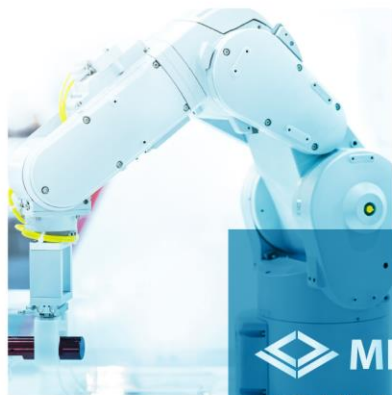




 **MINMAX**
POWER For A
Better Future



電源轉換器之關鍵規格選型與應用 技術注意環節指南

Critical Selection Criteria & Application Considerations
in Isolated Power Converter Design



電源轉換器之關鍵規格選型注意環節

Rated Input Voltage Range



Model Selection Guide

Model Number	Input Voltage (Range)	Output Voltage	Output Current	Input Current		Reflected Ripple Current	Over Voltage Protection	Max. capacitive Load	Efficiency (typ.)
			Max.	@Max. Load	@No Load				@Max. Load
	VDC	VDC	mA	mA(typ.)	mA(typ.)	mA(typ.)	VDC	μF	%
MTQZ50-72S05	72 (43 ~ 101)	5	10000	771	50	35	6.2	17000	90
MTQZ50-72S12		12	4170	755	45		15	2950	92
MTQZ50-72S15		15	3330	754	45		18	1900	92
MTQZ50-72S24		24	2080	762	50		30	740	91

Model Selection Guide

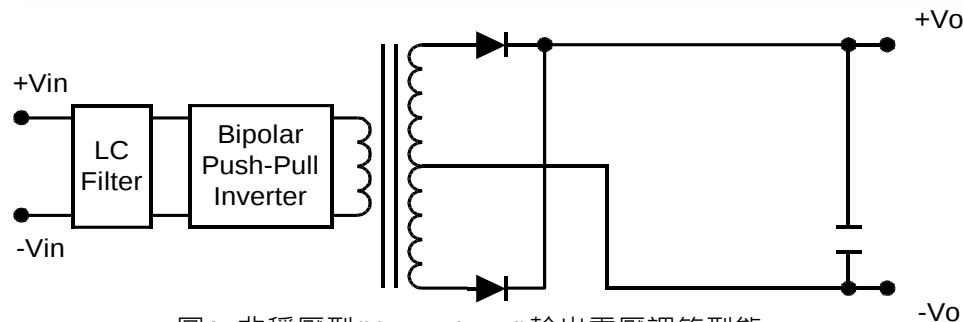
Model Number	Input Voltage (Range) ⁽⁹⁾	Output Voltage	Output Power	Output Current	Input Current		Over Voltage Protection	Max. capacitive Load	Efficiency (typ.)
				Max.	@Max. Load	@No Load			@Max. Load
	VDC	VDC	W	A	mA(typ.)	mA(typ.)	VDC	μF	%
MRZI100-110S05	110 (36 ~ 160)	5	100	20	993.5	6	6.2	34000	91.5
MRZI100-110S12		12	100.8	8.4	1007	6	15	5830	91
MRZI100-110S15		15	100.5	6.7	1009	6	18	3670	90.5
MRZI100-110S24		24	100.8	4.2	1029	6	30	1460	89
MRZI100-110S54		54	99.9	1.85	1020	6	66	380	89

9 *Input Voltage Vin= 36VDC/1s for Start-up Operation and Vin= 40VDC for Continuous Operation

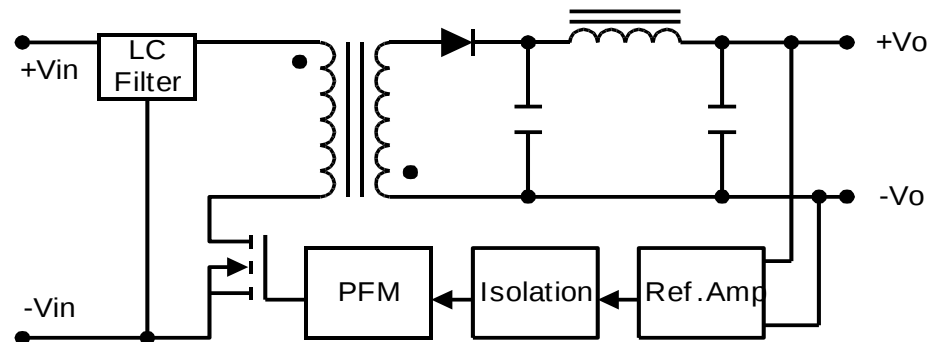
- 評估前端電源特性，避免只看「標稱電壓」，模擬最小/最大邊界條件且避免操作在臨界範圍，為設計預留安全餘裕(Margin)。
- 前端電源供電壓變動範圍：來自系統電源或電池組的輸入電壓可能隨時間或負載變化而波動。
- 前端電源導線線阻電壓降：長距離或細規格線材會產生壓降，需納入計算。
- 前端突波電壓殘值：如開關元件或馬達啟動所帶來的暫態高壓。
- 前端EMC濾波器等效寄生組件之 LCR 震鈴與阻抗匹配性震盪：寄生電感與電容會影響Q值及阻抗匹配性所導致的輸入穩定度。

輸出電壓調節型態；非穩定輸出電壓調節型態/有穩定輸出電壓調節型態

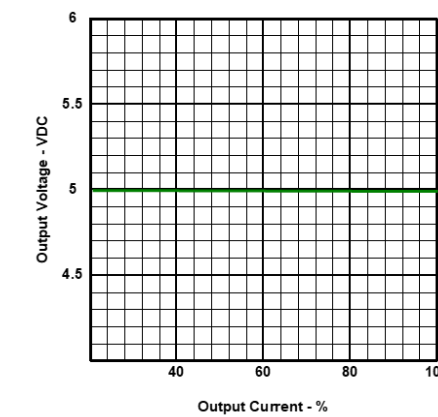
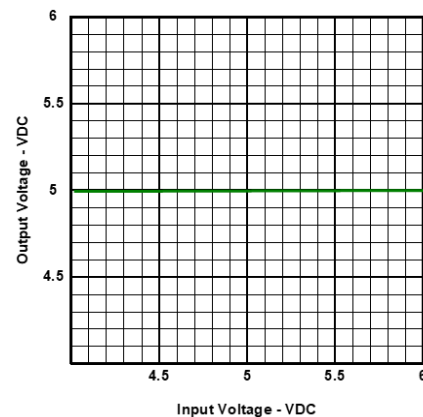
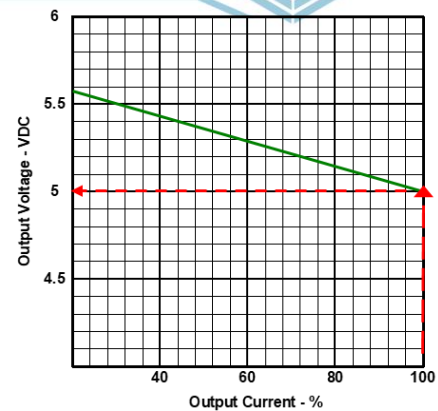
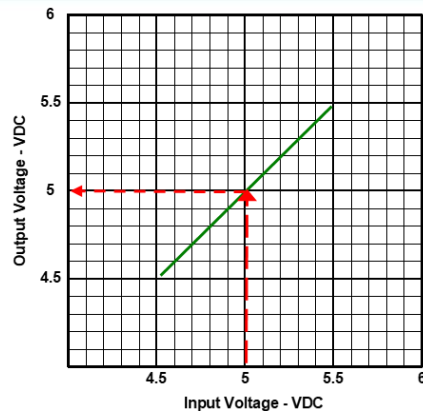
Output Voltage Regulation ; Unregulated or Regulated



圖A. 非穩壓型(Unregulated)輸出電壓調節型態

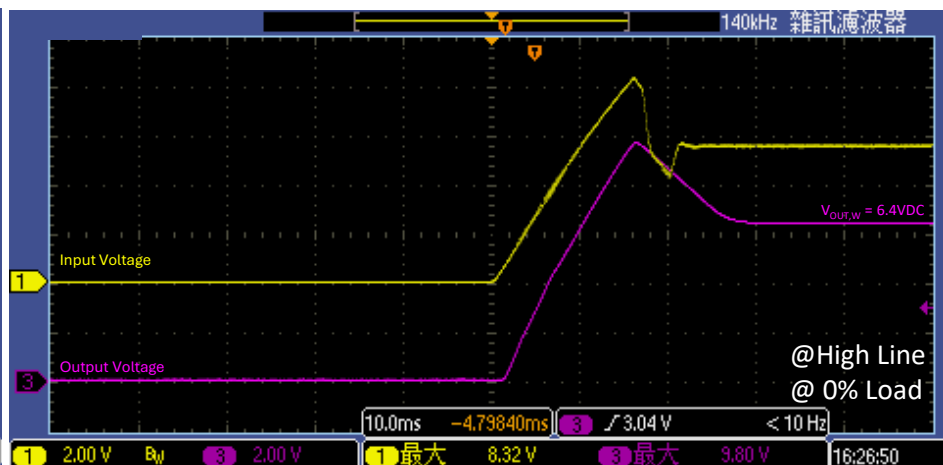
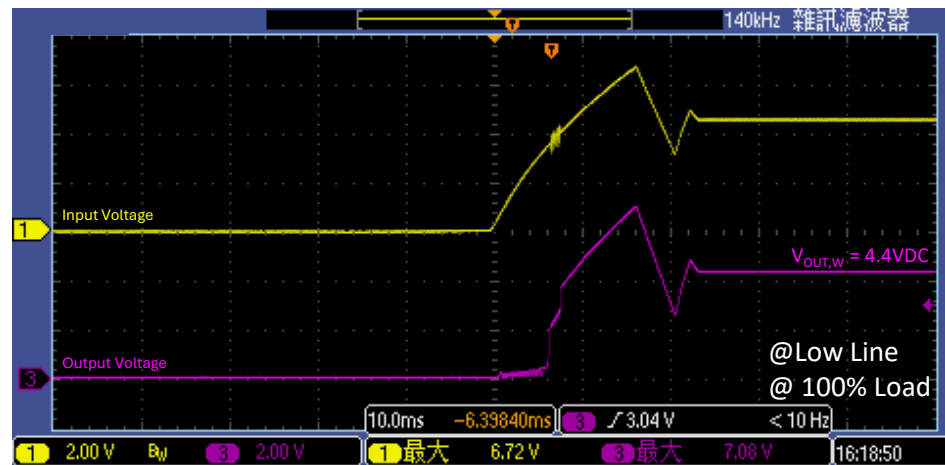
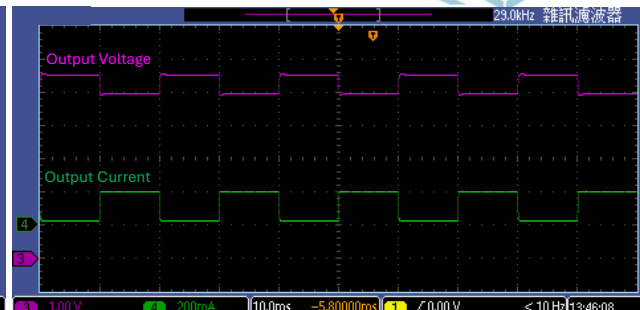
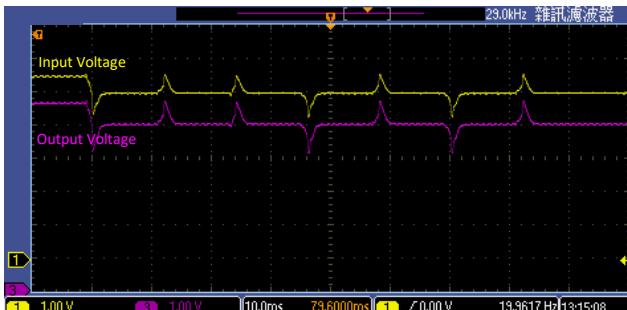
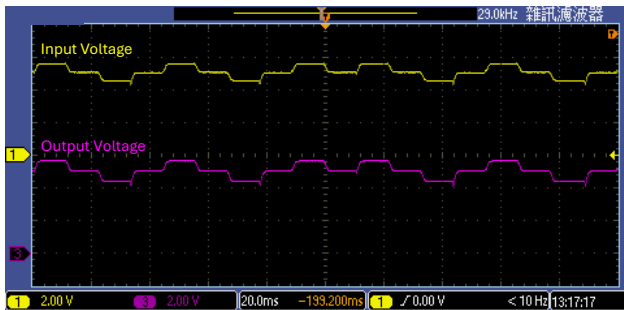


