

6010 ATE 提供快速充電技術〈QC2.0、QC3.0、PE、PE+ 2.0、USB PD〉測試解決方案

博計開發的99094 Quick Charger Emulator同時提供Quick Charger、Pump Express、USB PD 3種快速充電裝置模擬測試。99094內部含有Channel 1、Channel 2、Channel 3、Channel 4四組快速充電模擬器，在6010 ATE系統上可以同時模擬4個手機、平板及筆電等裝置的快速充電控制信號，對於各種快速充電技術的充電器提供快速的測試與驗證。

99094的每個Channel內為15Pin的連接器，如下圖所示，15Pin的控制信號再區分CHA與CHB的控制信號，這是提供給生產線上高速測試所需的測試治具A/B切換的連接需求，每個連接器接腳如下圖、如下表所示。



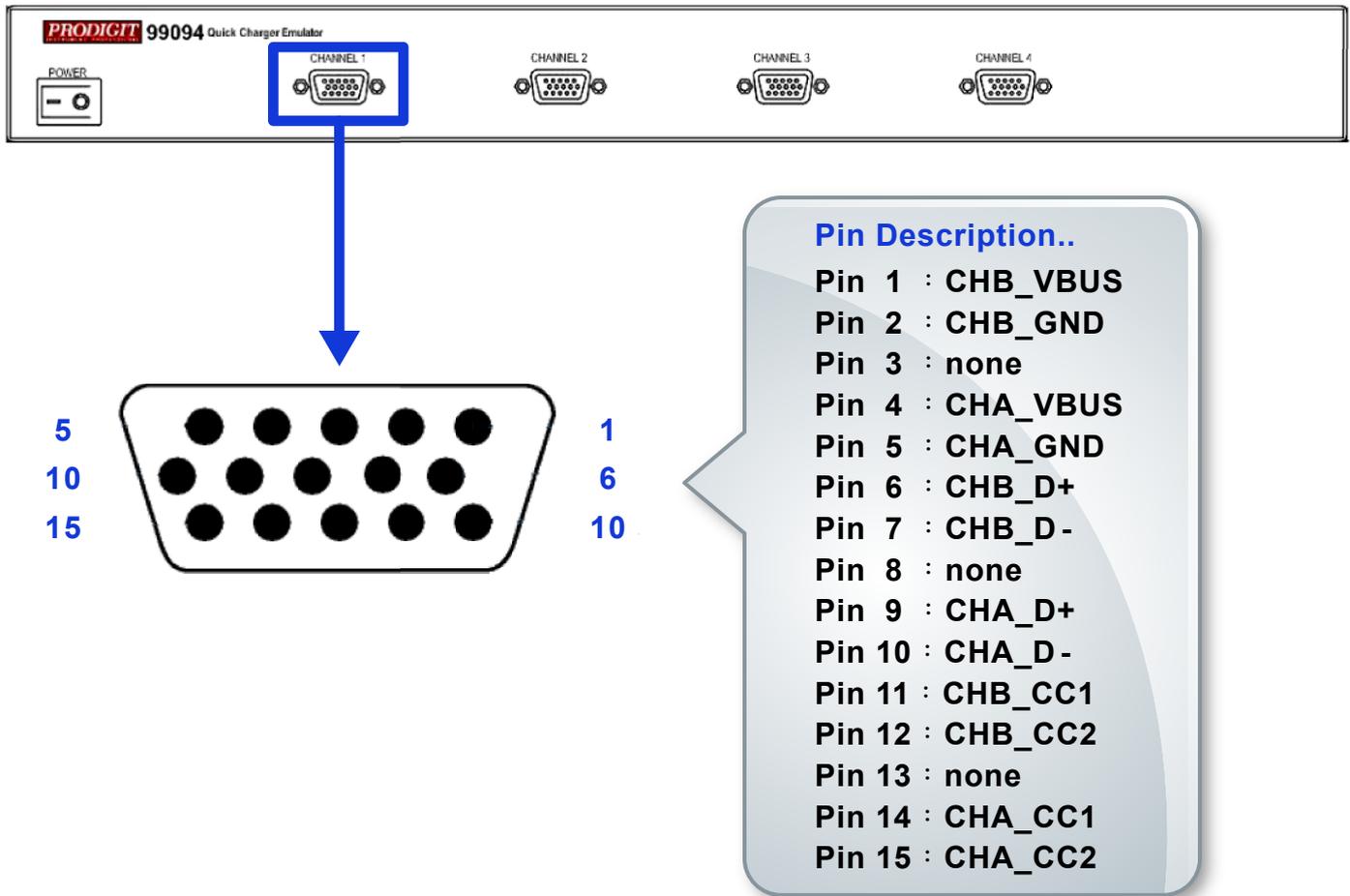
99094 Quick Charger Emulator



外觀



內部構造



99094 pin define

1. Quick Charger 2.0 與 3.0

因應手持裝置、手機、平板的電池容量加大後，使用5V/1A, 5W 標準充電器導致充電時間過長，除了 QC 1.0 5V/2A,10W 充電器較 5W 標準充電器可降低50% 充電時間的方案外，Quick Charge 2.0 是 Qualcomm 對行動裝置能提供更快速充電的方案，當行動裝置與充電器都符合 Quick Charge 2.0 協議時，充電器接受行動裝置的指令，提高充電器功率輸出達到對行動裝置電池快速充電。

具體來說 Quick Charge 2.0 提供 5V, 9V, 12V, 20V, 最大 18W 四段電壓充電，其符號是閃電加圓圈有Class A與Class B 兩種,如下圖所示，其中Class A支援三種電壓 (5/9/12V)，Class B 支援四種電壓 (5/9/12/20V)。



