.html>

■ 閱讀設計方案，“利用 SIMO 延長耳戴式設備電池壽命”：

<https://www.maximintegrated.com/content/dam/files/design/technical-documents/design-solutions/DS26-Hearables-Get-Longer-Life-with-SIMO.pdf>

■ 下載 SIMO 計算器 (參見該頁面的“其它資源”部分)：

https://www.maximintegrated.com/cn/products/power/battery-management/MAX77650.html/tb_tab2 

迎接超高齡化社會 資策會成立馨生活聯盟全面推動智慧生活藍圖

聯合國世界衛生組織提出「活躍老化」，強調提升每一位老人的健康與生活品質，能讓社會更美好。根據國發會及內政部統計，臺灣地區人口老化速度超越日本，預估將於 2026 年步入「超高齡化社會」。據行政院主計總處調查，目前國人家庭醫療保健支出佔家庭總消費支出的前三高，其中又以 50 到 60 歲消費力強大的「新熟齡一族」相對重視健康與生活品質服務，其相關需求所衍生的商機產值預估 2025 年可超越新臺幣 3.6 兆元。

有鑑於此，資策會數位服務創新研究所 (服創所) 成立「馨生活健康科技服務推動聯盟」(Health Tech Alliance，以下簡稱「馨生活聯盟」)。期望透過整合平台，匯聚我國豐沛的資通訊產業能量，聚焦健康生活領域需求，串聯健康服務、醫療院所、資通訊、設備與系統整合相關業者，齊打造未來智慧城市、智慧生活的新型態健康科技服務生態藍圖，迎接高齡化社會的來臨。

馨生活聯盟由資策會服創所主任何偉光擔任召集人，為推動健康科技生活的跨域應用，特劃分「技術、產品、場域、資料」4 大領域資源相互交流媒合，以期促成 Made in Taiwan 的健康創新產品雛型開發、提升現有服務價值，同時協助已開發產品介接第一線用戶體驗市場。

現行我國健保制度體系下，雖有非常完整的患者就醫紀錄，但對於患者就醫前與就醫後的個案管理追蹤，卻缺乏系統性的整合。民眾現行僅能藉由各業者的量測裝置記錄自我體況，不過一旦換廠家裝置，所有個人過往量測資訊便間斷無從追溯。

未來期望透過我國業者的跨域合作，將終端裝置結合區塊鏈應用，讓雲端儲存的所有健康資料皆能個人化歸戶，建構出每個人的健康圖譜資訊，以實現健康狀況能長期且持續不間斷追蹤的可能性，促進未來健康生活智慧管理的發展藍圖。

馨生活聯盟免費入會，會員權益包括：免費或優惠參加聯盟舉辦之各項沙龍座談、媒合、推廣、參訪活動。申請入會表單請由此下載 <http://bit.ly/2Jelp8o>。