圖B. 穩壓型(Regulated)輸出電壓調節型態



輸出電壓調節型態；非穩定輸出電壓調節型態/有穩定輸出電壓調節型態

Output Voltage Regulation; Unregulated or Regulated



Output Voltage



- 電源轉換器輸出電壓的選擇，需基於後端負載電路的實際需求，常見如標稱輸出電壓 3.3V、5V、12V、15V、24V、48V、54V、±12V、±15V，因應不同應用（數位 IC、通訊模組、工業驅動器）的需求而有所不同。

Model Selection Guide									
Model Number	Input Voltage (Range)	Output Voltage	Output Current	Input Current		Reflected Ripple Current	Over Voltage Protection	Max. capacitive Load	Efficiency (typ.)
			Max.	@Max. Load	@No Load				@Max. Load
	VDC	VDC	mA	mA(typ.)	mA(typ.)	mA(typ.)	VDC	μF	%
MTQZ50-72S05	72 (43 ~ 101)	5	10000	771	50	35	6.2	17000	90
MTQZ50-72S12		12	4170	755	45		15	2950	92
MTQZ50-72S15		15	3330	754	45		18	1900	92
MTQZ50-72S24		24	2080	762	50		30	740	91

額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current



- 「額定最高輸出電流 (Rated Max. Output Current)」定義了電源轉換器所能連續且穩定的向後端負載提供的最高輸出電流。

Model Selection Guide

Model Number	Input Voltage (Range)	Output Voltage	Output Current	Input Current		Reflected Ripple Current	Over Voltage Protection	Max. capacitive Load	Efficiency (typ.)
			Max.	@Max. Load	@No Load				@Max. Load
			mA	mA(typ.)	mA(typ.)				%
MTQZ50-72S05	72 (43 ~ 101)	5	10000	771	50	35	6.2	17000	90
MTQZ50-72S12		12	4170	755	45		15	2950	92
MTQZ50-72S15		15	3330	754	45		18	1900	92
MTQZ50-72S24		24	2080	762	50		30	740	91

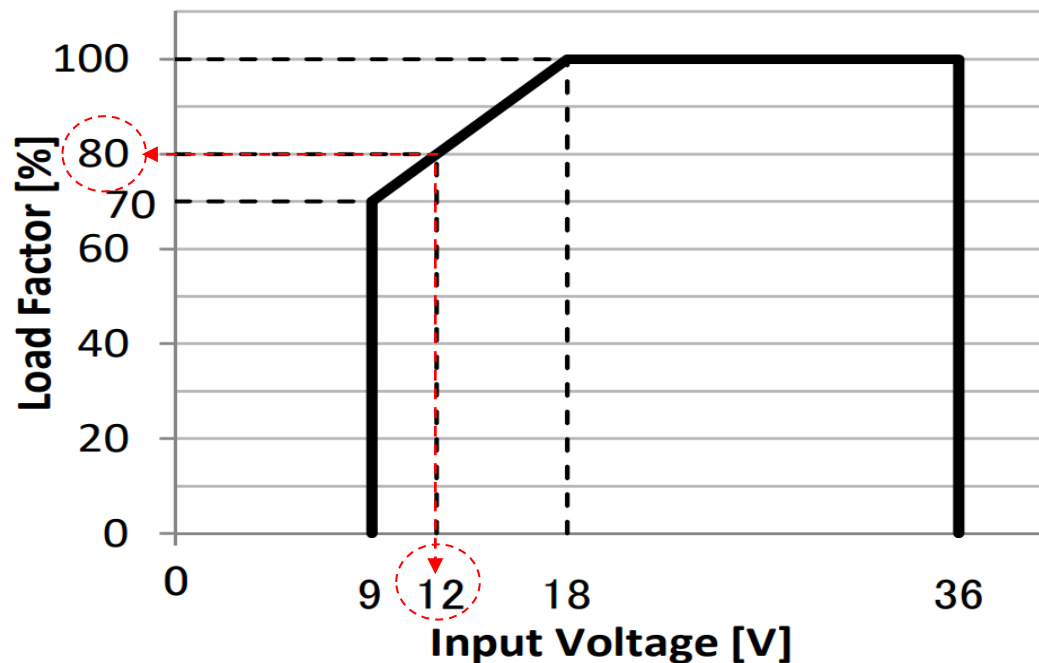
額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current



■ 輸入電壓之額定最高輸出電流降額 (Rated Max. Output Current Derating with Input Voltage)

- 下圖為輸入電壓之額定最高輸出電流降額曲線範例，要注意選型所採用的電源轉換器選型，隨著輸入電壓降低(降電壓)或升高(升電壓)，其額定最高輸出電流值的能力是否會隨之降額。



// IDC(Input Voltage)為輸入電壓之額定最高輸出電流降額係數

額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current



- 輸出電壓調升之額定最高輸出電流降額 (Rated Max. Output Current Derating with Trim Up)
- 若所採用的電源轉換器選型具備輸出電壓調升功能，則額定最高輸出電流值的能力需隨著輸出電壓調升幅度而等比例降。

$$IDC(Trim Up) = 1 \div (100\% + Trim Up \%)$$

以電源轉換器型號MKWI50-24S05為例，輸出電功率50W / 輸出電壓5VDC / 額定最高輸出電流10A

當無論是透過輸出微調功能(Output Trimming)或輸出遙測功能(Remote Sensing)，而將輸出電壓調升10%至5.5VDC時候，

則 $IDC(Trim Up) = 1 \div (100\% + 10\%) = 90.909\%$

因此，源轉換器的可允許最高輸出電流值 = 額定最高輸出電流 $\times$ 降額係數 $IDC(Trim Up) = 10A \times 90.909\% = 9.09A$

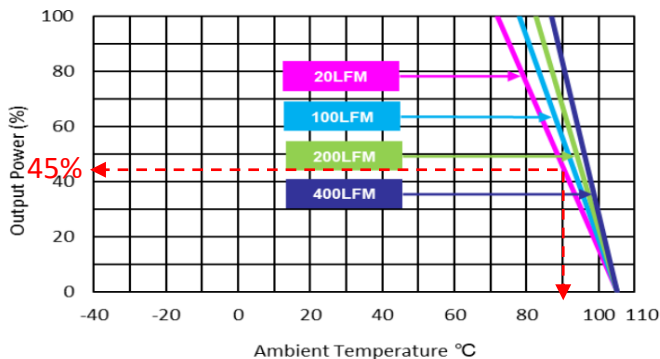
// IDC(Trim Up)為輸出電壓調升之額定最高輸出電流降額係數

額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current

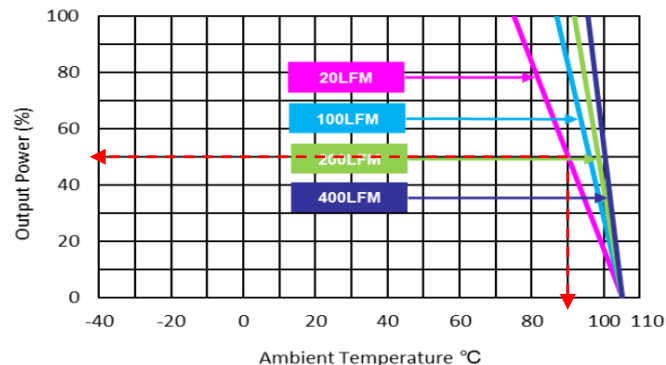
- 操作環境溫度之額定最高輸出電流降額(Rated Max. Output Current Derating with Operating Ambient Temperature)
- 下圖為操作環境溫度之額定最高輸出電流降額曲線，要注意所採用的電源轉換器選型，隨著操作環境溫度增加(溫升)或減少(溫降)、隨著不同風冷流速或流量、不同導散熱器、不同測試電路板，其額定最高輸出電流值的能力是否會隨之降額。

Power Derating Curve



MTQZ50-72S12, MTQZ50-72S15, MTQZ50-110S15

Derating Curve without Heatsink



MTQZ50-72S12, MTQZ50-72S15, MTQZ50-110S15

Derating Curve with Heatsink

// IDC(Thermal) : 為操作環境溫度之額定最高輸出電流降額係數

額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current



- 經同時綜合考慮上述三個環節"額定最高輸出電流、輸入電壓之額定最高輸出電流降額係數、操作環境溫度之額定最高輸出電流降額係數"之後，電源轉換器的最終可允許最高輸出電流值(Max. I_{out,available})，即為：

$$\text{Max. } I_{\text{out,available}} = \text{Max. } I_{\text{out,rated}} \times \text{IDC(Input Voltage)} \times \text{IDC(Trim Up)} \times \text{IDC(Thermal)}$$

