

# 電源信號完整性實機測試

品勛科技股份有限公司  
(keysight正式授權經銷商)  
示波器專家 曾國鈞

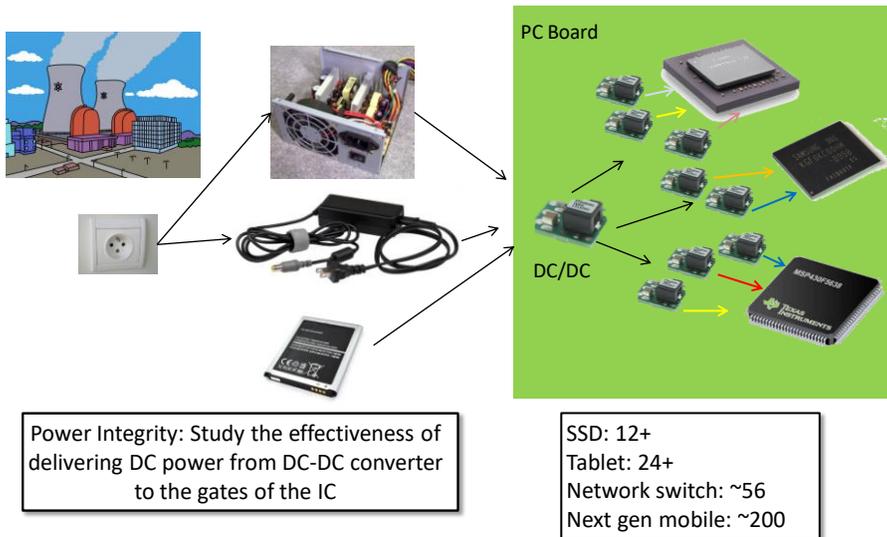
[www.pinsyun.com.tw](http://www.pinsyun.com.tw)



