

RT1985/RT1986/RT1987 理想二極體保護開關： 設計考量與應用範例

Shihchun Liu | AN089 June 2025



小尺寸、大防護

理想二極體保護開關

適用多組 USB-C PD 埠，全面守護系統安全

在現代電子系統中，高效的電源管理對於確保系統穩定運作與延長電池壽命至關重要。保護開關可簡化不同負載的電源控制與防護，已成為關鍵元件之一。與分離式MOSFET方案相比，整合型保護開關具有體積小、保護功能強、設計簡化等優勢。

立錡推出的 [RT1985/RT1986/RT1987](#) 是高效能理想二極體保護開關，專為現代電子系統中的 USB-C / Thunderbolt 電源傳輸、Docking Station、Power ORing 架構所設計。本篇應用筆記將介紹產品特性、應用案例與設計重點。

目錄

1	保護開關的關鍵功能特性.....	3
1.1	電源控制（開關控制）	3
1.2	可調式軟啟動與浪湧電流控制	4
1.3	啟動短路保護 (SCP).....	6
1.4	反向電流阻斷.....	7
1.5	過電壓保護 (OVP)	8
1.6	過溫關機保護.....	9
1.7	低導通電阻 (20mΩ)	9
1.8	極低靜態電流.....	9
2	應用範例.....	10
2.1	USB-C / Thunderbolt Sink 電源應用	10
2.2	擴充底座 Docking Station.....	10
2.3	多電源 ORing 應用	10
3	結論	11

1 保護開關的關鍵功能特性

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 具備低正向壓降、可調軟啟動、啟動短路保護及完整的異常防護功能，可有效簡化電源路徑管理設計並提升整體系統可靠性。相較於分離式 MOSFET 解決方案，[RT1985/RT1986/RT1987](#) 提供更小的封裝尺寸、更佳的整合性與更強的保護功能。

Product	Operation Vin	Maximum Continuous Current	OVP Threshold	Package
RT1985	3.4V to 23V	8A	Fixed	VDFN-12TL 3x3
RT1986	3.4V to 23V	5.5A	Fixed	VDFN-12TL 3x3
RT1987	3.4V to 32V	8A	Programmable	VDFN-12T1L 3x3

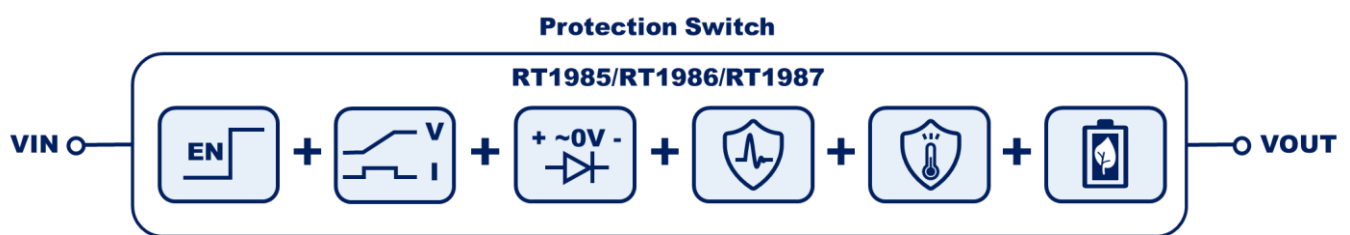


圖1. 保護開關的功能特性

1.1 電源控制（開關控制）

保護開關不需要機械性繼電器，即可簡單地實現負載的電源接通與斷開控制，有助於電源排序與動態功率管理。[RT1985/RT1986/RT1987](#) 透過主動高電位（active-high）的 EN 腳位，精準控制電源通路開啟時機。當 EN 為高電位且輸入電壓高於 UVLO 門檻時，電源通道會在給定的延遲時間後啟動，並具備可控的上升電壓斜率，確保上電過程穩定可靠。