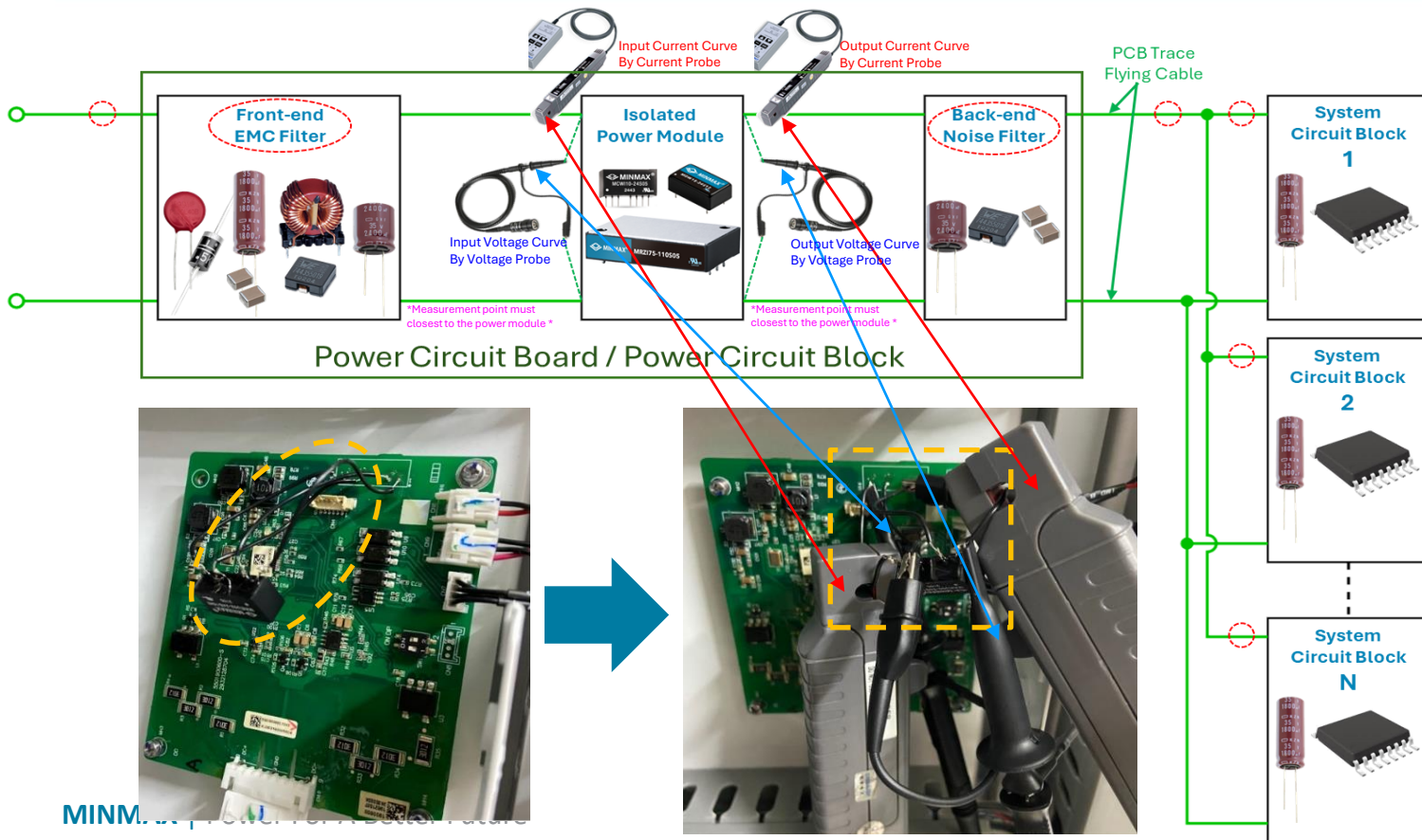
// IDC(Input Voltage): 輸入電壓之額定最高輸出電流降額係數

// IDC(Trim Up): 輸出電壓調升之額定最高輸出電流降額係數

// IDC(Thermal): 操作環境溫度之額定最高輸出電流降額係數

額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current

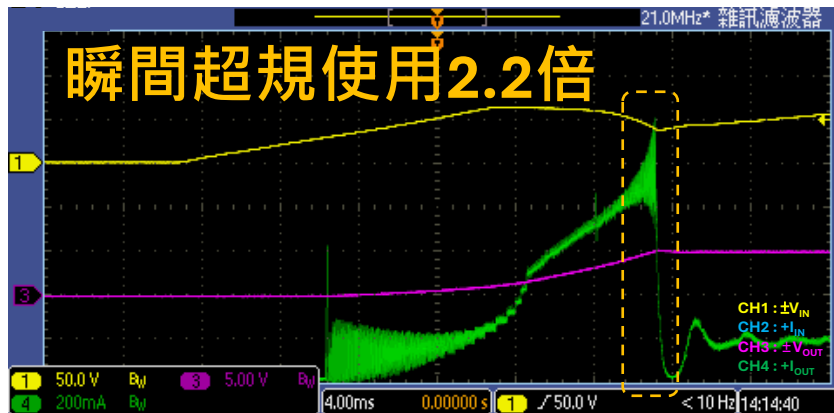


** Any  is wrong location for measurement

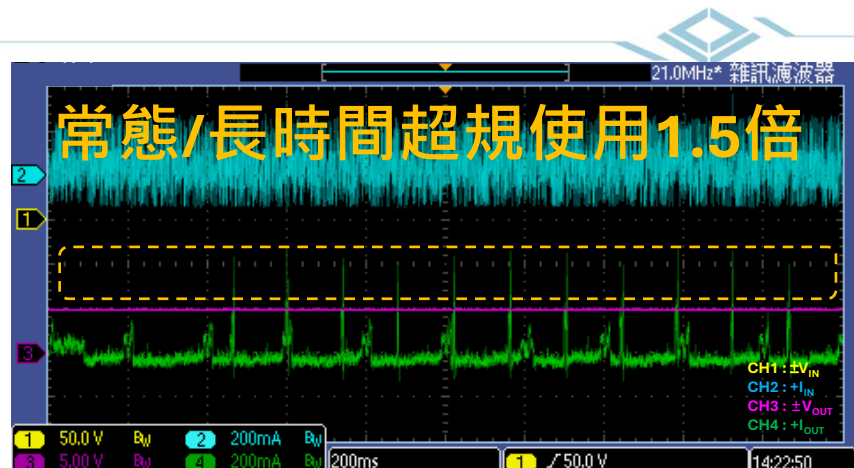
額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current

日本客戶
智慧攝影系統

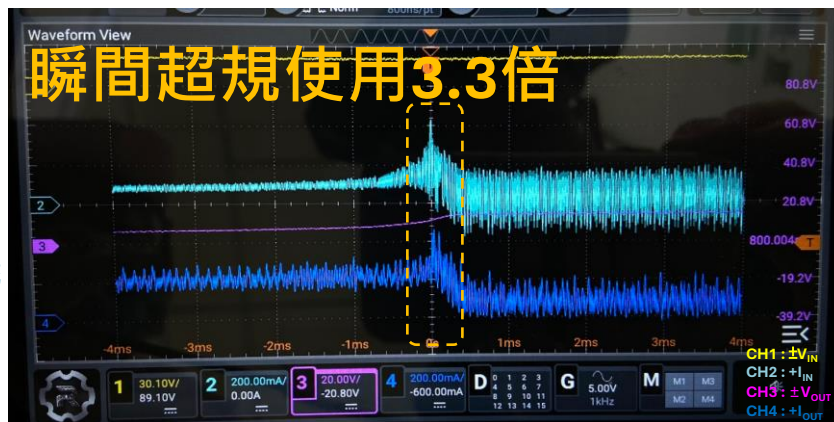


客戶系統啟動瞬間運作@攝像頭系統啟動瞬間

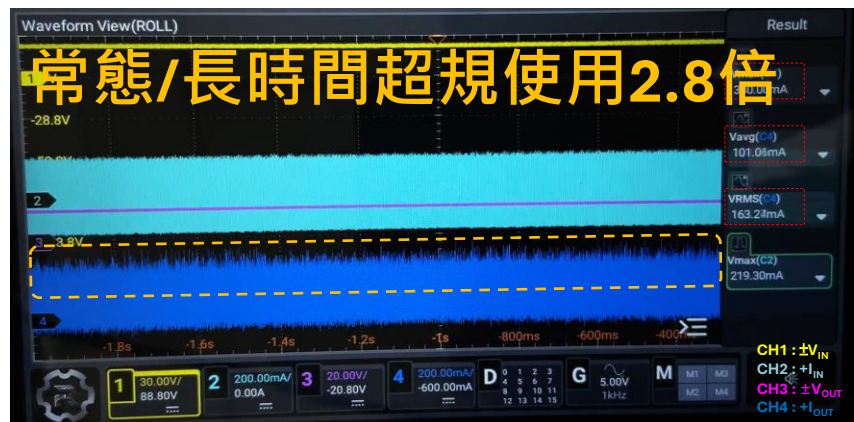


客戶系統持續性常態運作@攝像頭每0.2秒處理一次圖元並傳輸資料, 每5秒寫入SD卡

德國客戶
電動車充電系統
之
電氣隔離檢測系統



客戶系統開機瞬間運作@電氣隔離檢測系統啟動瞬間

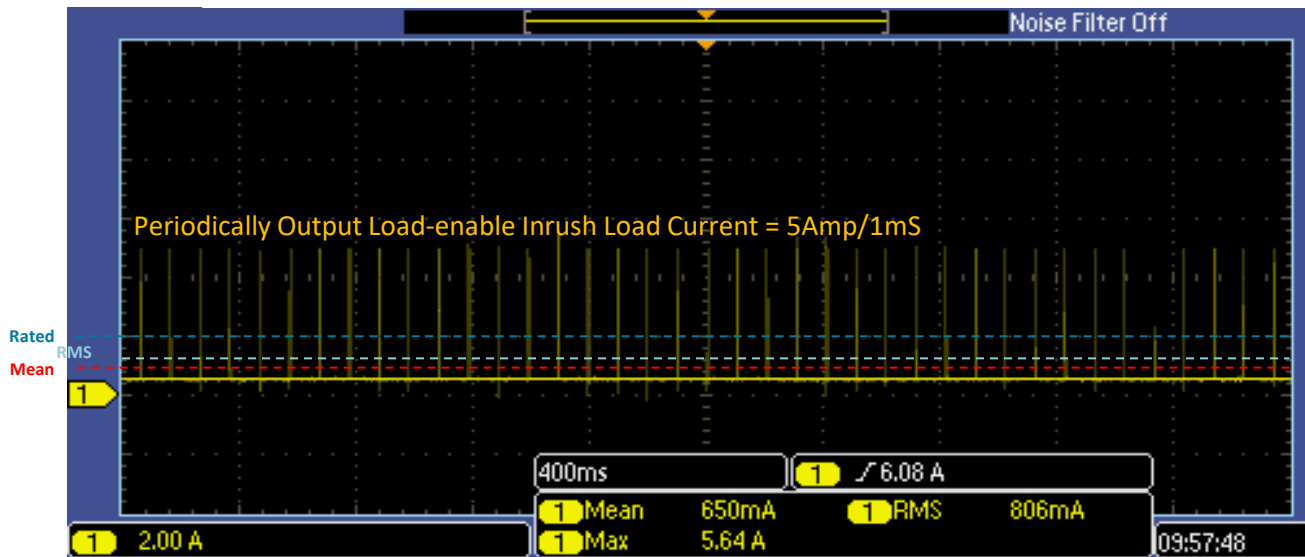


客戶系統持續性常態運作@電氣隔離檢測系統每1mS執行偵測一次

額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current

- 任何超出最大輸出電流值，即使是很短的時間區間，使得整體時間軸的平均值(Mean) 以及 有效值(RMS)都在電源轉換器的最高輸出電流規格值之內，也仍視為超出允許規格值的運行條件。
- 絕對不能僅依循負載規格書中所標示的工作電流值，亦或者是電流錶所量測的平均值(Mean)或有效值(RMS)，就視為後端負載系統的最高負載需求電流值。



Rated = 2Amp , Mean = 0.65Amp , RMS = 0.81Amp

額定最高輸出電流

Rated Max. Output Current

- 客戶必需要確保該選型電源轉換器的最終可允許最高輸出電流值(Max. I_{out,available})，仍必須高於後端負載系統的最高負載需求電流值。

$$\text{Max. } I_{\text{out,available}} > \text{Max. } I_{\text{system,required}}$$

