

## 三通道降壓穩壓器 + 升壓型控制器

# 滿足寬廣 VIN 範圍汽車應用的嚴苛要求

■ 作者：Zhongming Ye

Analog Devices 電源產品資深應用工程師

汽車應用存在著空間受限和遭受嚴酷環境的狀況，因此，需要可靠而精巧的電源來提供日益複雜的電子系統使用。LT8603 精小型穩壓器是一款堅固型解決方案，其將兩個高電壓 2.5A 和 1.5A 降壓穩壓器、一個低電壓 1.8A 降壓穩壓器和一個升壓型控制器整合在一個纖巧的 6 mm x 6 mm QFN 封裝中。例如，在以下解決方案中使用時，升壓型控制器可簡化寬輸入、多輸出電源的設計：

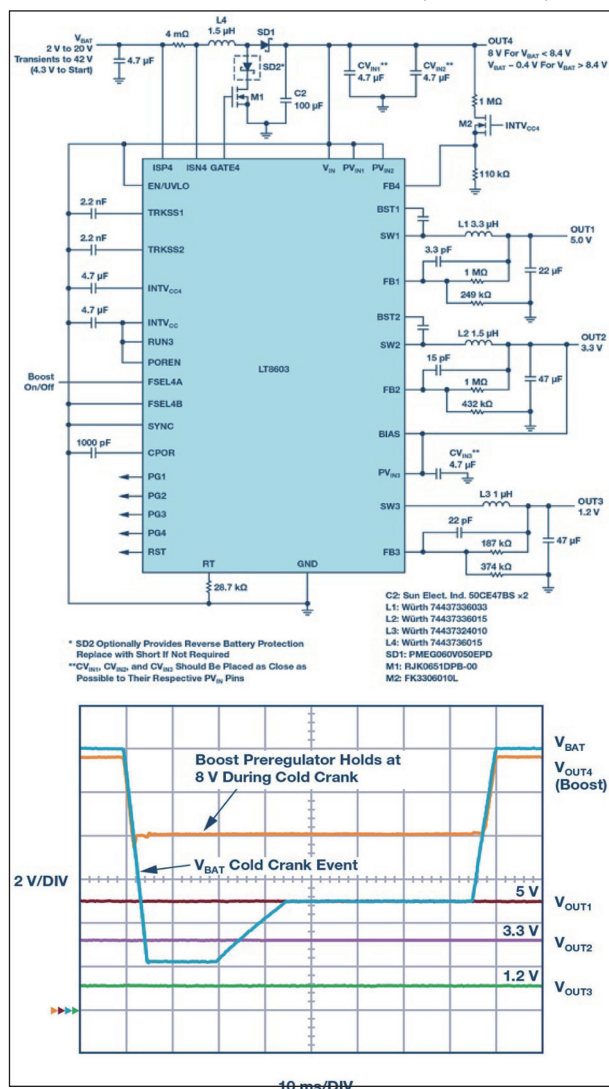
- ▶ 可耐受冷啟動，並具三個穩定輸出的電源
- ▶ 四個穩定的輸出（第四個電源軌作為 SEPIC）
- ▶ 依靠一個降壓穩壓器供電的升壓型控制器

## 可耐受冷啟動，並具三個穩定輸出的電源

在汽車應用中，需要依靠穩定的 5 V、3.3 V 和低於 2 V 的電源軌來為各式各樣類比和數位 IC 供電，這些 IC 可能需要不同電源軌，以用於內容、處理器 I/O 和核心。而這些電源軌是採用 12V 標稱汽車電池電壓 VBAT（其通常在 8 V 至 16 V 的範圍內）所產生的。高效率降壓型穩壓器能夠滿足大多數場合的需要，但是，在冷啟動之期間，VBAT 會降至 2 V 並持續幾十毫秒，如果直接從 VBAT 供電，則此時單純依靠降壓型穩壓器將喪失穩壓狀態。

LT8603 升壓型控制器可在低至 2 V 的電壓下工作，從而使其非常適合用作為降壓穩壓器供電的前置穩壓器。VBAT 降至 8.5 V 以下時，升壓型控制

圖 1：可耐受冷啟動並具三個穩定輸出的電源。三個降壓穩壓器利用一個升壓前置穩壓器（VOUT4）供電，從而在一個 VBAT 冷啟動過程中為所有三個輸出提供精確的穩壓（也示於圖中）。