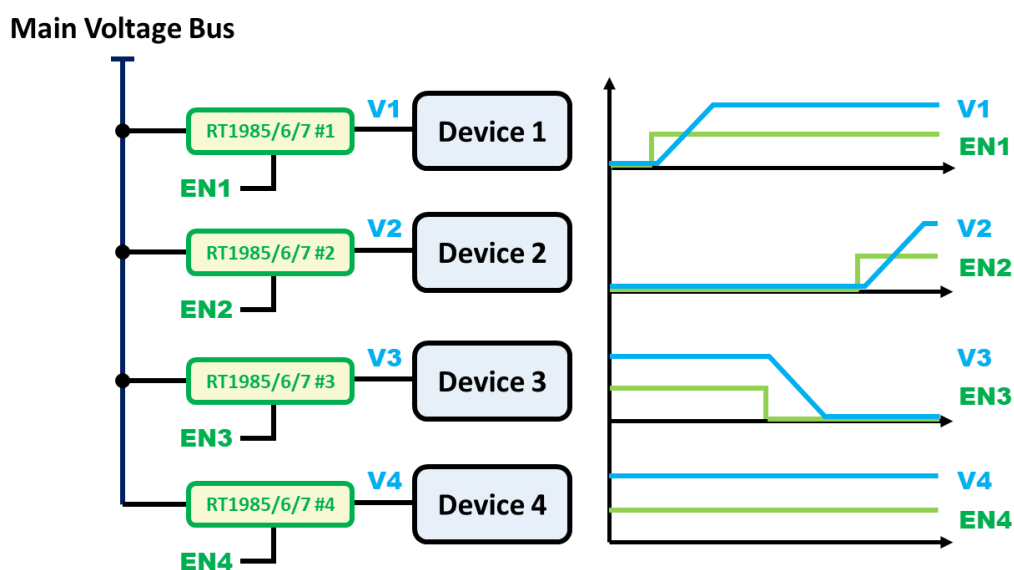


圖2. 保護開關的啟用控制

1.2 可調式軟啟動與浪湧電流控制

許多保護開關透過控制開極驅動電壓來實現內建軟啟動功能，讓輸出電壓與電流平滑上升。

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 支援外部軟啟動電容，設計者可透過軟啟動電容，設計輸出電壓斜率並限制浪湧電流，避免對主電源線路造成干擾，特別適用於大電容負載系統。詳細設計建議請參考產品規格書。

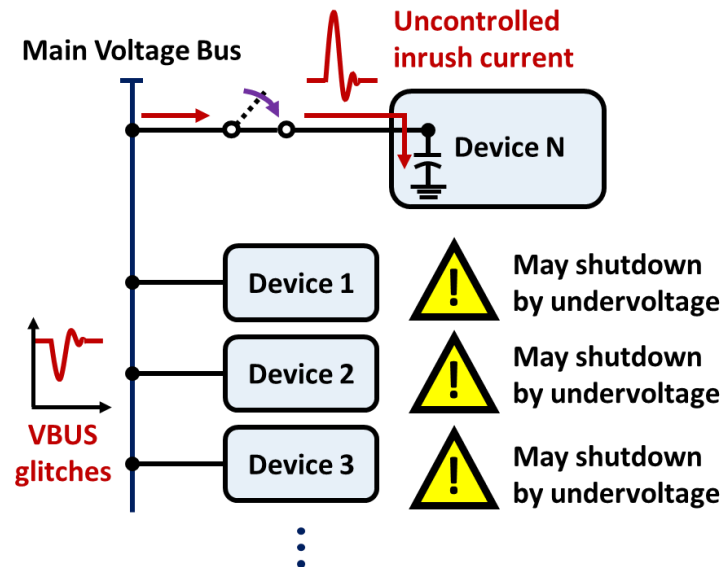


圖3. 不具備浪湧電流控制的啟動

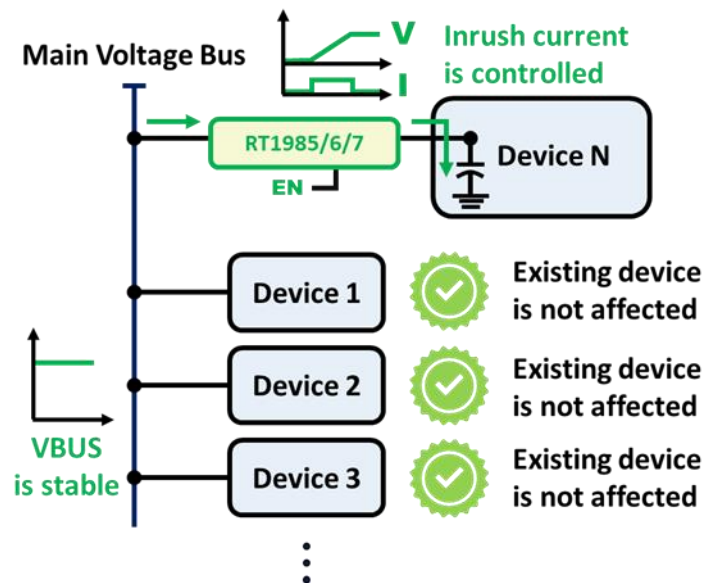


圖 4. 具備浪湧電流控制的啟動



圖 5. [RT1985](#) 的軟啟動測試結果

1.3 啟動短路保護 (SCP)