額定最高輸出電容性負載電容值

Rated Max. Output Capacitive Load



- 電源轉換器的額定最高輸出電容性負載電容值，定義了電源轉換器輸出後端所有並聯連接負載電容器 (包含濾波電容、去耦 MLCC、大電解電容.,等)的最高總電容上限值。

Model Selection Guide

Model Number	Input Voltage (Range)	Output Voltage	Output Current	Input Current		Reflected Ripple Current	Over Voltage Protection	Max. capacitive Load	Efficiency (typ.)
			Max.	@Max. Load	@No Load				@Max. Load
	VDC	VDC	mA	mA(typ.)	mA(typ.)	mA(typ.)	VDC	μF	%
MTQZ50-72S05	72 (43 ~ 101)	5	10000	771	50	35	6.2	17000	90
MTQZ50-72S12		12	4170	755	45		15	2950	92
MTQZ50-72S15		15	3330	754	45		18	1900	92
MTQZ50-72S24		24	2080	762	50		30	740	91



- 使用者可以藉由外部信號(電子或機械開關，或直接電壓控制)，並透過遠端開關控制功能腳位元，來控制電源轉換器是要啟動或關斷的運行狀態。
- 遠程開關控制功能的控制邏輯模式通常有兩種：
 - ▶ 正邏輯 (Positive Logic, Standard)
 - 高電壓準位(3.5V ~ 12V)或開路 → 電源轉換器啟動運行狀態
 - 低電壓準位(0 ~ 1.2V)或短路 → 電源轉換器關斷運行狀態
 - ▶ 負邏輯 (Negative Logic, Option)
 - 高電壓準位(3.5V ~ 12V)或開路 → 電源轉換器關斷運行狀態
 - 低電壓準位(0 ~ 1.2V)或短路 → 電源轉換器啟動運行狀態

Remote On/Off Control							
Parameter		Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
Positive logic (Standard)		Converter On	3.5V ~ 12V or Open Circuit				
		Converter Off	0V ~ 1.2V or Short Circuit				
Negative logic (Option)		Converter On	0V ~ 1.2V or Short Circuit				
		Converter Off	3.5V ~ 12V or Open Circuit				
Positive logic	Control Input Current	Converter On	Vctrl = 5.0V	---	---	0.5	mA
		Converter Off	Vctrl = 0V	---	---	-0.5	mA
Negative logic	Control Input Current	Converter On	Vctrl = 0V	---	---	-0.5	mA
		Converter Off	Vctrl = 5.0V	---	---	0.5	mA
Control Common		Referenced to Negative Input					
Standby Input Current		Nominal Vin		---	3	---	mA

異常運行保護機制

Abnormal Operation Protection Mechanisms

- 電源轉換器在系統長年實際運行過程中，隨時可能需面對輸入電壓異常、輸出電流超額、輸出端發生短路、輸出電壓過高、以及各種複合因素而導致電源轉換器本體溫度過高.,等各種潛在風險。
- 電源轉換器通常自身內建多種異常運行保護機制，以確保電源轉換器本身與後端系統負載不會因異常運行而損毀：



一/二次側隔離耐受電壓 & 絕緣系統等級

I/O Isolation Voltage & Insulation System Level



- 電源轉換器的一/二次側隔離電壓 (I/O Isolation Voltage) 與 絕緣系統等級 (Insulation System Level) 是確保一次側 (Primary Side) 與二次側 (Secondary Side) 兩者之間在異常狀況下仍能維持安全的重要參數。不同電源轉換器選型會提供自身不同的隔離電壓與絕緣系統等級，因此必須根據系統應用需求來正確選型。

General Specifications					
Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I/O Isolation Voltage	Reinforced Insulation, Rated For 60 Seconds	3000	---	---	VAC
Isolation Voltage Input/Output to case		1500	---	---	VDC

絕緣等級	說明	應用範圍
Functional Insulation	僅提供電路功能所需的基本隔離，不具電擊保護能力。	低風險系統內部訊號傳遞
Basic Insulation	一層基本防護，具最小程度電擊保護。	一般接地系統、需額外保護措施
Supplementary Insulation	附加於基本絕緣之上的第二層保護。	強化一般應用的失效保護能力
Double Insulation	基本 + 輔助絕緣的組合，提供完整防護。	無接地可用設備
Reinforced Insulation	一層絕緣結構提供與Double等效防護等級。	醫療、工控、通訊隔離首選



- 不同應用領域對電源轉換器的安全規範認證與產業標準認可要求各不相同。
- 系統工程師在選型時，必須根據系統最終應用區域、場合以及設備類型，確認所需認證是否齊備。

Safety Standards	cUL/UL 60950-1, IEC/EN 60950-1, EN 50155, IEC60571
	UL/cUL 62368-1 recognition(UL certificate), IEC/EN 62368-1(CB-report)

Safety Standards	ANSI/AAMI ES60601-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60601-1
	IEC/EN 60601-1 3.2 Edition 2xMOPP
Safety Approvals	ANSI/AAMI ES60601-1 2xMOPP recognition(UL certificate), IEC/EN 60601-1 3.2 Edition(CB-report)



電源轉換器之應用技術注意環節

- 導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節
- 規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制
- 規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制

- 導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節
- 規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制
- 規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制

導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節



- 電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動 · 變動幅度 與 後果:
 - 輸入電壓變動幅度仍在電源轉換器額定輸入電壓範圍之內 → 電源轉換器輸出電壓非預期性暫態偏差
 - 輸入電壓變動幅度已低於電源轉換器額定輸入電壓範圍 → 電源轉換器非預期性欠電壓關斷 & 同供電母線任一並聯電路非預期性欠電壓關斷
 - 輸入電壓變動幅度已高於電源轉換器額定輸入電壓範圍 → 電源轉換器非預期性過電壓(擊穿)損毀 & 同供電母線任一並聯電路非預期性過電壓(擊穿)損毀

導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節

呈現高Q值之振鈴/諧振網路

- 前端PSU內部輸出側
- 前端外掛EMC濾波器
- 前端長距離電源導線
- 電源模組內部輸入側

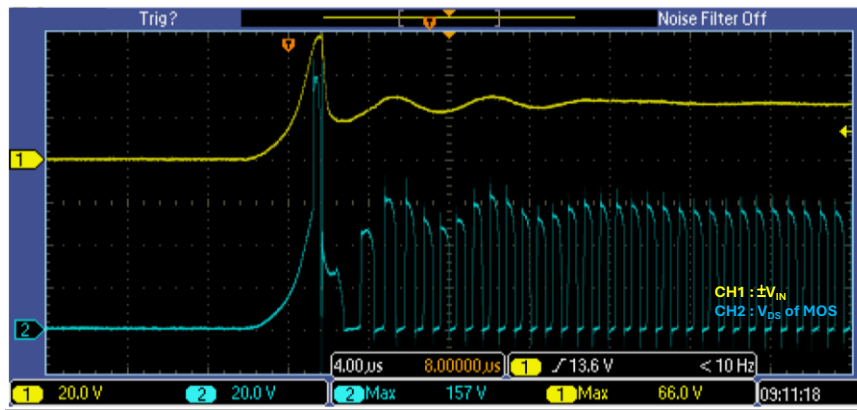
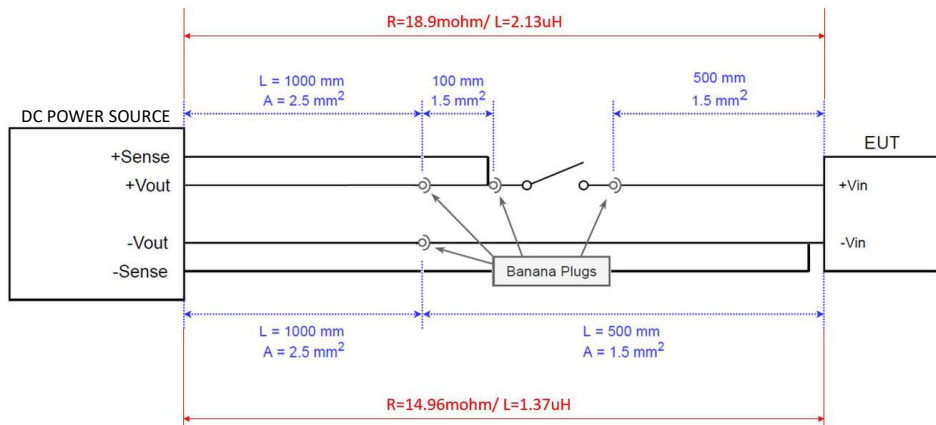


陡變輸入電流

- 熱插拔式供電(空開式器件、震動式接觸)
- 同供電母線任一並聯電路之工作模式改變
- 電源模組輸出端任一並聯電路之工作模式改變



振鈴(Ring)/諧振
衰減式震盪



導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節

呈現高Q值之振鈴/諧振網路

- 前端PSU內部輸出側
- 前端外掛EMC濾波器
- 前端長距離電源導線
- 電源模組內部輸入側

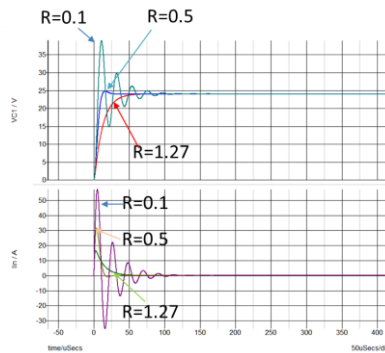
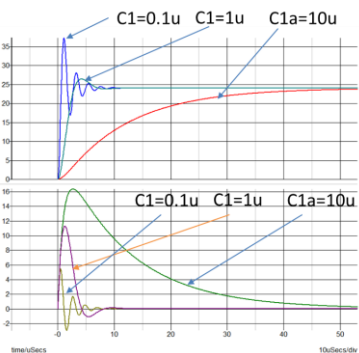
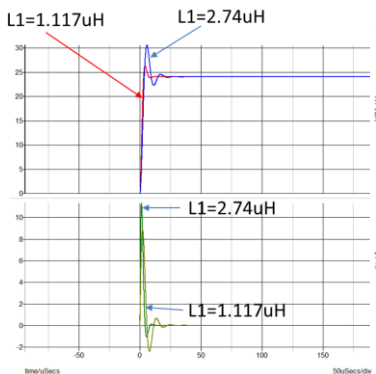
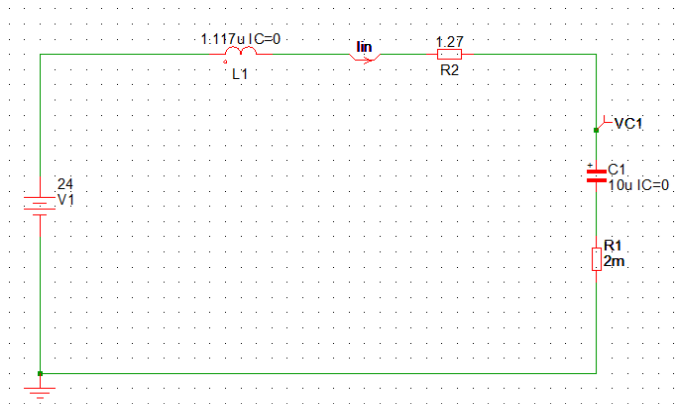


陡變輸入電流

- 熱插拔式供電(空開式器件、震動式接觸)
- 同供電母線任一並聯電路之工作模式改變
- 電源模組輸出端任一並聯電路之工作模式改變



振鈴(Ring)/諧振
衰減式震盪



• 串聯 RLC 共振 (series)