器輸出 (OUT4) 被調節至 8 V。兩個高電壓降壓穩壓器能夠安然度過冷啟動過程，並提供恒定的 5 V 和 3.3 V 輸出，如圖 1 所示。一旦 VBAT 從冷車發動恢復至 8 V 以上，升壓型控制器只是簡單地擁有穿通二極體的作用。高電壓降壓穩壓器能夠處理高達 42 V 的 VBAT。在圖 1 中，低電壓降壓穩壓器從 OUT2 供電，可在冷啟動過程中提供 1.2 V。

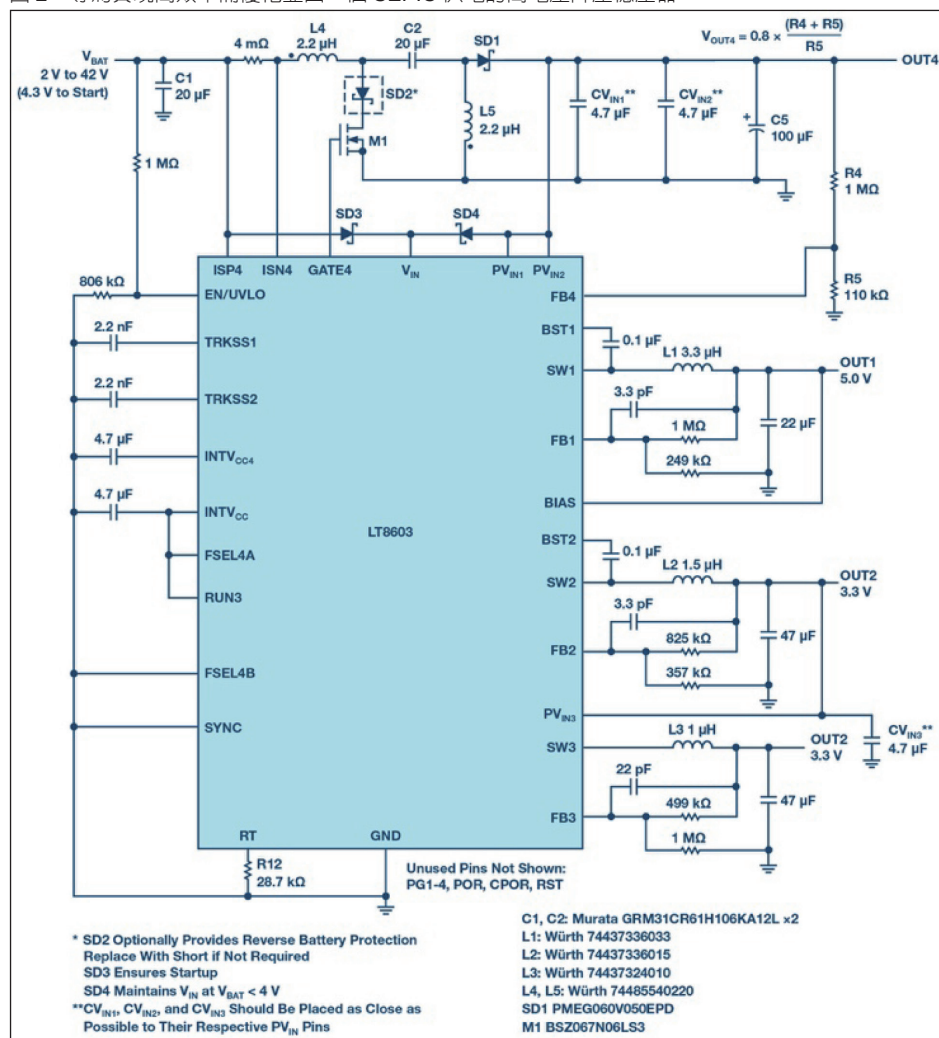
## 四個穩定的輸出 (第四個電源軌作為 SEPIC)

VBAT 可以長時間處於高位準。例如：在雙電池助推啟動期間或在 24V 系統中。這對圖 1 中的升壓穩壓器並沒有影響，當 VBAT 高於 8 V 時，VBAT

通過，但是兩個高電壓降壓穩壓器的電流輸出能力在較高 VBAT 條件下通常會受到熱限制，而這是由於開關損耗增加所致，特別是在汽車應用中常用的 2 MHz 開關頻率下。

溫升可透過降低開關頻率或減低降壓穩壓器的工作電壓予以控制。在圖 2 中，第四個通道被設置為 SEPIC，為高電壓降壓穩壓器供電，該通道的輸出被調節在 12 V，這是最適合降壓穩壓器的效率的。透過以最佳效率運行降壓穩壓器，可使溫升處於良好的受控狀態。圖 2 所示為一種產生四個準確穩壓輸出的簡易方法。在輕負載條件下，該電路可在輸入低至 2 V 時保持穩壓作用。