QC 2.0的原理

充電器是偵測 USB 上D+與D-的電壓來控制充電器的輸出電壓，如下表所示

D+	D-	Output
0.6V	0.6V	12V
3.3V	0.6V	9V
3.3V	3.3V	20V
0.6V	GND	5V(default)

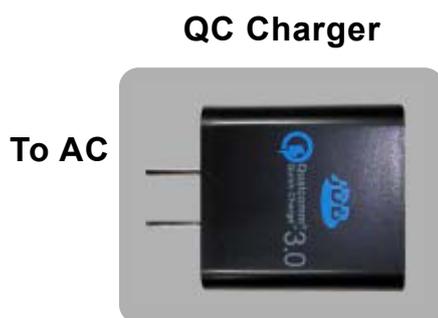
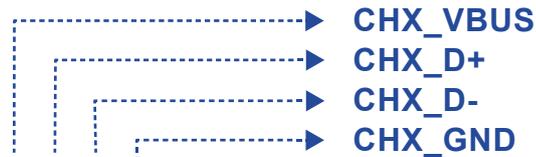


QC 2.0 Class A Adapter

QC 2.0的控制方式

博計6010 ATE的99094 Quick Charger Emulator針對QC 2.0測試能夠模擬D+，D-的各種電壓組合來驗證測試充電器的輸出電壓，還能夠模擬連接及移除對充電器的連接，來驗證充電器能夠立即自動停止高電壓輸出降為5V，確保功能正常符合Quick Charge 2.0 的規範。

99094 DSUB Connector

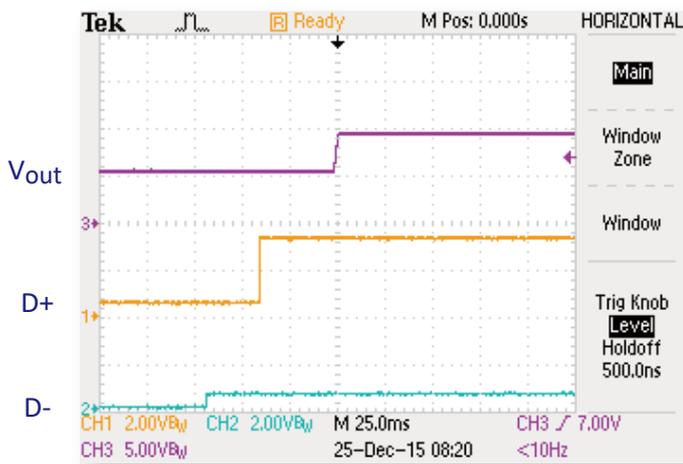


VBUS
D+
D-
GND

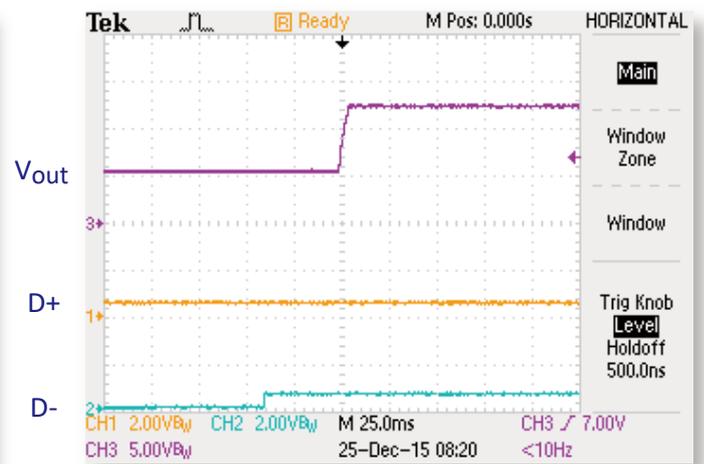
LOAD+
LOAD-



QC Charger Application Connect diagram



QC 2.0 Transition 5V to 9V



QC 2.0 Transition 5V to 12V

目前市面上已經有許多廠商的產品支援 Quick Charge 的裝置，如 HTC, SONY, MOTOROLA, Google, Samsung, Asus 等。

由於 Quick Charge 2.0 具有縮短充電時間顯著的效能，對消費使用者相當便利，預計未來會愈來愈普遍，當然充電器也須從目前標準 5V/1A 5W 向上提升到 15W 或 18W，才能有快速充電。

除了 Quick Charge 2.0 外，Qualcomm 已經推出下一代 Quick Charge 3.0 快速充電技術，採用最佳電壓智慧演算法 (Intelligent Negotiation for Optimum Voltage, INOV) 可以進一步減少功率損耗達 45%，Quick Charge 3.0 以 0.2V 增減量，從 3.6V 到 20V 電壓讓手機獲得最適電壓來達到提高充電效率並改善發熱問題。