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$
$$Q_{\text{series}} = \frac{1}{R} = \frac{1}{\omega_0 RC}$$

- 適用於：以「L串、C對地」的輸入低通段，且把所有在共振回路中串行看到的損耗加總為 R

導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節



輸出阻抗

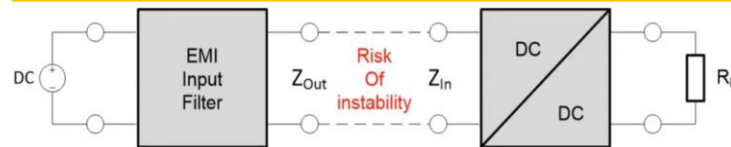
- 前端外掛EMC濾波器
- 前端長距離電源導線



輸入阻抗

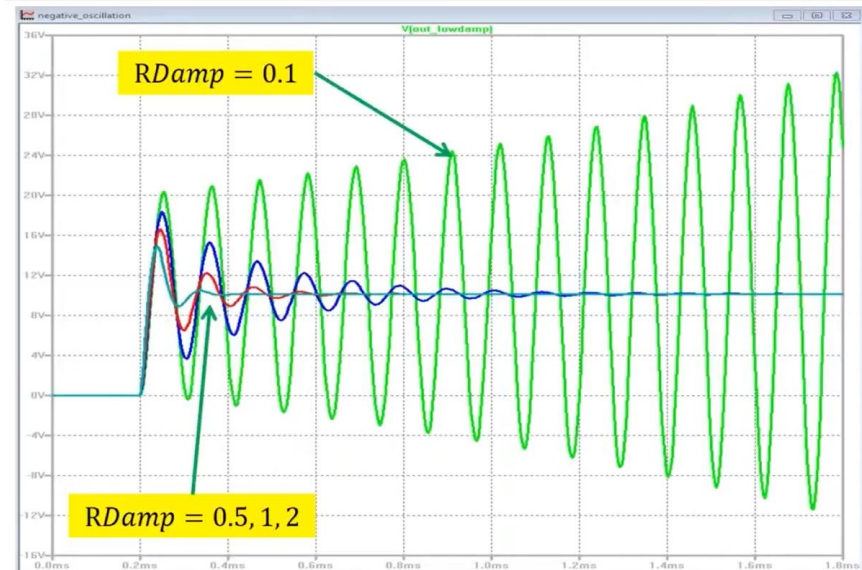
- 電源模組內部輸入側

兩者阻抗不匹配程度不夠



不穩定網路
共振
持續式震盪

Checking the Impedance Condition



導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節

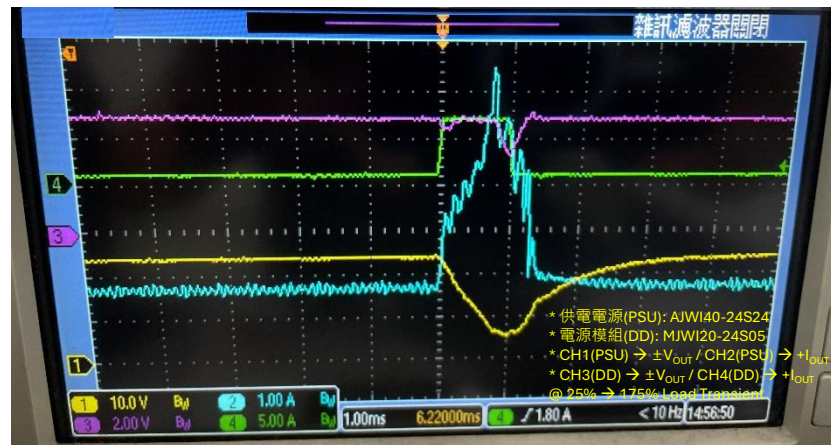
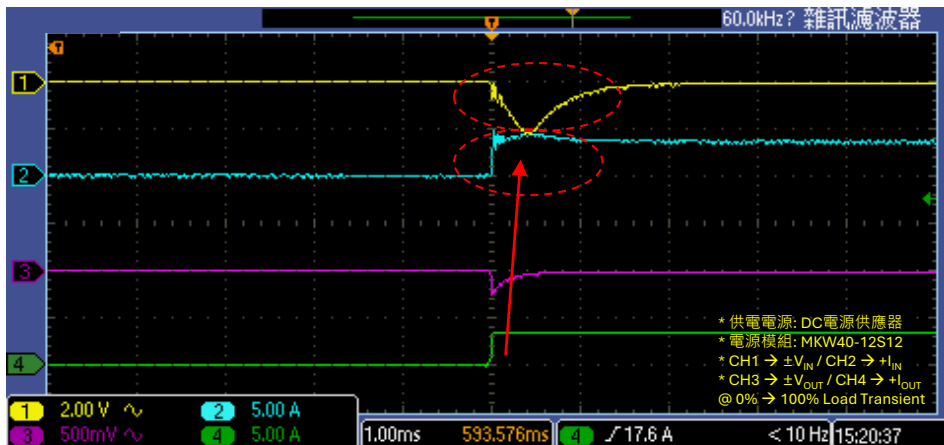


陡變輸入電流

- 同供電母線任一並聯電路之工作模式改變
- 電源模組輸出端任一並聯電路之工作模式改變
- 電源模組輸出端呈現OCP 或 SCP之Hiccup Mode保護機制



前端PSU
輸出電壓暫態偏差



導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節

高串聯ESR值

- 前端外掛EMC濾波器
- 前端長距離電源導線
- 前端外掛功能電路之串聯路徑元器件 (Eg. Diode, MOSFET, NTC., etc.)
- 前端外掛串聯路徑元器件與接點老化



陡變輸入電流

- 同供電母線任一並聯電路之工作模式改變
- 電源模組輸出端任一並聯電路之工作模式改變
- 電源模組輸出端呈現OCP 或 SCP之Hiccup Mode保護機制



前端PSU
輸出電壓暫態偏差
X
陡變壓降效應
之
雙加乘效應



改善方向



■ 滿足系統規格設計需求為前提之下：

- **避免:** 輸入側整體振鈴網絡呈現高Q值 → 而當發生陡變輸入電流時，造成嚴重的振鈴(Ring)/諧振衰減式震盪
- **改善:** 外加阻尼電路(Damping Circuit)

- **避免:** 前端EMC濾波器輸出阻抗 與 電源轉換器輸入阻抗之兩者阻抗交越(不匹配性程度不足) → 形成不穩定共振網絡，造成自發性共振與持續性震盪
- **改善:** 外加阻尼電路(Damping Circuit)

- **避免:** 陡變輸入電流 → 造成嚴重的前端PSU輸出電壓暫態偏差
- **改善:** 負載需求點就地供電

- **避免:** 高串聯ESR值 與 陡變輸入電流 → 前端PSU輸出電壓暫態偏差 X 陡變壓降效應之雙加乘效應
- **改善:** 負載需求點就地供電

- 導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節
- 規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制
- 規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制

導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節



- 電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動，變動幅度 與 後果:
 - 輸出電壓變動幅度已低於後端系統負載額定供電範圍 → 後端系統負載非預期性欠電壓關斷
 - 輸出電壓變動幅度已高於後端系統負載額定供電範圍 → 後端系統負載非預期性過電壓(擊穿)損毀

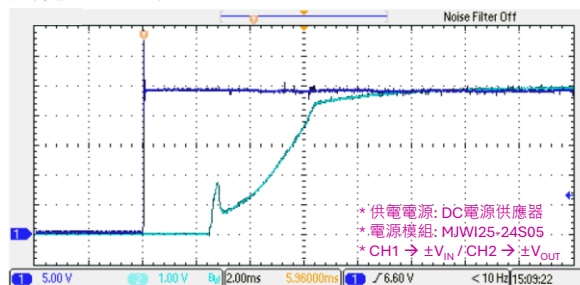
導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節

陡變輸出電流

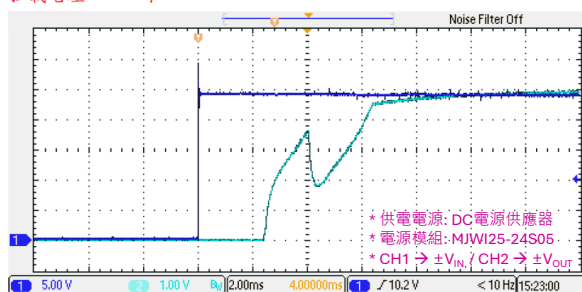
- 電源模組輸出端任一並聯電路之工作模式改變
- 熱插拔式供電(空開式器件、震動式接觸)

輸出電壓暫態偏差
或
輸出電壓截止(電源轉換器過電流保護機制)
或
電源轉換器過電流(內部發熱元器件)熱損毀

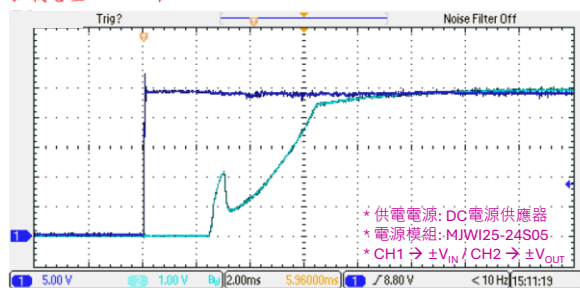
拉載電壓= 1.536V / Full Load



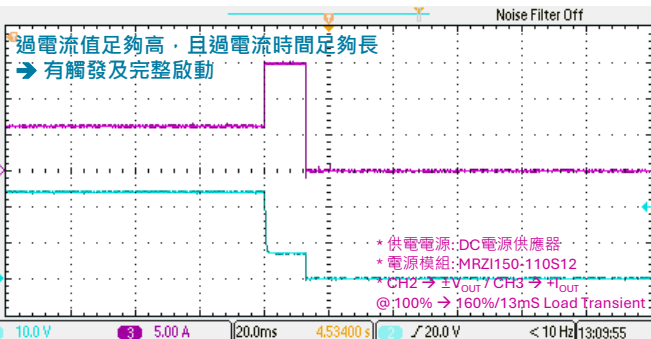
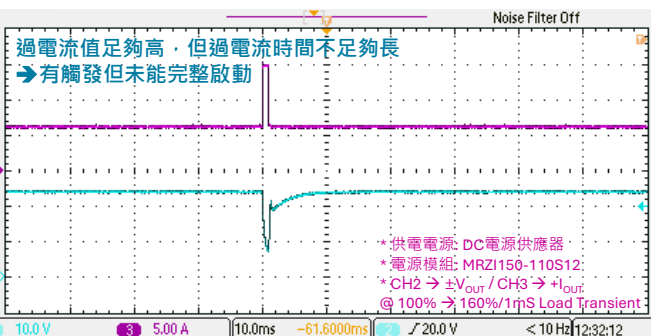
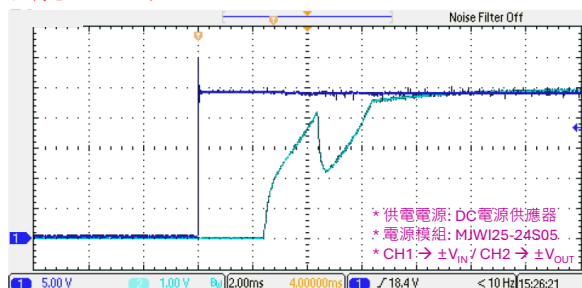
拉載電壓= 3.52V / Full Load