在啟動過程中，[RT1985/RT1986/RT1987](#) 會持續監控輸出電流。若偵測到異常的浪湧電流或硬短路（Hard Short），裝置將主動關閉輸出並在給定的延遲時間後自動重啟（Auto Retry），即使在故障條件下也能提供安全保護。

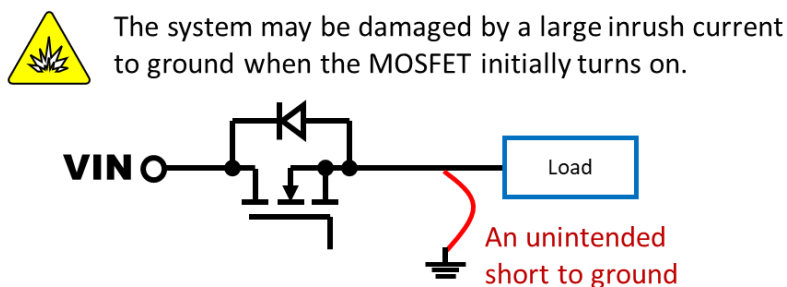


圖 6. 以 MOSFET 作為保護開關的應用

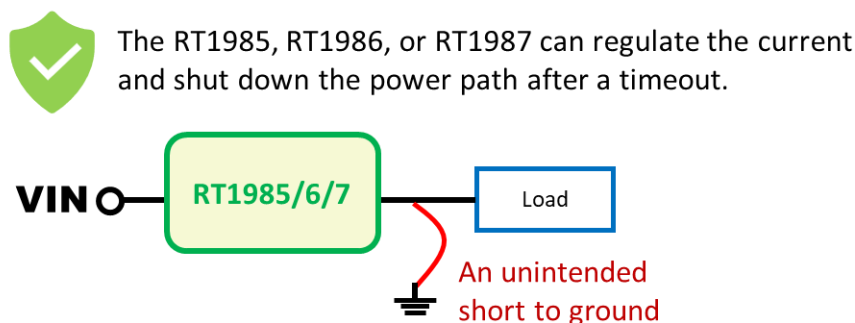