圖 2：專為實現高效率而優化並由一個 SEPIC 供電的高電壓降壓穩壓器。



## 依靠其中一個降壓穩壓器供電的升壓型控制器

有些汽車應用需要一個穩定的高電壓 (比如 54 V)。產生該穩定高電壓軌的一種方法是採用其中一個高電壓降壓穩壓器的輸出來驅動升壓穩壓器，如圖 3 所示。只要 VBAT 高於高電壓降壓穩壓器的最小輸入電壓，那麼，所有的四個輸出都是穩定的。降壓穩壓器限制了升壓轉換器的最大電流，因而可保護升壓轉換器免受短路的損壞，並提供逐週期電流限制功能。

## 利用充電泵提供的額外穩定電壓

如圖 4 所示，可以為 SEPIC 電路增設一個充電泵電路，以提供另一個穩定的

**LT8603**

**Input Section:**

- $V_{BAT}$  (4 V to 24 V)
- $4.7 \mu F$  capacitor
- $4.7 \mu F$  capacitor
- $4.7 \mu F$  capacitor
- $422 k\Omega$  resistor
- $887 k\Omega$  resistor
- $2.2 nF$  capacitor
- $2.2 nF$  capacitor
- $4.7 \mu F$  capacitor
- $4.7 \mu F$  capacitor
- $10 k\Omega$  resistor

**LT8603 Pins:**

- $PV_{IN1}$
- $PV_{IN2}$
- $V_{IN}$
- $EN/UVLO$
- $TRKSS1$
- $TRKSS2$
- $INTV_{CC4}$
- $INTV_{CC}$
- $PG2$
- $RUN3$
- $FSEL4B$
- $FSEL4A$
- $SYNC$
- $RT$  ( $28.7 k\Omega$ )
- $GND$

**Output Section:**

- 5 V Output (500 mA):**
  - $GATE4$  (M1 MOSFET)
  - $L4$  ( $5.6 \mu H$ )
  - $SD1$  (Diode)
  - $887 k\Omega$  resistor
  - $22 \mu F$  capacitor
  - $169 k\Omega$  resistor
  - $40 m\Omega$  resistor
- 3.3 V Output:**
  - $SW2$  (Switch)
  - $L2$  ( $2.2 \mu H$ )
  - $15 pF$  capacitor
  - $825 k\Omega$  resistor
  - $357 k\Omega$  resistor
  - $22 \mu F$  capacitor
- 1.2 V Output:**
  - $SW3$  (Switch)
  - $L3$  ( $1 \mu H$ )
  - $22 pF$  capacitor
  - $49.9 k\Omega$  resistor
  - $100 k\Omega$  resistor
  - $47 \mu F$  capacitor
- 2.5 V Output:**
  - $SW1$  (Switch)
  - $L1$  ( $2.2 \mu H$ )
  - $22 pF$  capacitor
  - $1 M\Omega$  resistor
  - $665 k\Omega$  resistor
  - $47 \mu F$  capacitor

**Legend:**

- L1: Würth 74437324022
- L2: Würth 74437324022
- L3: Würth 74437321010
- L4: Würth 74437324056
- SD1: PMEG6030ETP
- M1: RJK0651DPB-00

**Unused Pins Not Shown:** PG1-4, POR, CPOR, RST

Figure 10 shows the LT8603 Charge Pump circuit and its load regulation performance. The circuit diagram on the left includes an LT8603 IC configured as a charge pump. Key components and connections are as follows:

- IC Pin Connections:**
  - BIAS: 5V
  - EN/UVLO: Connected to BIAS
  - INTV<sub>CC</sub>: Connected to BIAS
  - INTV<sub>CC4</sub>: Connected to BIAS
  - RT: FSEL4A
  - FSEL4B: Connected to INTV<sub>CC</sub>
  - GATE4: Connected to M1 gate
  - FB4: Connected to the output node
  - GND: Connected to GND
- Power and Grounding:**
  - V<sub>BAT</sub> is the input voltage.
  - C1, C2, C3, C4, C5 are capacitors.
  - L1, L2 are inductors.
  - R1, R2, R3 are resistors.
  - SD1 through SD8 are Schottky diodes.
  - M1 is an N-channel MOSFET.
- Charge Pump Output:**
  - The output voltage is V<sub>OUT4</sub> = 0.8 × (R2 + R3) / R3.
  - The output current is I<sub>OUT4</sub> = 2 × V<sub>OUT4</sub> / R3.