拉載電壓= 2.048V / Full Load



拉載電壓= 4.03V / Full Load



導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節

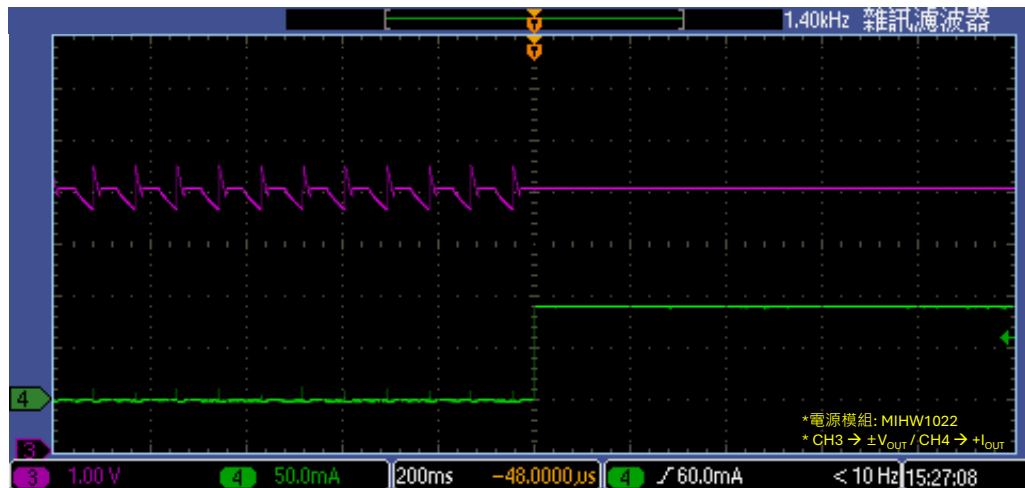


最低輸出電流

- 電源模組輸出電流未滿足最低輸出電流需求



輸出電壓
持續性間歇



- 電源模組輸出電流未滿足最低輸出電流需求

輸出電壓
持續性間歇



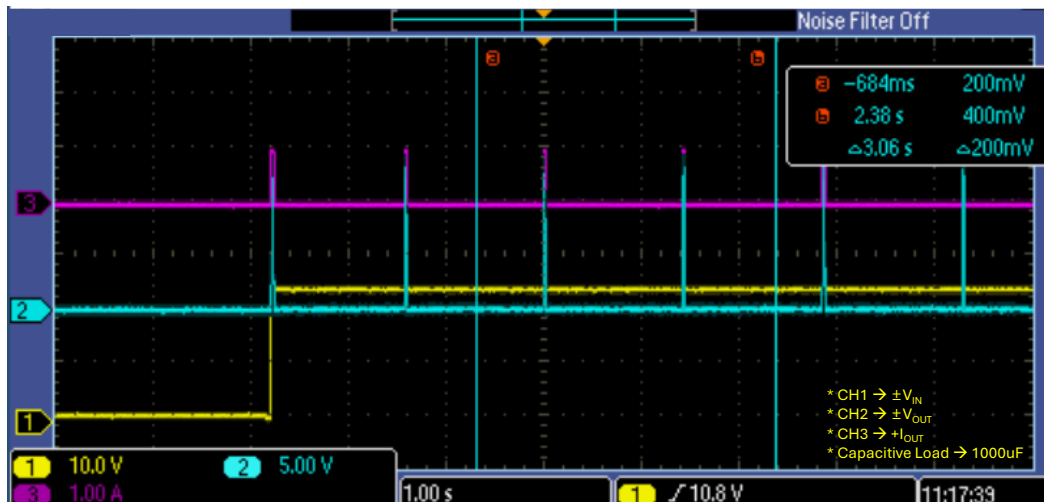
導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節

最高輸出電容性負載電容值

- 電源模組低輸出電容值超出最高輸出電容性負載電容值



輸出電壓
截止 or 打嗝模式
(電源轉換器過電流保護機制)



Model Selection Guide

Model Number	Input Voltage (Range)	Output Voltage	Max. capacitive Load
	VDC	VDC	μ F
MTQZ50-72S05	72 (43 ~ 101)	5	17000
MTQZ50-72S12		12	2950
MTQZ50-72S15		15	1900
MTQZ50-72S24		24	740

導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節

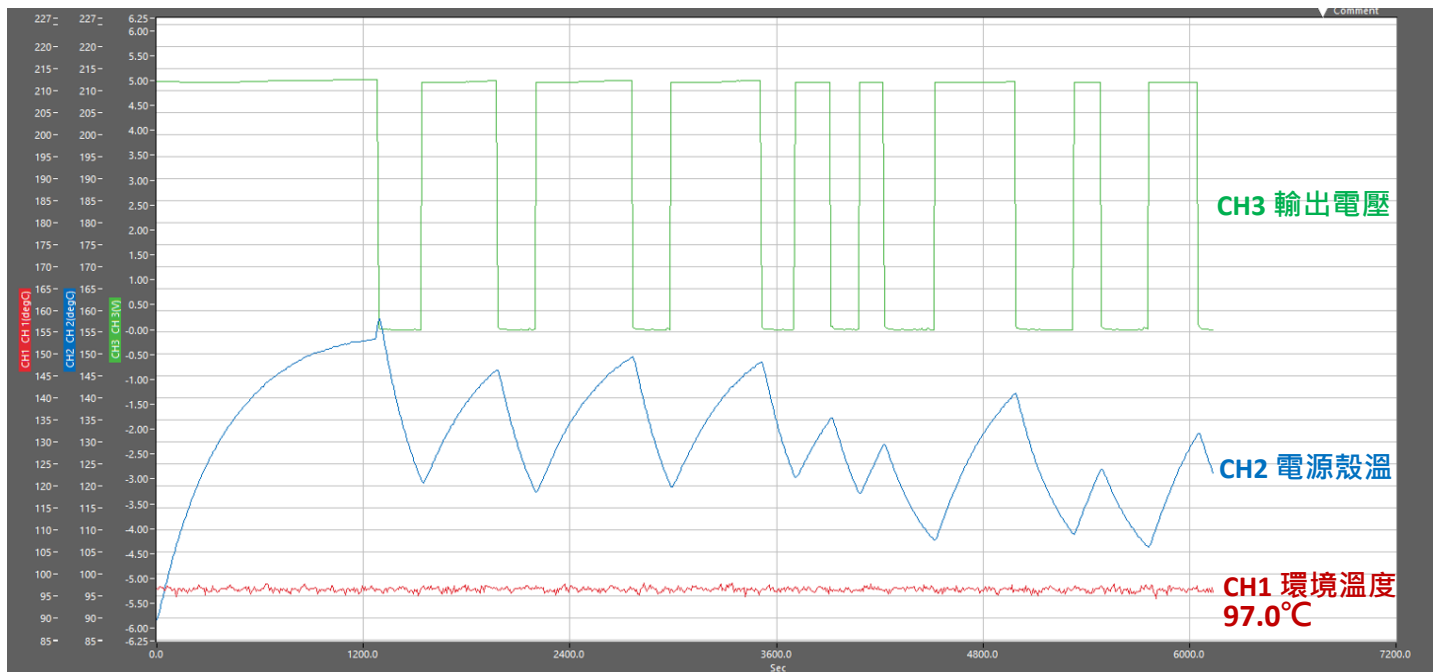


電源模組內部發熱元器件本體溫度過高OTP 或 熱損毀

- 電源模組操作環境溫度過高
- 電源模組輸出電流過高



輸出電壓
截止 or 持續性震盪



改善方向



■ 滿足系統規格設計需求為前提之下：

- **避免:** 陡變輸出電流 → 造成嚴重的電源轉換器輸出電壓暫態偏差 & 輸出電壓截止(過電流保護) & 熱損毀(內部元器件)
- **改善:** 負載需求點就地供電

- **避免:** 未滿足最低輸出電流需求 → 輸出電壓持續性間歇
- **改善:** 外掛假電阻性負載

- **避免:** 超出最高輸出電容性負載電容規格值 → 輸出電壓截止 or 打嗝模式(過電流保護機制)
- **改善:** 外掛湧浪電流抑制電路(NTC, Soft-Start Circuit., etc.)

- **避免:** 電源轉換器內部發熱元器件本體溫度過高OTP 或 熱損毀 → 輸出電壓截止 or 持續性震盪(過溫度保護)
- **改善1:** 提升電源轉換器對外的導/散熱熱傳能力(降低熱阻) · 進而減少直至熱穩態期間中 · 殘餘在電源轉換器內部發熱元器件本體身上的累積焦耳熱能量(Joule)
- **改善2:** 減少單位空間中具有兩個(含)以上發熱源的熱流足跡重疊程度(Thermal Flow Footprint Pattern Coupling) · 進而降低單位空間中的熱耗熱功率 · 即同樣能減少直至熱穩態期間中 · 殘餘在電源轉換器內部發熱元器件本體身上的累積焦耳熱能量(Joule)

- 導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節
- 規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制
- 規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制

導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節

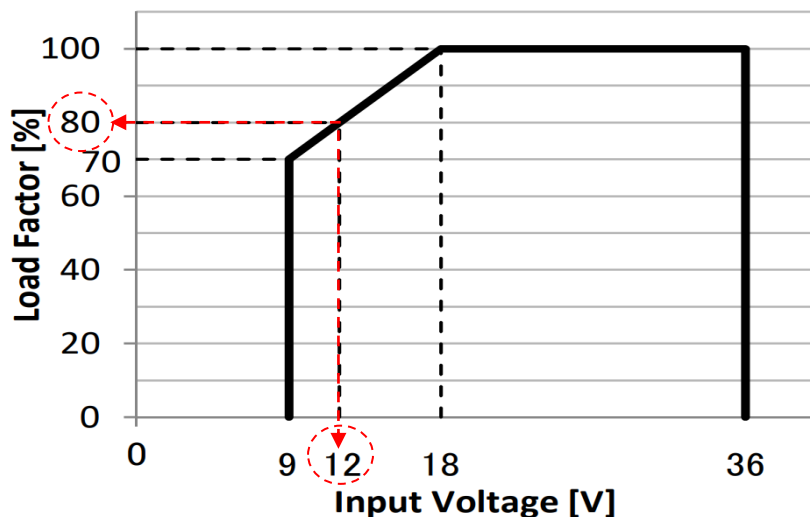


輸入電壓降額(Input Line Derating)

- 前端PSU的輸出電壓本身就已經電源模組輸入電壓降額範圍(Input Line Derating)
- 輸入電壓跌落
- 前端PSU輸出電壓暫態偏差
- 陡變壓降效應
- 前端PSU輸出電壓暫態偏差 X 陡變壓降效應之雙加乘效應



輸出電流能力受限



導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節



輸出電壓往上調整

- 電源模組之輸出電壓往上調整 (Trim Up & Sensing)



輸出電流能力受限

Trim Up / Down Range (See Page 7)	% of Nominal Output Voltage	Other Models	---	---	±10	%
		54Vo Output	---	---	+5 / -15	%

Notes

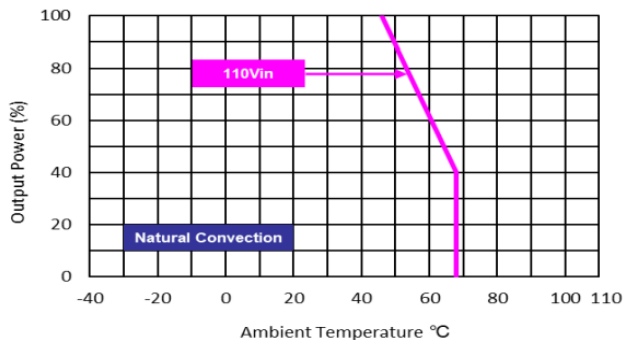
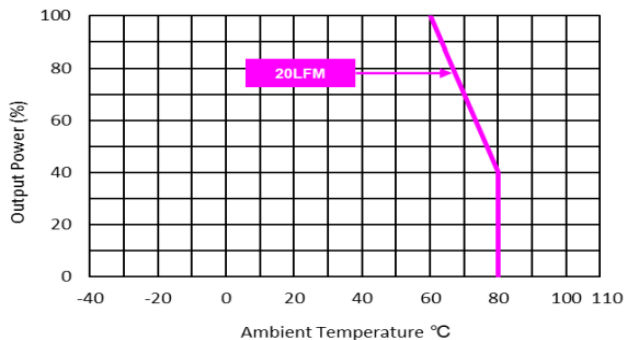
- 7 Do not exceed maximum power specification when adjusting output voltage.