QC 3.0 的原理

充電器是偵測 USB 上 D+ 與 D- 的電壓及脈波來控制充電器的輸出電壓，如下表所示

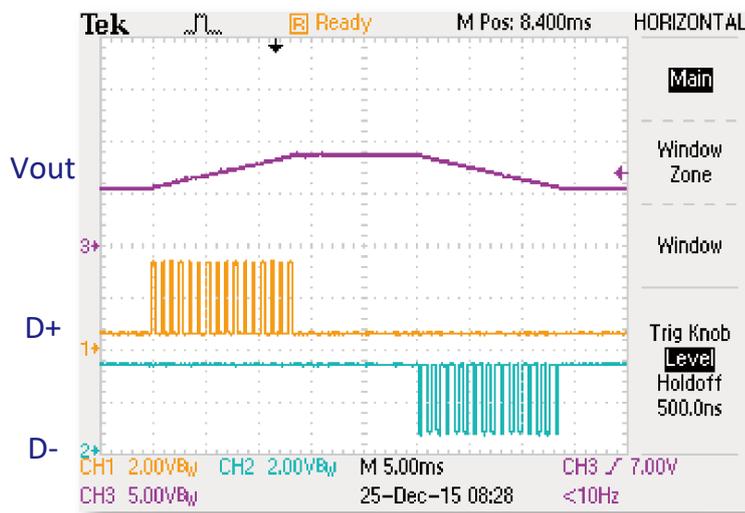
D+	D-	Output	Note
0.6V	0.6V	12V	Class A
3.3V	0.6V	9V	Class B
0.6V	3.3V	Continuous Mode	Class A/B with $\pm 0.2V$ step size
3.3V	3.3V	20V	Class B
0.6V	GND	5V	Default mode



QC 3.0 Class A Adapter

QC 3.0 的控制方式

QC 3.0 與 QC 2.0 不同點為增加電壓微調功能，D+ PULSE 使 Vout 電壓增加 0.2V，D- PULSE 使 Vout 電壓減少 0.2V，測試結果如下圖，16 個 D+ PULSE 使 Vout 電壓增加 3.2V，16 個 D- PULSE 使 Vout 電壓減少 3.2V。

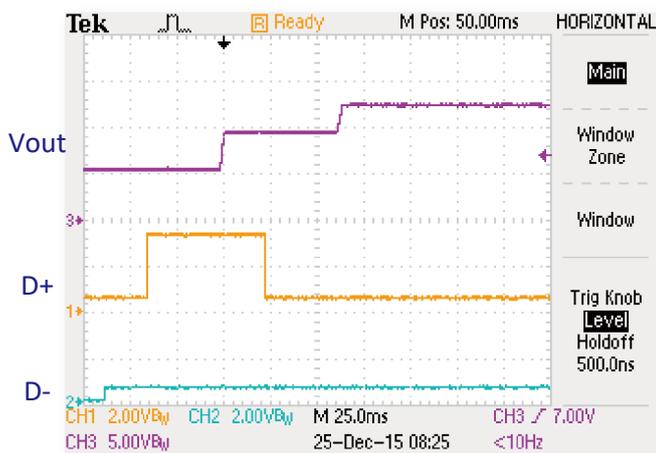


CH1: D+
CH2: D-
CH3: Vout(adapter voltage output)

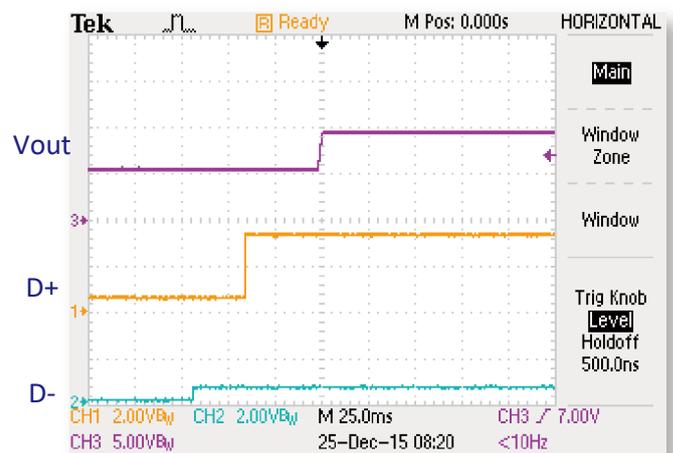
Continuous Mode Ramp Up and Down

Quick Charge 3.0 Ramp Up 3.2V and Ramp Down 3.2V

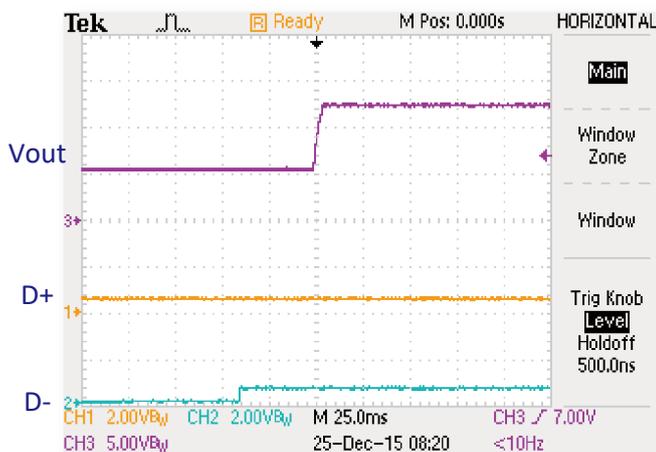
博計6010 ATE的99094 為 4 Channel 的 Quick Charger Emulator，能夠模擬D+,D-的脈波控制0.2V的增量與減量來驗證測試充電器的輸出電壓,確保符合Quick Charge 3.0的規範。如下圖所示...