圖 7. 使用 [RT1985/RT1986/RT1987](#) 作為保護開關的應用

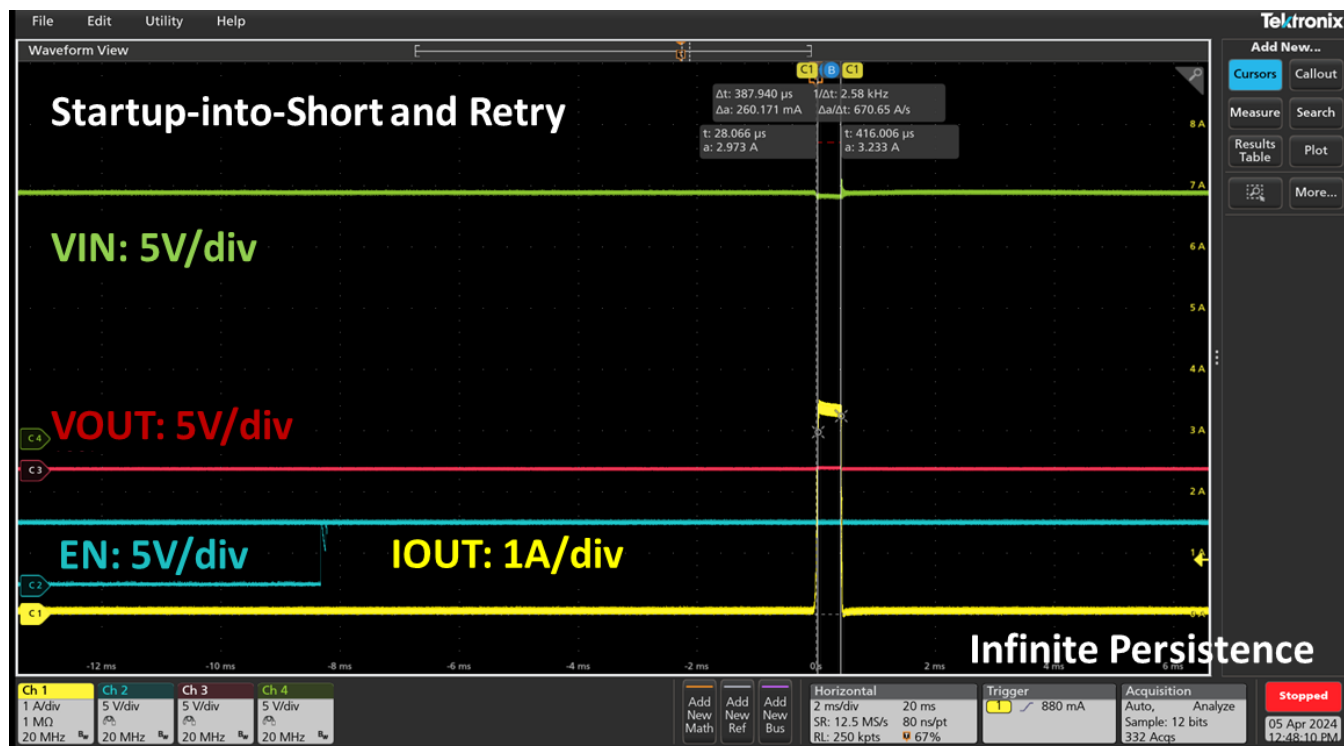


圖 8. RT1985 啟動時遇短路與重新啟動的測試結果

1.4 反向電流阻斷

在多電源備援或 ORing 系統中，防止電流回流至輸入端是很重要的條件。[RT1985/RT1986/RT1987](#) 具備 Ideal Diode 真實反向電流阻斷（TRCB）功能，能穩定控制正向壓降並有效防止電流自 VOUT 回灌至 VIN，是實現多源供電應用的關鍵技術。