維持溫度在SOA

- 電源模組之操作環境溫度
- 電源模組之操作外殼溫度



輸出電流能力受限



導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節

輸入電壓變動幅度超出額定範圍

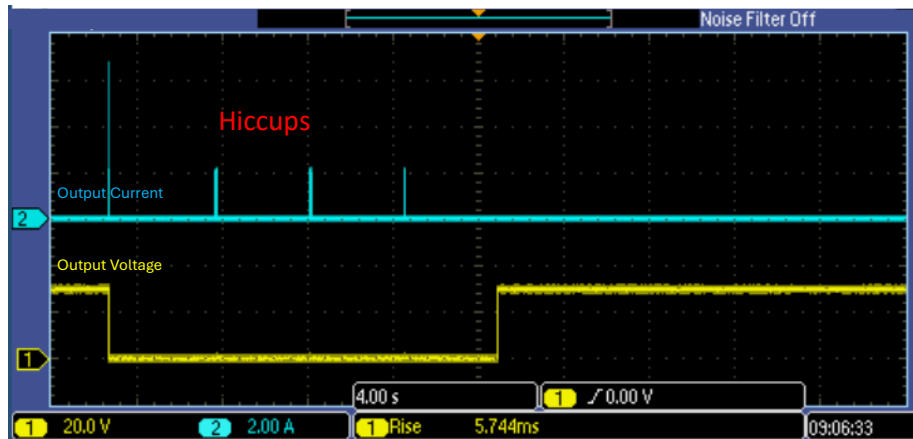
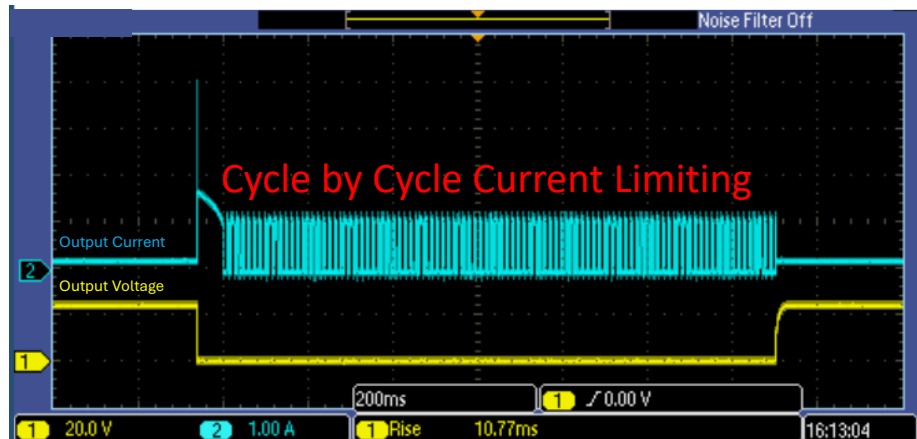
- 輸入電壓變動幅度已低於電源轉換器額定輸入電壓範圍 → 電源轉換器非預期性欠電壓關斷
- 輸入電壓變動幅度已高於電源轉換器額定輸入電壓範圍 → 電源轉換器非預期性過電壓(擊穿)損毀

輸出電壓截止
輸出電流無法供應

輸出電流過高

- 電源模組輸出電流過高
 - 觸發輸出過電流保護機制(OCP)
 - 觸發輸出短路保護機制(SCP)

輸出電壓截止
輸出電流無法供應



導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節

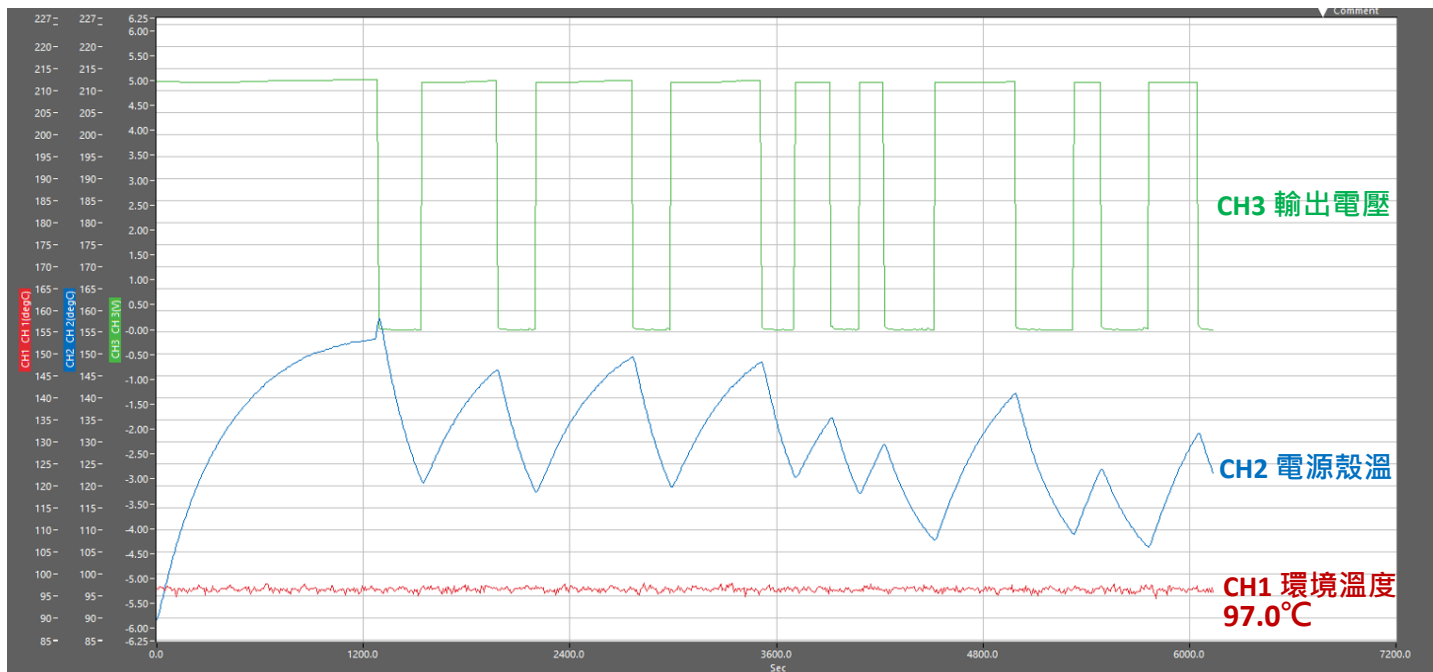


電源模組內部發熱元器件本體溫度過高OTP 或 熱損毀

- 電源模組操作環境溫度過高
- 電源模組輸出電流過高

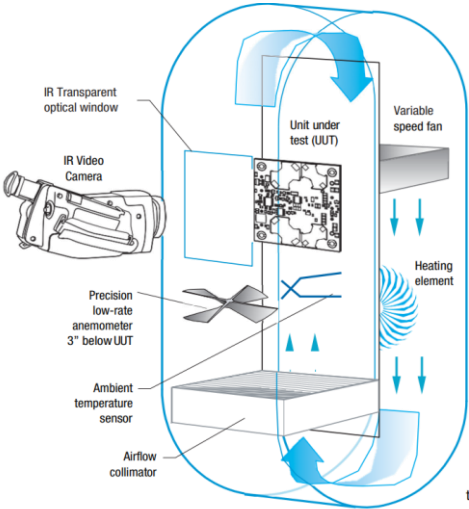
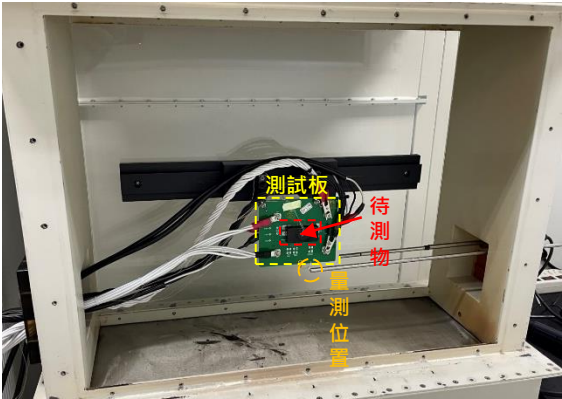
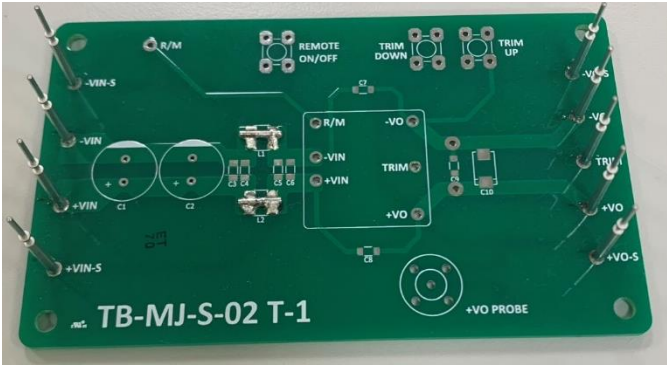
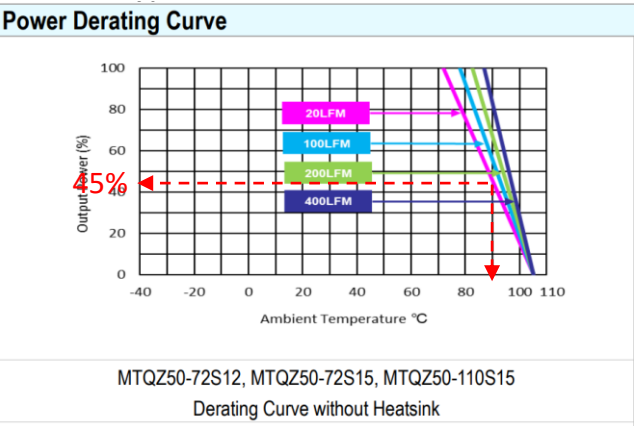