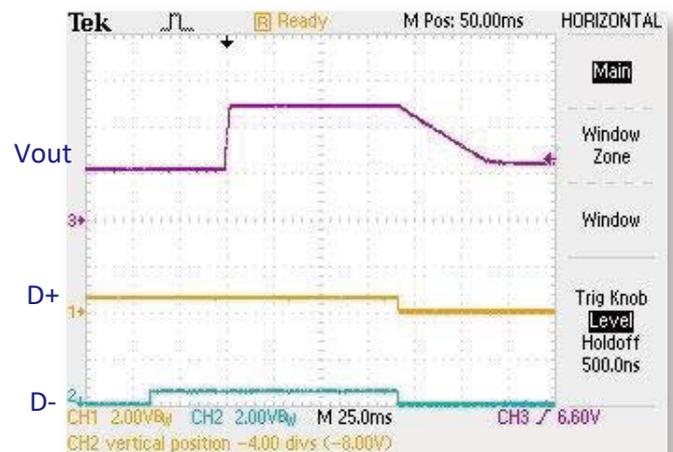
Transition from 5.0 V to 9.0 V to 12V



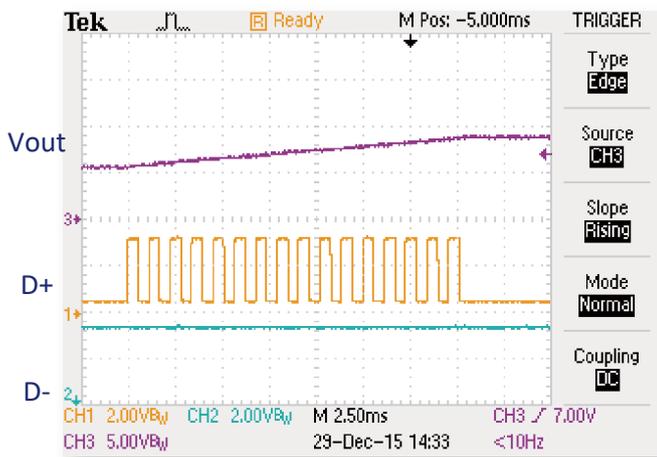
Transition from 5.0 V to 9.0 V



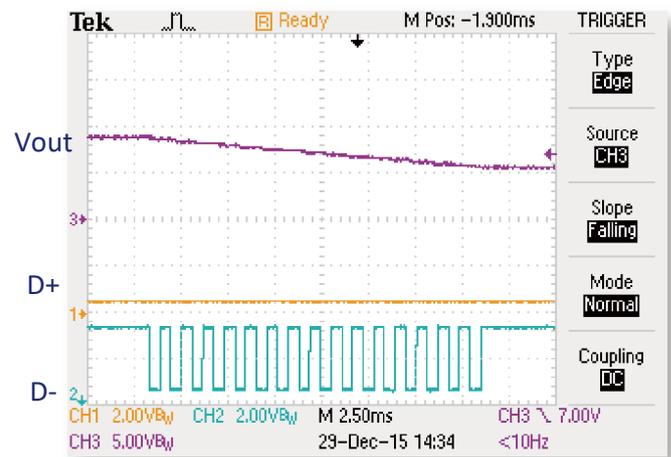
Transition from 5.0 V to 12 V



USB Cable Unplug Discharge



Continuous Mode Ramp Up



Continuous Mode Ramp Down

2. Pump Express Plus & Pump Express Plus 2.0

Pump Express為聯發科技的快速充電技術，目前已經推展至3.0版，基本上是使用高電壓大電流來提供快速充電，已獲得SONY、聯想、金立、魅族等品牌業者採用。Pump Express特點為允許充電器根據電流決定充電所需的初始電壓，由手機內的PMIC發出脈衝電流指令通過USB的Vbus傳送給充電器，充電器依照這個指令調變輸出電壓，電壓逐漸增加至高達5V 達到最大充電電流。

聯發科目前有兩種快速充電規格：

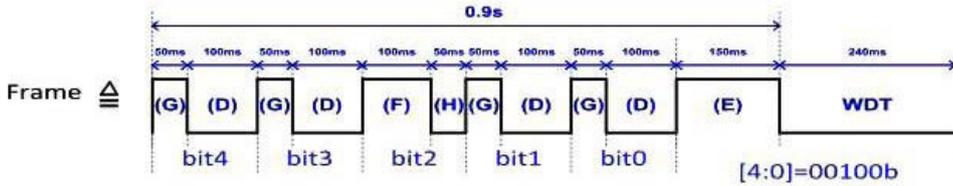
- (1) Pump Express Plus為快速直流充電器提供的輸出功率小於15W (5V) 類似QC2.0，受控輸出固定電壓：5V、7V、9V、12V，主流輸出功率：5V/1A & 5V/1.5A。
- (2) Pump Express Plus 2.0為充電器提供的輸出功率大於15W，其差別為輸出電壓可控制，類似 QC3.0但是以0.5V 為增減量，從5V到20V電壓讓手機獲得最適當電壓來達到提高充電效率並改善發熱問題。



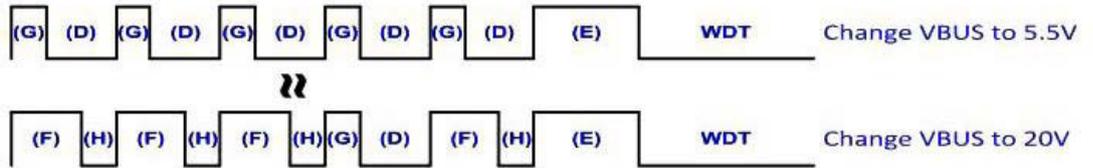
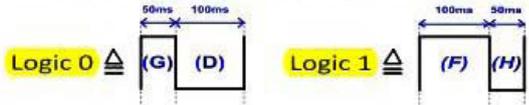
Pump Express的原理

使用命令(吃載不同的電流)控制Adapter輸出不同電壓，電流 $I_{low} < 0.13A$ ， $I_{high} > 0.3A$ ，PE在變換電壓後需立即吃載至少0.3A 否則電壓會自動跳回5V。如下圖所示...