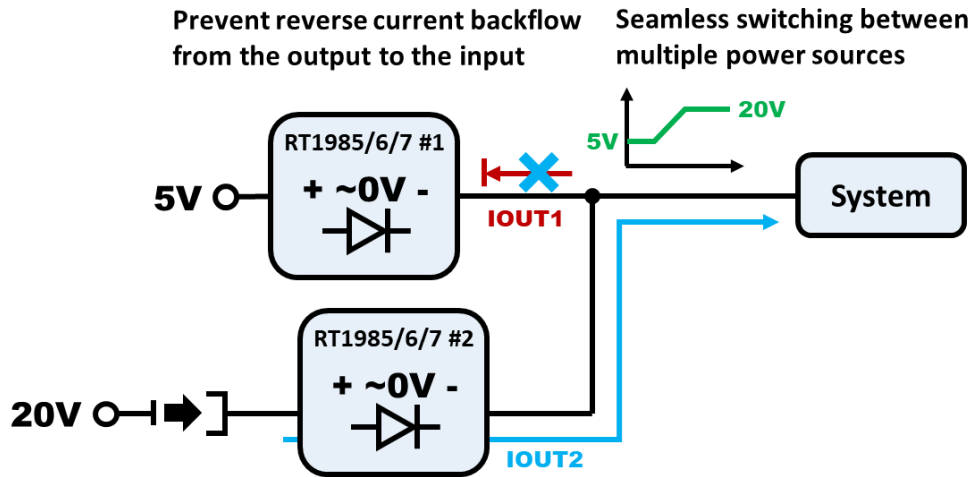


圖 9. 從輸出端回灌至輸入端的反向電流阻斷

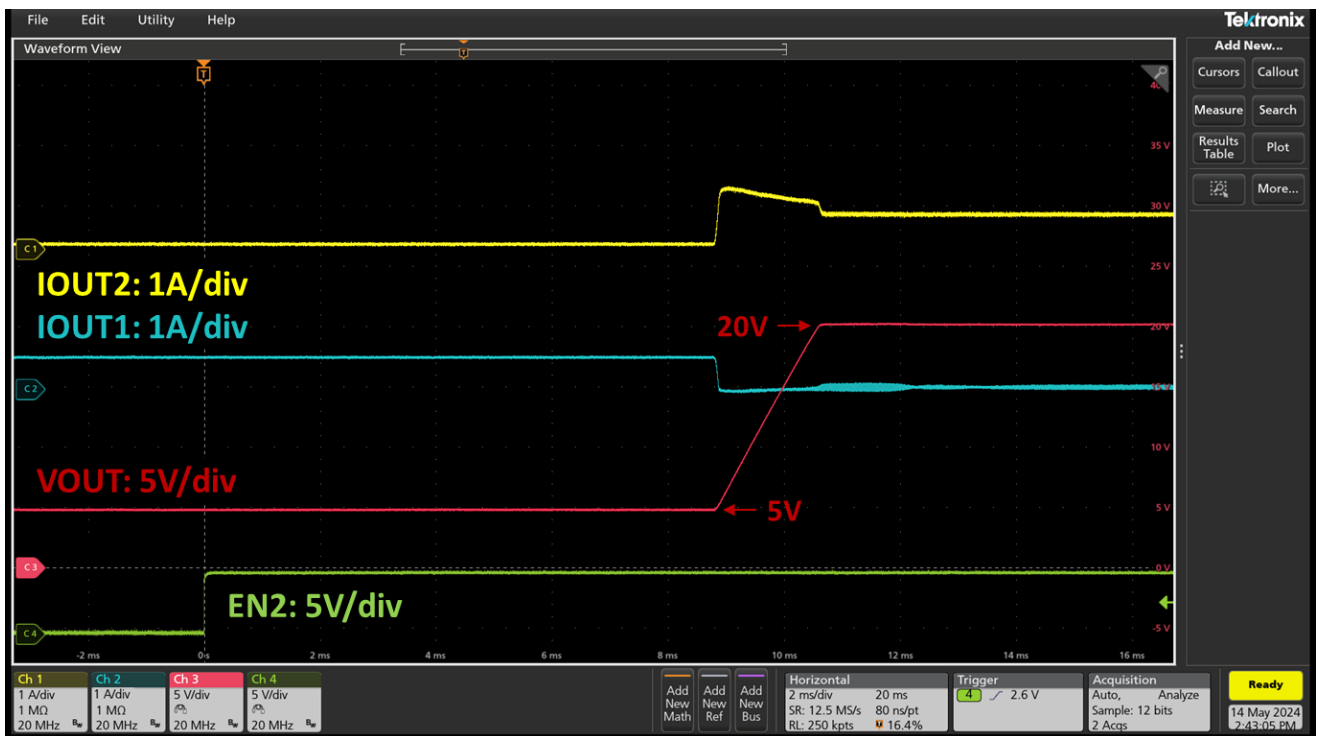


圖 10. [RT1985](#) 反向電流阻斷保護測試結果

1.5 過電壓保護 (OVP)

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 整合輸入過電壓保護功能，當輸入電壓超過閾值時，會自動切斷電源通路，避免下游電路受損。此功能特別適用於 USB-C 與多源供電架構，能有效因應來自不穩定輸入源的電壓衝擊。