洽詢專線: 02-2278-9886



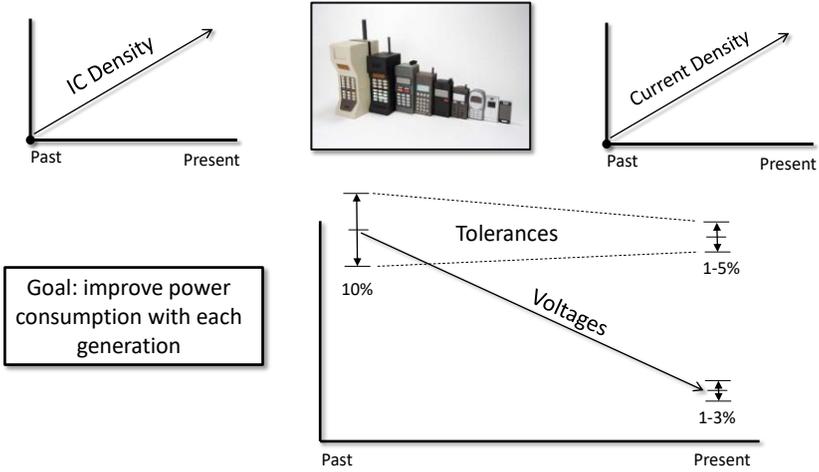
## Power Distribution Network



洽詢專線: 02-2278-9886



## The Case For Power Integrity

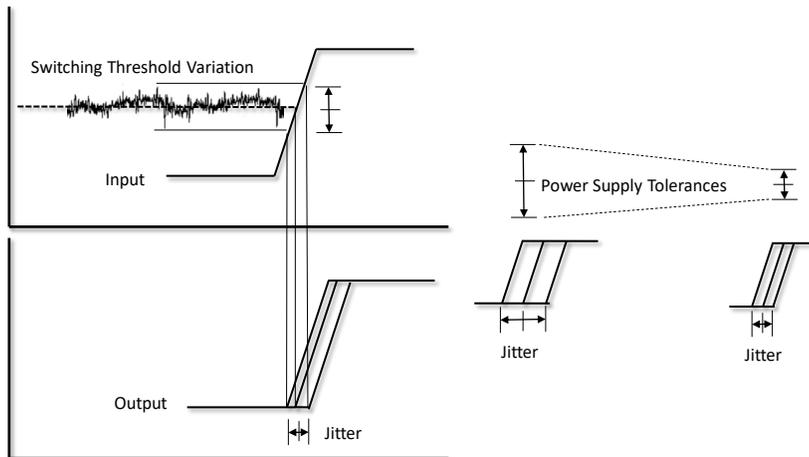


洽詢專線: 02-2278-9886



## The Case For Power Integrity

- Power supply noise causes clock/data jitter

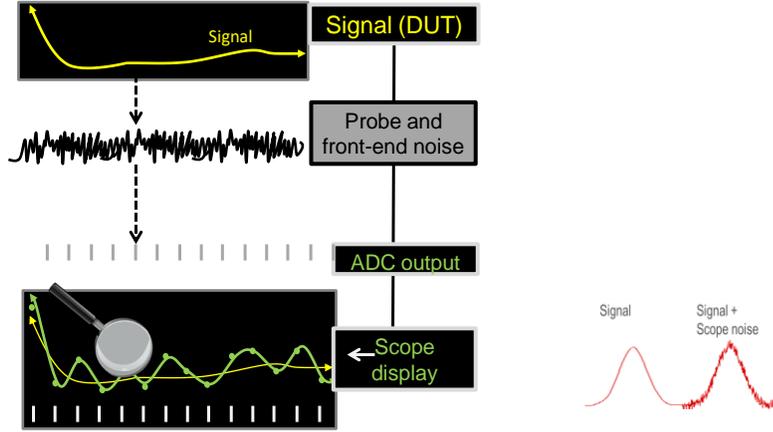


洽詢專線: 02-2278-9886



## Ripple Noise Measure Challenge -- One

- Oscilloscope Noise Floor

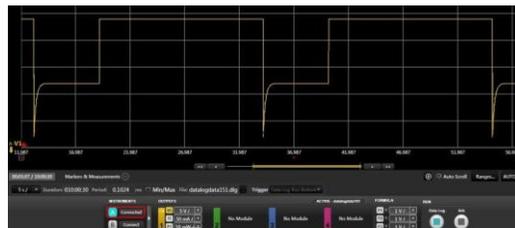
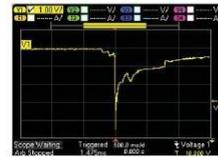


洽詢專線: 02-2278-9886



## Agenda

- ✓ Power Integrity-- Challenges and Solution
- ✓ 更高電壓的“16750” -- 電壓瞬態模擬
- ✓ 一體化的DC/DC 模組的快速驗證

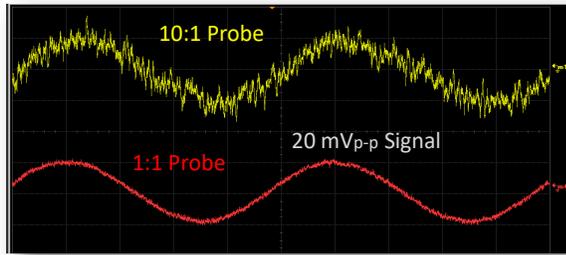
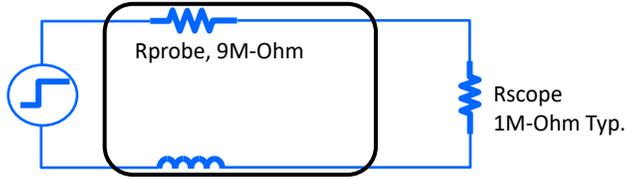