Current Pattern – PE+ 2.0



Define the Logic 0 and Logic 1 for bit4~bit0.



PE+2.0動作時序圖



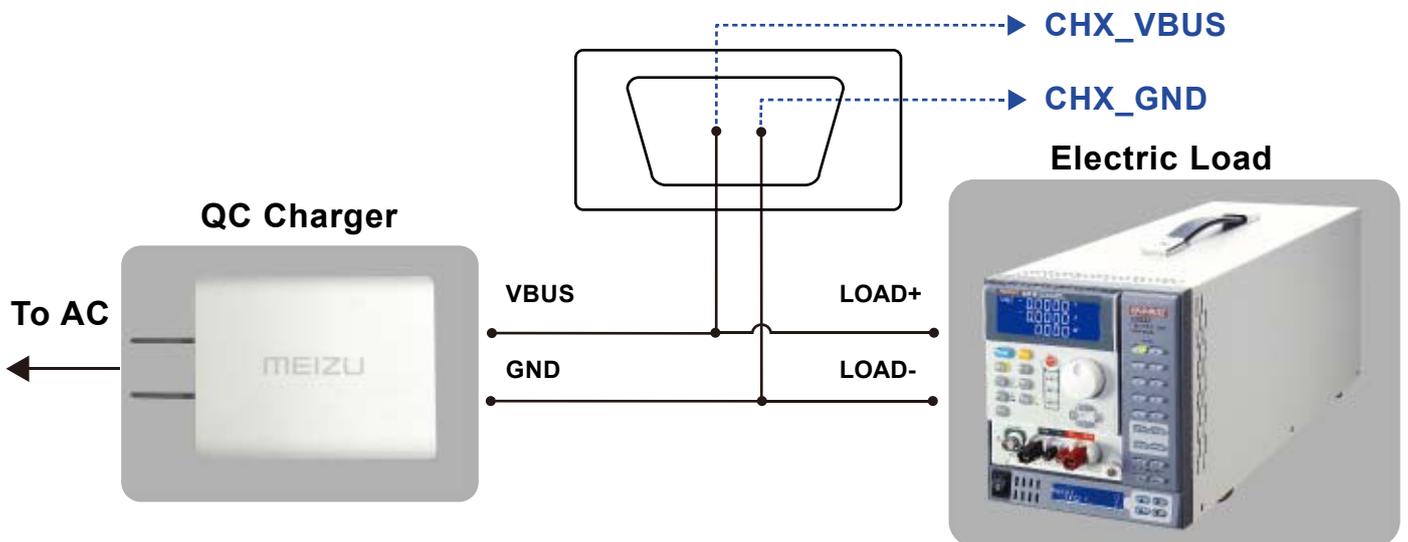
PE 1.0 Adapter



PE+ 2.0 Adapter

博計6010 ATE的99094 為 4 Channel 的 Quick Charger Emulator，能夠模擬命令，吃載不同的電流，電流 $I_{low} < 0.13A$ ， $I_{high} > 0.3A$ 來驗證測試充電器的輸出電壓，確保符合PE的規範。如下圖所示...

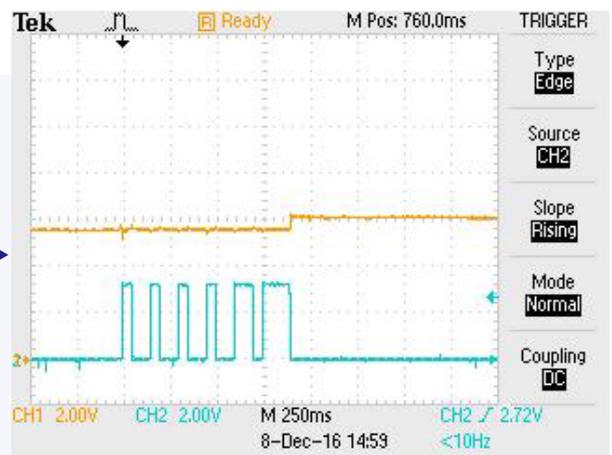
99094 DSUB Connector



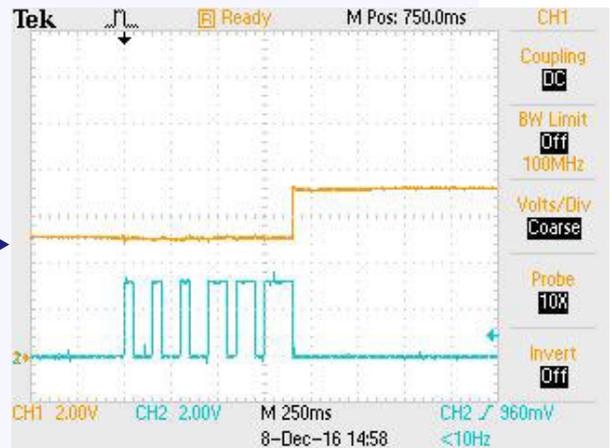
PE Charger Application Connect diagram

Digital Code bit5~bit0 [4:0]	Absolute Voltage	Unit
00000B	5.5	V
00001B	6	V
00010B	6.5	V
00011B	7	V
00100B	7.5	V
00101B	8	V
00110B	8.5	V
00111B	9	V
01000B	9.5	V
01001B	10	V
01010B	10.5	V
01011B	11	V
01100B	11.5	V
01101B	12	V
01110B	12.5	V
01111B	13	V
10000B	13.5	V
10001B	14	V
10010B	14.5	V
10011B	15	V
10100B	15.5	V
10101B	16	V
10110B	16.5	V
10111B	17	V
11000B	17.5	V
11001B	18	V
11010B	18.5	V
11011B	19	V
11100B	19.5	V
11101B	20	V