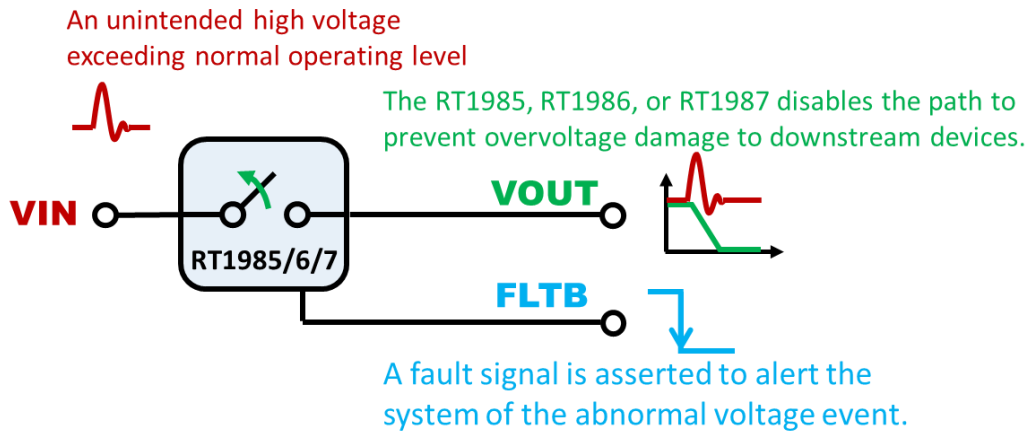


圖 11. 輸入電壓過高時的過電壓保護機制

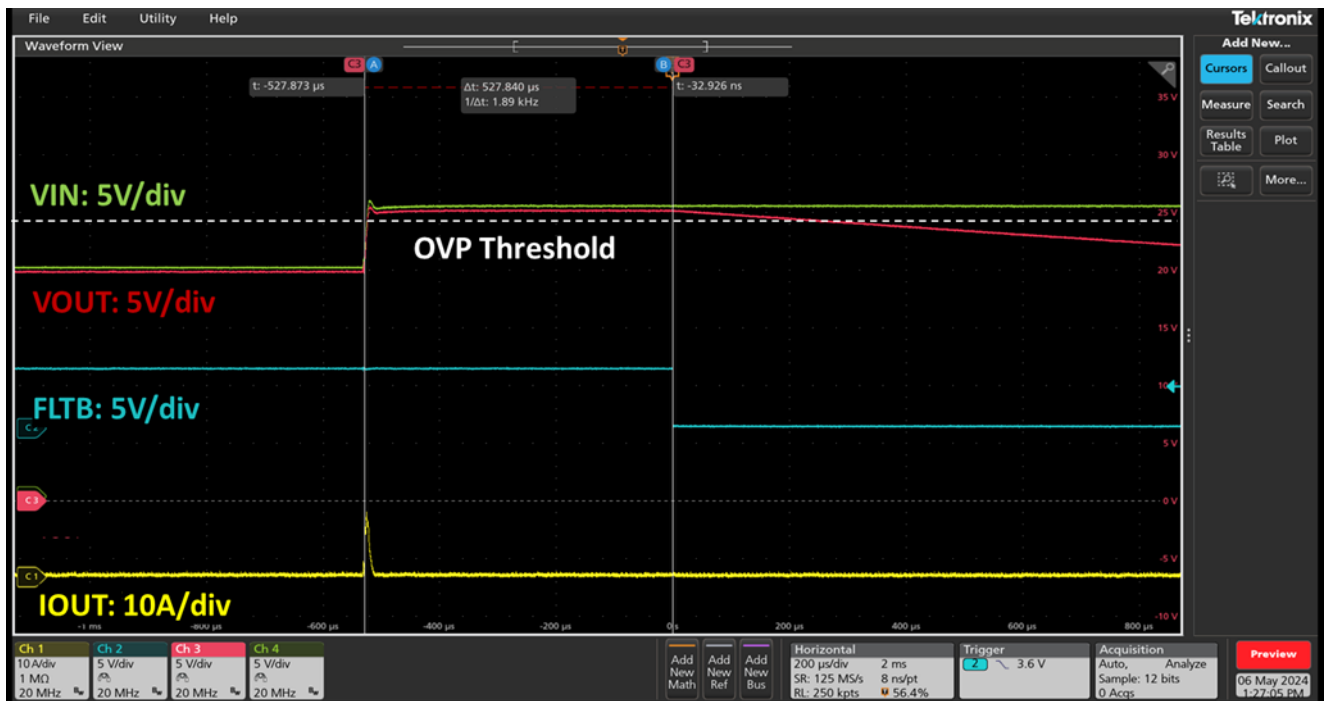


圖 12. [RT1985](#) 過電壓保護測試結果

1.6 過溫關機保護

高階保護開關通常內建溫度監控機制。當晶片溫度超過安全閾值（約 140°C）時，[RT1985/RT1986/RT1987](#) 會自動關閉輸出，並啟動錯誤提示，以防止永久性損壞，進一步提升系統可靠性。