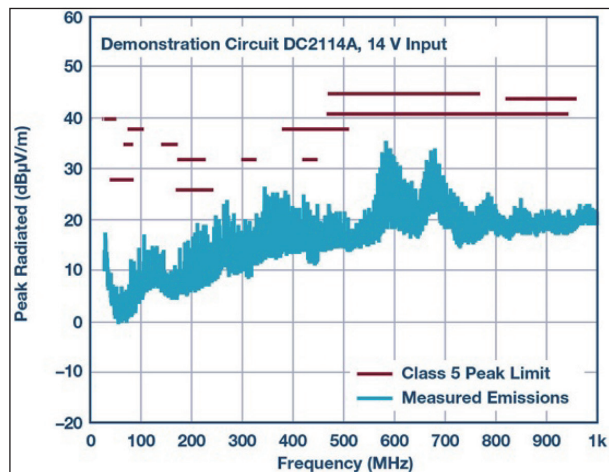
The graph on the right shows the Charge Pump V<sub>OUT</sub> (V) versus Charge Pump Load (mA) for three input voltages: V<sub>IN</sub> = 14V (red line), V<sub>IN</sub> = 24V (cyan line), and V<sub>IN</sub> = 5V (green line). The output voltage remains relatively constant across the load range (0 to 120 mA) for all input voltages, with a slight decrease observed at higher loads.

輸出。針對不同輸入電壓的穩壓曲線如圖 4 所示。同樣，也可以補充一個負輸出充電泵以產生一個負電源軌。

## EMI 性能

LT8603 採用了一個兩相時脈。通道 1 和通道 2 異相 180° 運行，因而減小了降壓穩壓器的峰值輸入電流，並有助降低 EMI。電子元件的高密度需要謹慎地平衡熱性能和 EMI 性能。LT8603 展示電路 DC2114A 舉例說明了一款專為實現低 EMI 而優化、並通過了 CISPR 25 5 類峰值限制要求的佈局。圖 5 所示為採用垂直極化的輻射 EMI 結果（在 30 MHz 至 1000 MHz 頻率範圍內）。輸入為 14 V，每個輸出中具有一個 1 A 負載。

圖 5：LT8603 DC2114A CISPR 25 5 類輻射 EMI，30 MHz 至 1 GHz。



## 結論

LT8603 透過將三個降壓穩壓器和一個升壓型控制器整合在小巧的 6 mm x 6 mm QFN 封裝中，提供了通用和精巧的電源解決方案。每個降壓穩壓器具有內部電源開關、逐週期電流限制和跟蹤 / 軟啟動控制功能。其同步整流拓撲可提供高達 94% 的效率。Burst Mode 操作則可將靜態電流維持在 30μA 以下（當所有通道均導通時），非常適合始終保持接通的系統。2 V 至 42 V 的寬輸入範圍和全面性的功能，使 LT8603 十分適合汽車和其他具備嚴苛要求的應用。 CTA

## 國際計量單位「公斤」重新定義 工研院率先投入矽晶球質量新標準

與生活習習相關的計量單位－「公斤」在定義上將遇百年來重大變革！隨著量測標準日益精進及現有的標準「鉑鈱公斤原器」潛藏著數十微克之質量漂移，國際度量衡局規劃以普朗克常數重新定義公斤。因應此全球新國際單位制的重大變革，工研院積極投入新公斤定義的研究與建置，宣布將投入全球最新的矽晶球法實現公斤新定義。

國際間最新國際度量衡委員會 (CIPM) 啟動質量新定義的研究，是用更穩定的量子力學常數－普朗克常數 (h) 來重新定義「公斤」，來確保量測技術之穩定性，降低不確定度。且因應工業 4.0 及大數據時代來臨，對於精準量測的需求，藉由矽晶球法進行新質量標準系統之建置，預計 2018 年 11 月之第 26 屆國際度量衡大會中通過國際計量單位新定義，並於 2019 年 5 月 20 日起正式實施。

目前各國國家計量機構主要採用兩種方法來實現質量的新定義，其一為瓦特天平法；另一方法為矽晶球法。工研院採用矽晶球法來實現新公斤定義，以維持台灣的質量標準與世界各國的一致性。原實施我國質量最高標準之 78 號鉑鈱公斤原器，將降為二級標準，為了維持國家最高量測標準及我國計量主權，並與國際標準同等地位，工研院國家度量衡標準實驗室將採用矽晶球法直接實現以普朗克常數 h 重新定義之質量單位「公斤」，德製矽晶球日後將取代成為我國最原級質量標準，以確保公斤數值之穩定性，使台灣的質量標準與世界各國一致。