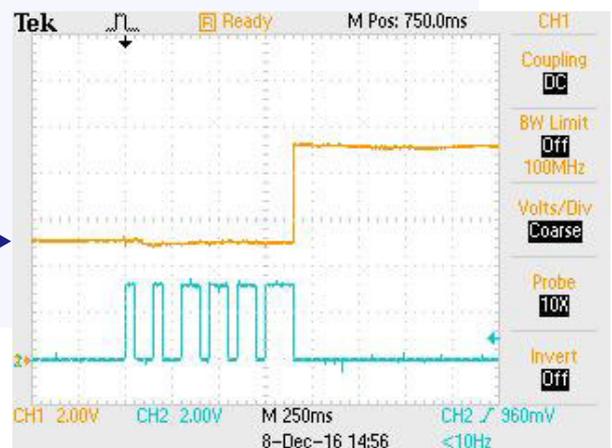
PE+ 2.0 COMMANHD



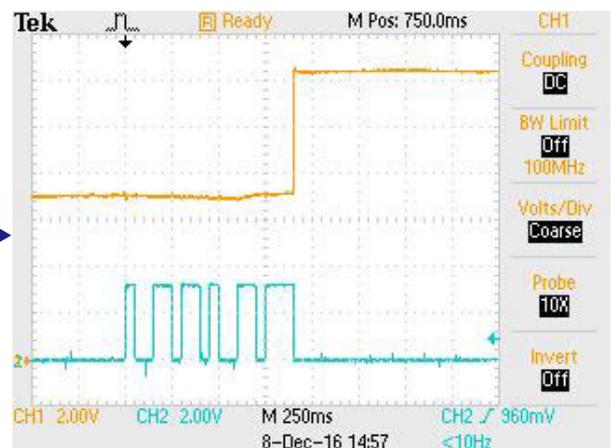
PE2 cmd: 00001b 6.0V



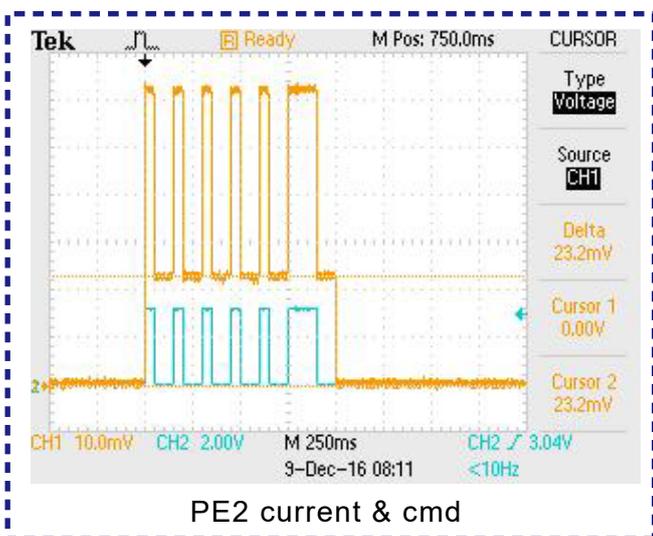
PE2 cmd: 00011b 7.0V



PE2 cmd: 01111b 9.0V



PE2 cmd: 01101b 12.0V



PE2 current & cmd

3. USB Type-C 支援 Power Delivery

為了更加普及USB在不同裝置供電上的應用，並減少電源線的配置，包括手機及筆電的充電器，全新的USB Power Delivery便應運而生。USB-IF於日前宣布了這項名為USB Power Delivery（簡稱PD）的電力傳輸規範，旨在透過高達20V 5A 100瓦的電力傳輸量，多達7種電壓輸出組合，讓各種裝置均能透過單獨一條USB線纜滿足供電需求，而縮短裝置充電時間的優點，更能優化行動應用的便利性。