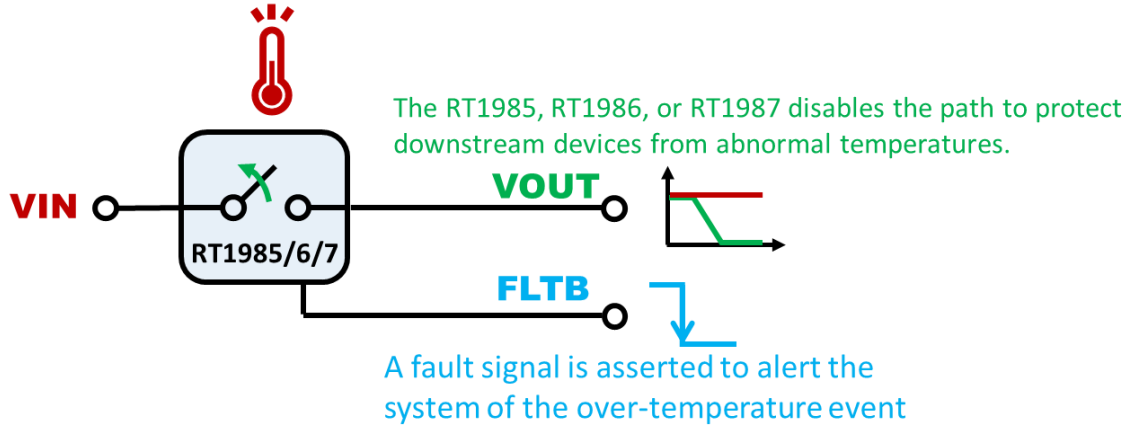


圖 13. 異常高溫狀況下的過溫保護機制

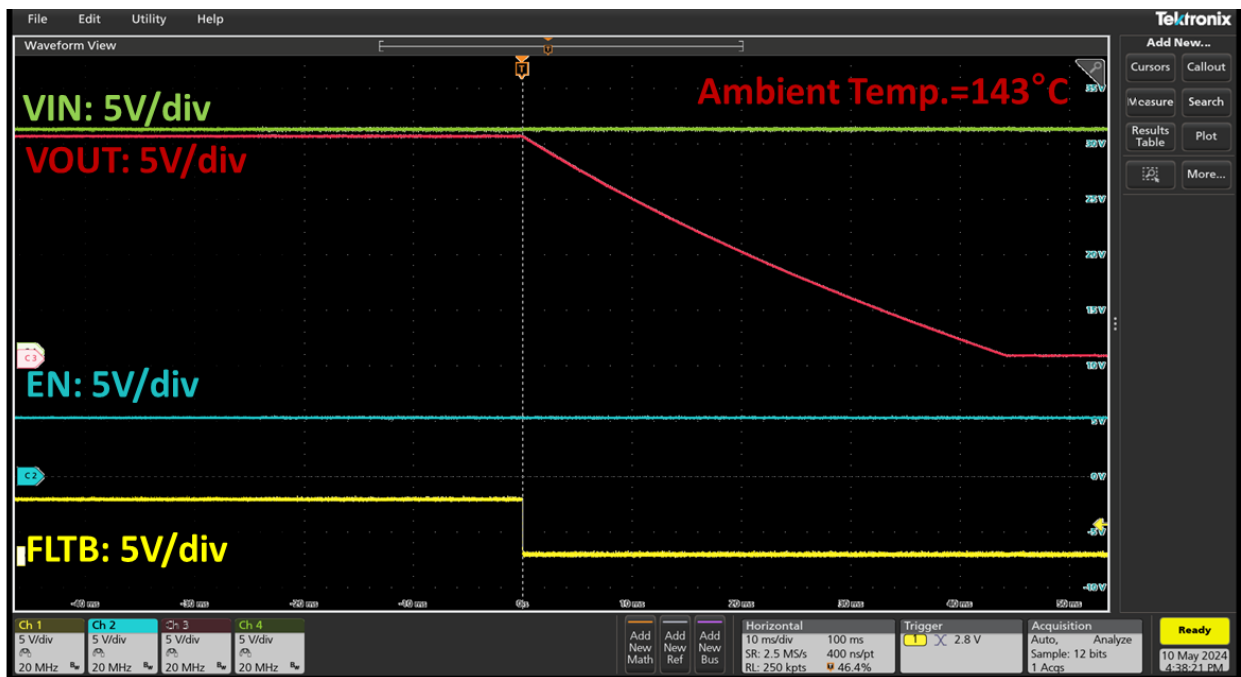


圖 14. [RT1985](#) 過溫保護測試結果

1.7 低導通電阻 (20mΩ)

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 採用先進工藝設計，將內部MOSFET導通電阻（ R_{ON} ）壓低至20mΩ，有效降低在傳輸高電流時所產生的功率損耗（ $P = I^2R$ ）。這不僅減少元件發熱，還能提高整體散熱效率。

1.8 極低靜態電流

[RT1985/RT1986/RT1987](#) 具備極低的靜態電流設計，意味著在無負載或輕負載條件下，IC 本身的耗電量極低，進一步優化整機功耗表現，延長電池使用，適合應用於便攜式裝置（如筆電、平板）。

2 應用範例

2.1 USB-C / Thunderbolt Sink 電源應用

保護開關在 USB-C 與 Thunderbolt 應用中扮演關鍵角色，不僅提供電源控制功能，也可保護系統在動態功率協商過程中避免浪湧與反灌風險。[RT1985](#) 可同時管理 Sink 與 Source 電源路徑，應用於雙埠 USB PD 裝置中。