輸出電壓
截止 or 持續性震盪
輸出電流無法正常供應



- 導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節
- 規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制
- 規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制

規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制



規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制



編號	影響因子/影響環節	客戶場景	MINMAX場景	客戶 vs. MINMAX場景
1	系統電路板層板數量 (PCB Layers)	多層板	雙面板	不相同
2	系統板電路佈線 (Schematic PCB Layout)	客戶系統板	原廠測試板	不相同
3	輸入電壓 (Input Voltage)	可能非中心輸入電壓	中心輸入電壓	很可能不相同
4	電源模塊輸出端負載型式 (Output Load Current Type)	主動式電子元器件(如: 芯片)	電子負載	不相同
5	電源模塊輸出端負載電流狀態 (Output Load Current Status)	可能處於動態負載電流	完全穩定/恆定負載電流	不相同
6	發熱源 (Thermal Source)	不僅只有電源轉換器	僅只有電源轉換器	不相同
7	流體速度 (Fluid Velocity)	未知	依據規格書定義	很可能不相同
8	流體流動路徑阻礙物 (Fluid Flow-path Obstruction)	存在	不存在	不相同
9	流體路線平穩度 (Fluid Flow-path Smoothness)	不平穩	平穩	不相同

*** 當客戶場景與MINMAX場景之間的差異性越大(越嚴苛程度)，則規格書中的降額曲線直接參考性就越低 ***

改善方向



■ 滿足系統規格設計需求為前提之下：

1. 不得超過規格書的最大殼溫限制值

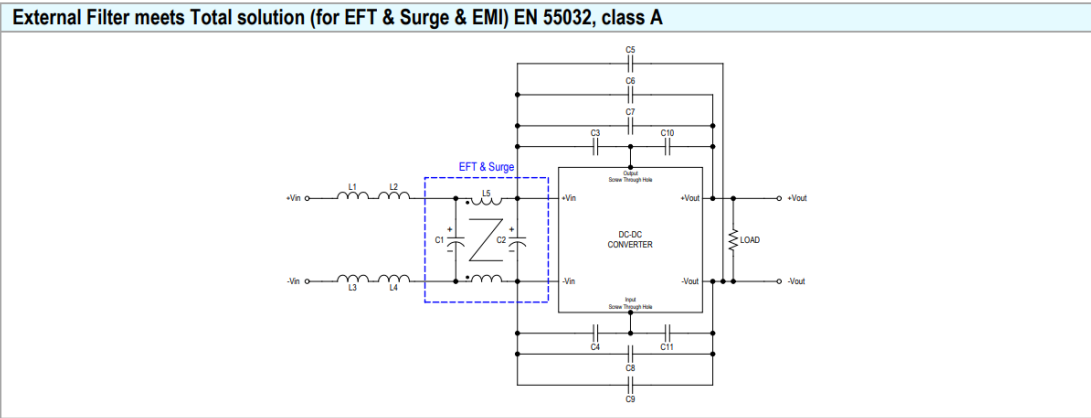
Environmental Specifications					
Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Baseplate Temperature Range		-40	---	+105	°C

2. 聯繫tech-support@minmax.com.tw取得進一步技術協助

- 導致電源轉換器輸入電壓(V_{IN})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電壓(V_{OUT})非預期性變動的原因/環節
- 導致電源轉換器輸出電流(I_{OUT})能力受限 & 無法供應的原因/環節
- 規格書中的操作環境溫度之額定最高輸出電功率降額曲線的使用限制
- 規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制

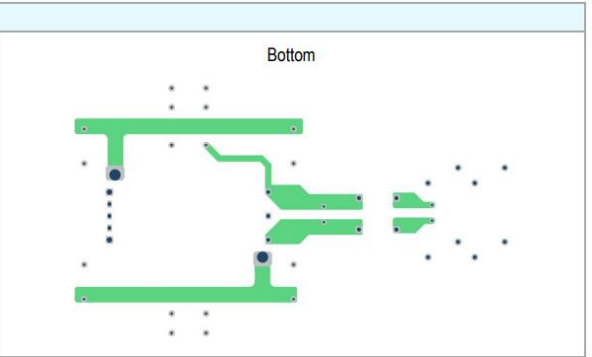
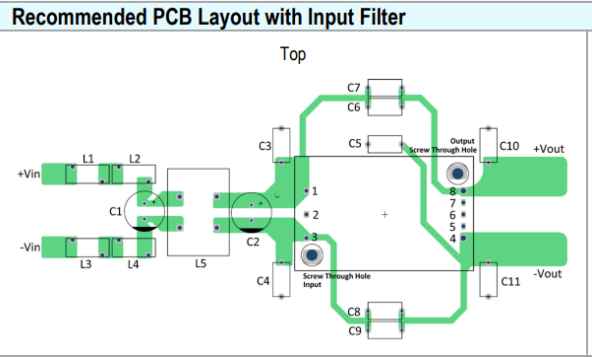
規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制

MRZI100 Series - EMC Notes



Model	L1, L2, L3, L4	C1, C2	L5	C3, C4, C10, C11	C5	C6, C9	C7, C8
MRZI100-110S05	2μH/5A	150μF/200V	9mH/5A	470pF/Y1 Cap.	2200pF/Y1 Cap.	---	4700pF/Y1 Cap.
MRZI100-110S12	7847111020	CHEMI-CON KXJ Series	7448030509				
MRZI100-110S15							

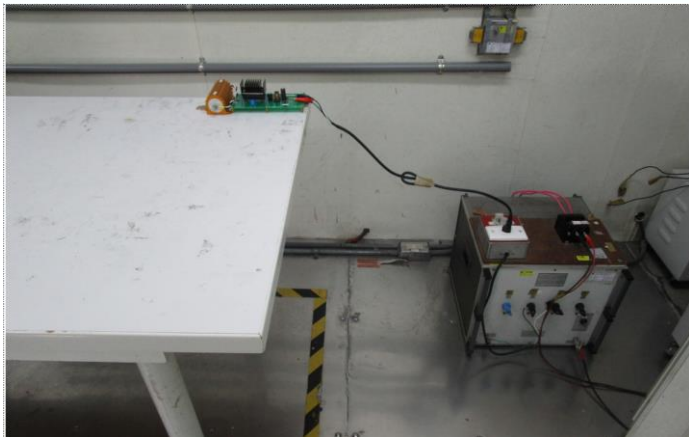
Model	L1, L2, L3, L4	C1	L5	C2	C3, C4, C10, C11	C5	C6, C9	C7, C8
MRZI100-110S24	2μH/5A	150μF/200V	3.3mH/4A	82μF/200V	220pF/Y1 Cap.	2200pF/Y1 Cap.	---	1000pF/Y1 Cap.
	7847111020	CHEMI-CON KXJ Series	744824433	CHEMI-CON KXJ Series				



規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制



傳導幹擾
(CE)



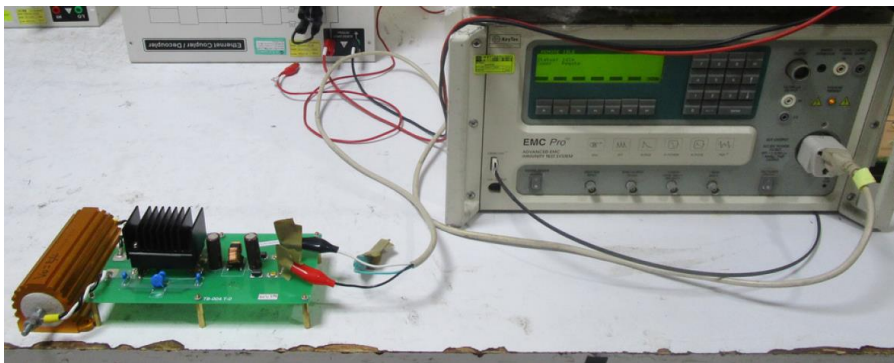
浪湧雷擊
(Surge)



輻射幹擾
(RE)



電子快速脈沖群
(EFT)



規格書中的EMC濾波器電路(EMC Filter)的預期成效限制



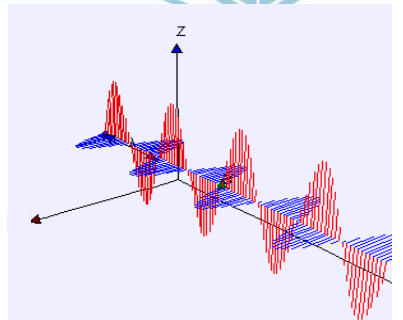
編號	影響因子/影響環節	客戶場景	MINMAX 第三方認證單位場景	客戶 vs. MINMAX場景
1	系統電路板層板數量 (PCB Layers)	多層板	雙面板	不相同
2	系統板電路佈線 (Schematic PCB Layout)	未知	依照EMC Note要求	不相同
3	系統板+電源訊號纜線+系統機殼之整體天線效應	容易形成 & 情況複雜	單純	不相同
4	與系統機殼之接地策略 (Grounding Strategy)	未知	N/A	不相同
5	系統機殼之屏蔽機制 (Shielding Mechanism)	未知	N/A	不相同
6	電源模塊輸出端負載型式 (Load Type)	主動式電子元器件(如: 芯片)	被動式水泥電阻	不相同
7	電源模塊輸出端負載電流狀態 (Load Current Status)	可能處於動態負載電流	完全穩定/恆定負載電流	不相同
8	EMC濾波器元器件 (EMC Filtering Components)	客戶自行購料品	依照EMC Note要求	不相同
9	EMC濾波器元器件之頻域特性 (Frequency Domain Characteristic of EMC Filtering Components)	只要與MINMAX的EMC Note採用型號不一致就會截然不同	依照EMC Note要求	不相同
10	其它系統板電子元器件;除了EMC濾波器 & 電源模塊 (Peripheral System Components)	存在	不存在	不相同
11	雜訊電磁波干擾源頭 (EMI Noise Source)	不僅只有電源轉換器	僅電源轉換器本身	不相同

** 當客戶與MINMAX之間的
場景條件差異性越大

則規格書中EMC濾波器電路的
預期成效就越低 **

改善方向

1. 避免讓內部(EMI)或外部(EMS)來源的雜訊電磁波，傳播至任何敏感性電路並造成非必要雜訊干擾
2. 避免非必要輻射天線效應的成立/存在
3. 盡可能降低必要輻射天線效應的輻射程度
4. 遵守最小光程原則的概念來強連接(又短又粗,導電性佳,盡可能呈現等電位)的佈局:
 - 電路板佈線(PCB Trace)
 - 機構電氣連結
5. 釐清差模(Differential Mode) 與 共模(Common Mode)各自雜訊電磁波的主要干擾頻率範圍/頻段
6. 在差模與共模干擾雜訊電磁波的頻段內，落實”最大源阻抗與負載阻抗的不匹配性”原則，來設計EMC雜訊濾波元器件
7. 系統機殼(含電源/信號線材, 屏幕, 面板, 切換開關, 按鈕, 散熱通風孔)在雜訊成分上，導入能形成內外有別相互隔離的有效屏蔽方案(Effective Shielding Solutions)



携手一起谨慎与敬仰的面对自己所造出来的
电磁波

結語

模組化隔離電源讓設計更簡捷，但細節決定長期可靠性。
讓我們在享受科技便利的同時，以專業與謹慎同行，攜手打造更卓越穩定的系統表現。