USB Power Delivery logo



USB 2.0 PD icon

USB 3.0 PD icon



APPLE USB Type-C Charger

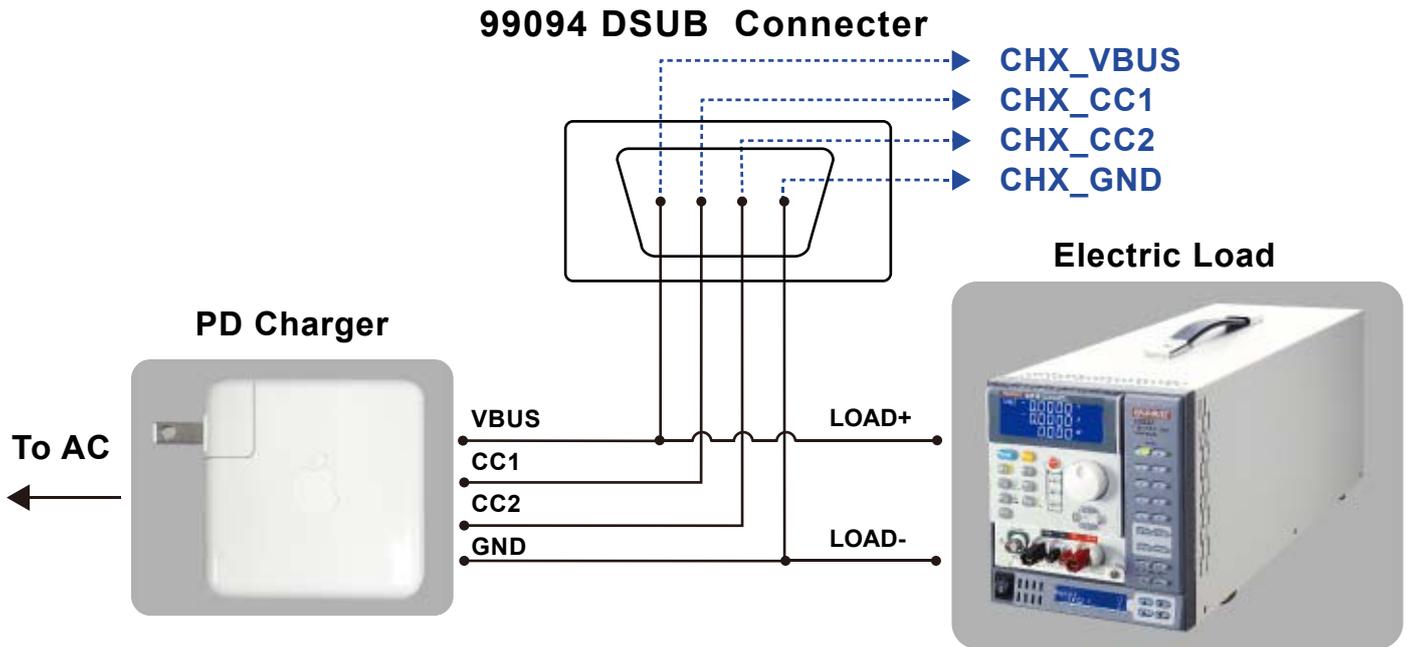
Power Delivery的原理

USB PD的通信是將協議層的消息調製成24MHZ的FSK信號並耦合到VBUS上或者從VBUS上獲得FSK信號來實現手機和充電器通信的過程。

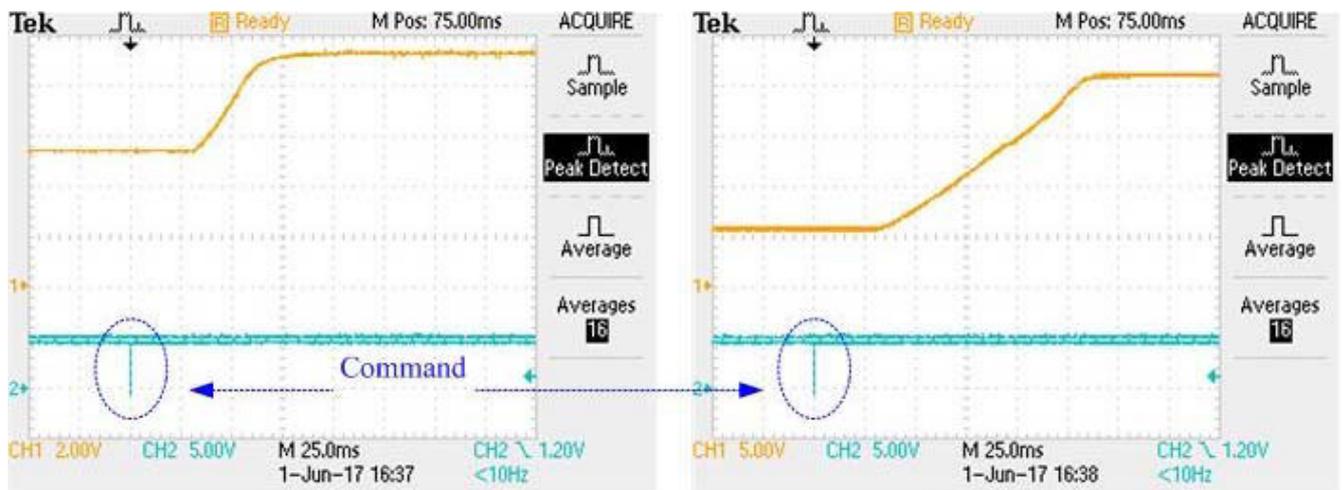
以手機和充電器都支持USB PD為例講解如下：

- USB OTG的PHY監控VBUS電壓，如果有VBUS的5V電壓存在並且檢測到OTG ID腳是1K下拉電阻（不是OTG Host模式，OTG Host模式的ID電阻是小於1K的），就說明該電纜是支持USB PD的。
- USB OTG做正常BCS V1.2規範的充電器探測並且啟動USB PD 設備策略管理器，策略管理器監控VBUS的直流電平上是否耦合了FSK信號，並且解碼消息得出是CapabilitiesSource 消息，就根據USB PD規範解析該消息得出USB PD充電器所支持的所有電壓和電流列表組合。
- 手機根據用戶的配置從CapabilitiesSource消息中選擇一個電壓和電流對，並將電壓和電流對加在Request消息的payload上，然後策略管理器將FSK信號耦合到VBUS直流電平上。
- 充電器解碼FSK信號並發出Accept消息給手機，同時調整Power Supply的直流電壓和電流輸出。
- 手機收到Accept消息，調整Charger IC的充電電壓和電流。
- 手機在充電過程中可以動態發送Request消息來請求充電器改變輸出電壓和電流，從而實現快速充電的過程。

博計6010 ATE的99094 為 4 Channel的Quick Charger Emulator，每個Channel內含USB type C PD控制晶片能夠模擬裝置來驗證測試USB PD煩瑣的測試程序，不同規格的電源產品只需要一次測試項目的編程，即可使用單鍵簡單的操作完成所有繁瑣的測試，取得測試報告，有效縮短測試驗證的時間，確保符合PD的規範。如下圖所示...