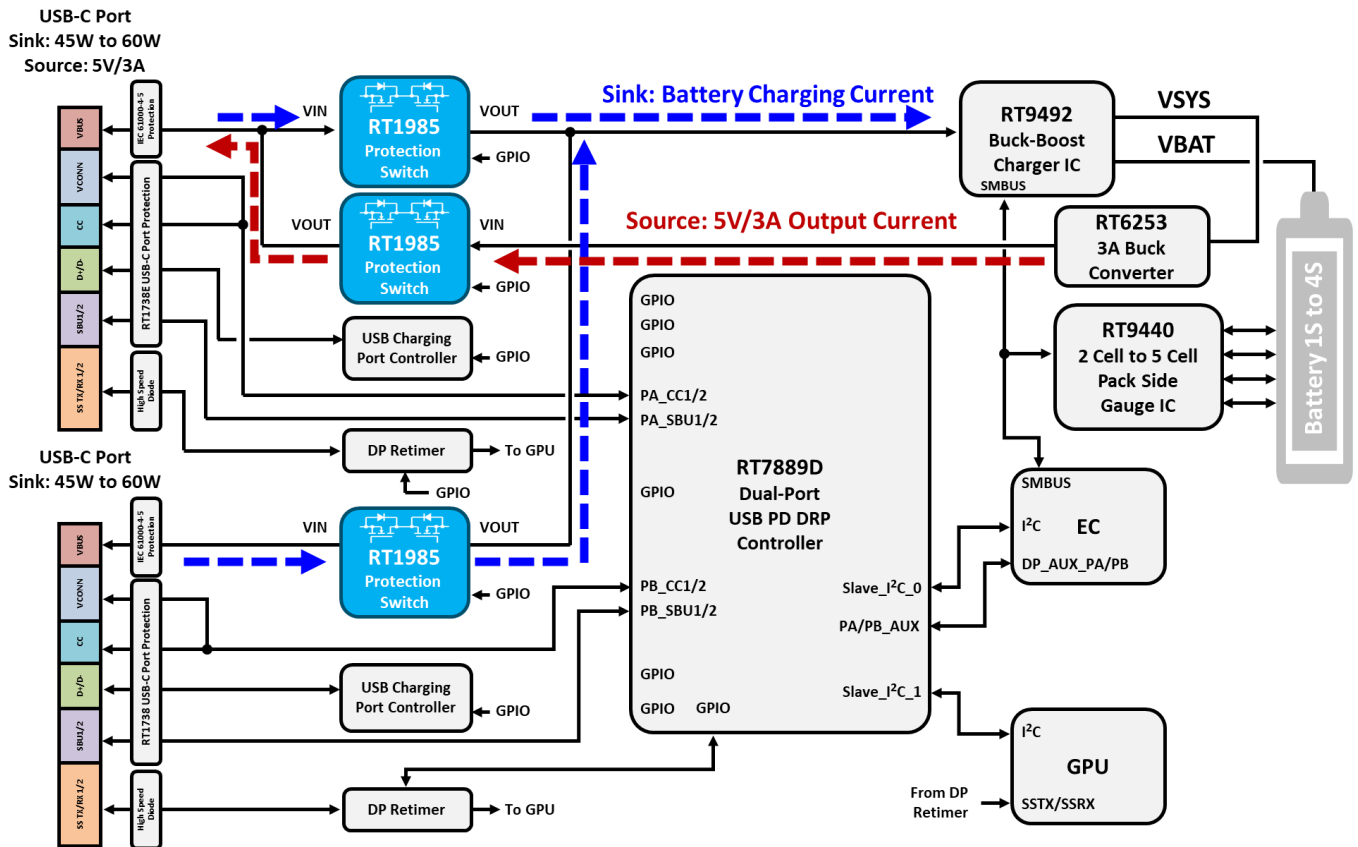


圖 15. [RT1985](#) 應用於雙埠 USB PD 系統中的 Sink 與 Source 控制

註：上述系統圖僅供參考，實際應用需依照產品規格調整。若需協助，請聯繫立錡業務窗口。

2.2 擴充底座 Docking Station

在筆電與平板擴充底座設計中，保護開關可用於選擇性啟用各項 I/O 埠或週邊設備，提升系統功耗效率、降低待機損耗、實現故障隔離。

2.3 多電源 ORing 應用

具備真實反向電流阻斷能力的保護開關，能實現可靠的多電源 ORing 應用。無論是交流轉接器、電池或備援供電，皆可實現順暢切換，確保電源不中斷並提升系統穩定性。

3 結論

適當地整合保護開關可提升系統可靠性、簡化電源設計，並優化整體效能。在電源架構日益複雜的今天，保護開關已成為智慧電源管理中不可或缺的一環。[RT1985/RT1986/RT1987](#) 結合理想二極體反向阻斷、可調軟啟動、完整保護功能與小型封裝設計，是 USB-C、Docking Station 與 Power ORing 等高需求應用的理想選擇，協助設計者簡化開發流程、提升產品可靠度與使用者體驗。

若要獲得更多產品的產品資訊，請[訂閱我們的電子報](#)。

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.