PD Charger Application Connect diagram

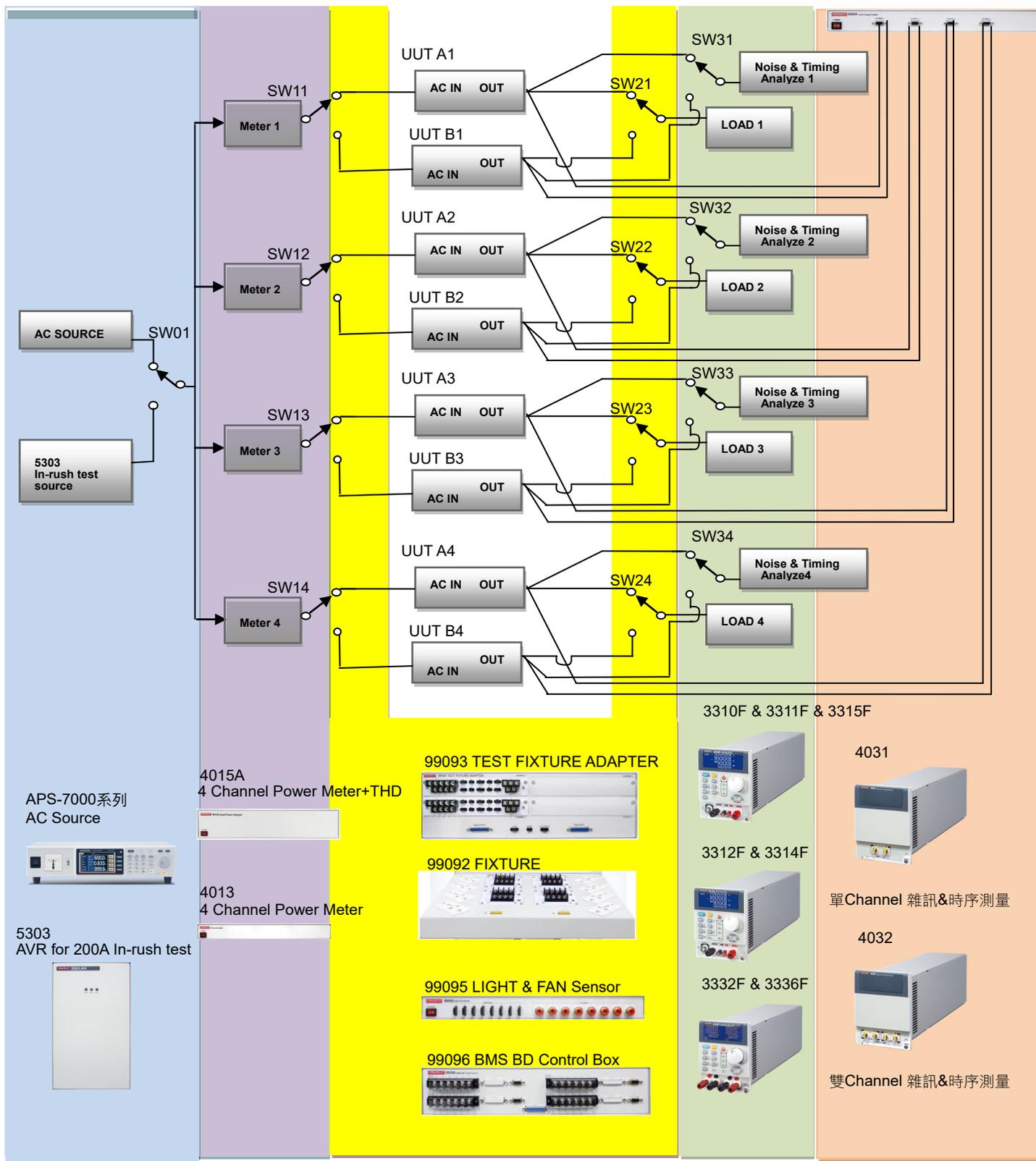


PD 5V to 9V

PD 5V to 20V

6010 ATE for Quick Charger 的系統架構圖

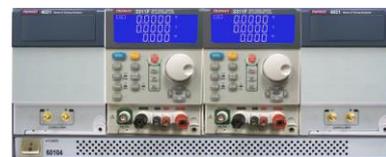
99094 Quick Charger Emulator



SW01 : 一般測試 or In-rush Current test

SW11 ~SW14 : AC電壓選擇開關供給UUT A/B的電源輸入
 SW21 ~SW24 : DC負載選擇開關連接到UUT A/B的輸出
 SW31~ SW34 : Noise & Timing Meter 選擇開關連接到UUT A/B的輸出

60104+3311F+4031



60104為6010測試模組的機框

結 論

各種快速充電技術的充電器已經與先前的充電器不相同，已經無法再使用先前的方法來測試驗證快速充電充電器，快速充電技術的充電器基本上已經是更高功率的可程式充電電源，也就是可以依手機、平板或筆電的要求提供更高電壓、更大電流、更多功率的電源，給手機、平板或筆電內的電池，達到更快速充電的目標〈如本文所述〉。

博計的 99094 快速充電模擬器內建四組快充模擬信號，能夠同時對生產線上的4個充電器同時測試驗證，另外也有單組快速充電模擬信號版本，可滿足研發的測試驗證需求。

對於僅需要手動逐一操作而不需要電腦程式全自動控制的場合，如研發測試、檢修測試等應用博計同時開發可以用於3310F / 3302F 系列電子負載模組/機框上操作的9922 Quick Charger Controller 可以同時支援上述三種快速充電技術。