洽詢專線: 02-2278-9886



## Ripple Noise Measure Challenge -- Two

- x10 Passive Probe is Attenuating Signals and Good Antenna

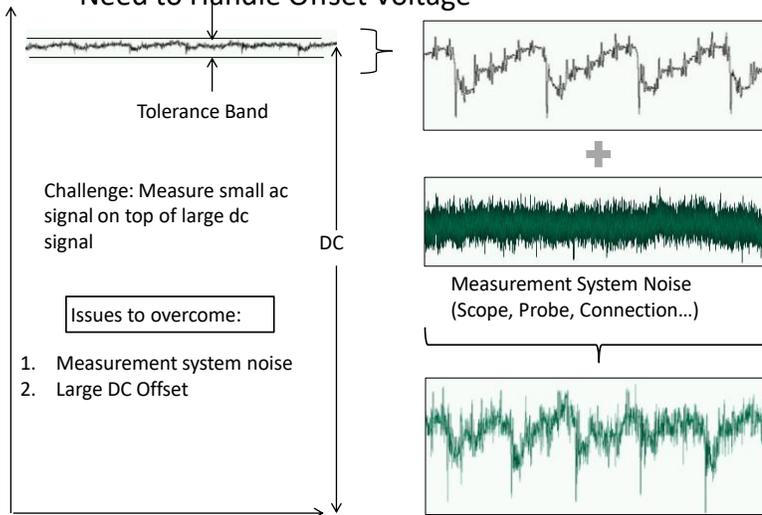


洽詢專線: 02-2278-9886



## Ripple Noise Measure Challenge -- Three

- Need to Handle Offset Voltage

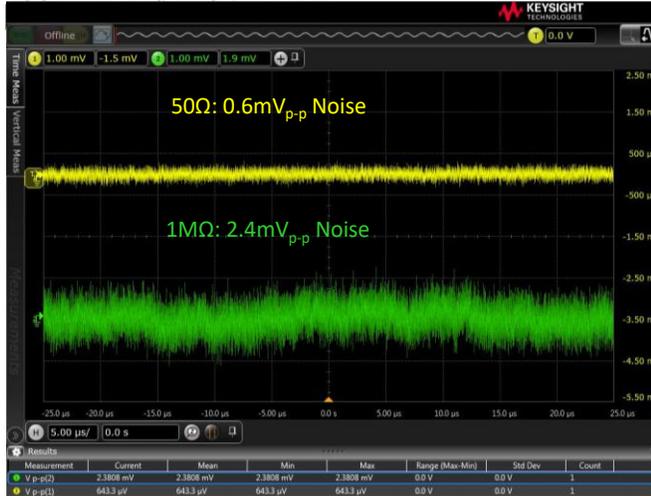


洽詢專線: 02-2278-9886



## Low Noise

- Scope Input Termination—Lowest Noise

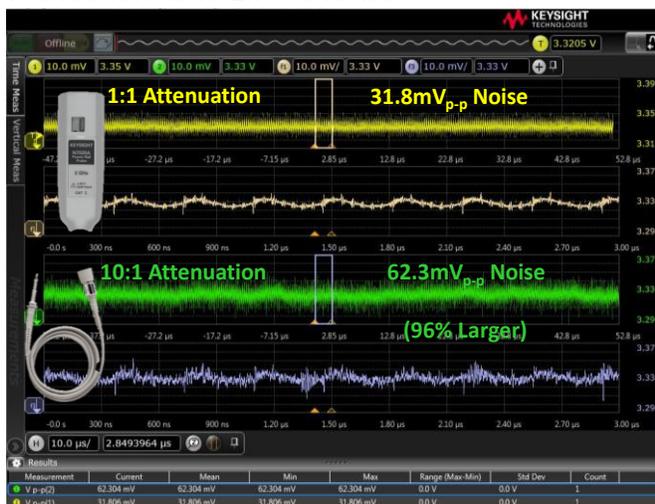


洽詢專線: 02-2278-9886



## Low Noise

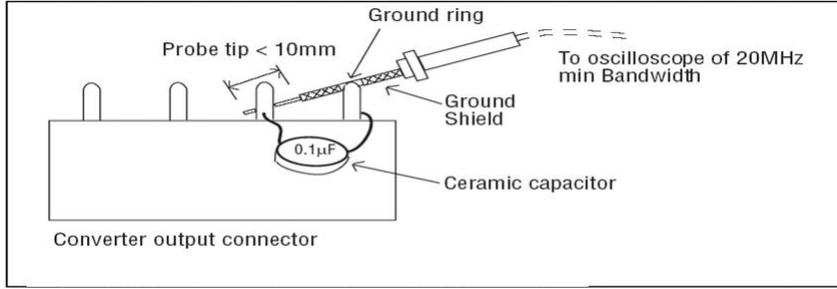
- Attenuation Ratio Effects Noise



洽詢專線: 02-2278-9886



## Typical Ripple Noise Measure Setup # 1



### - X10 Passive Probe

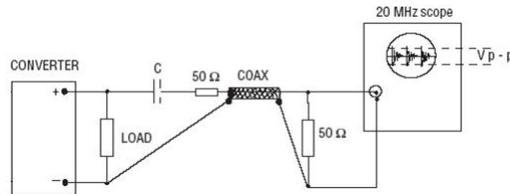
- Robust, cheap
- Signal is attenuated by 10
- The 10M-Ohm Impedance is sensitive for coupling noise



洽詢專線: 02-2278-9886



## Typical Ripple Noise Measure Setup #2



### - Coaxial Cable with DC-Blocker

- Easy to use
- Filtering low frequency contents
- Loading effect



洽詢專線: 02-2278-9886



## N7020A Power Rail Probe

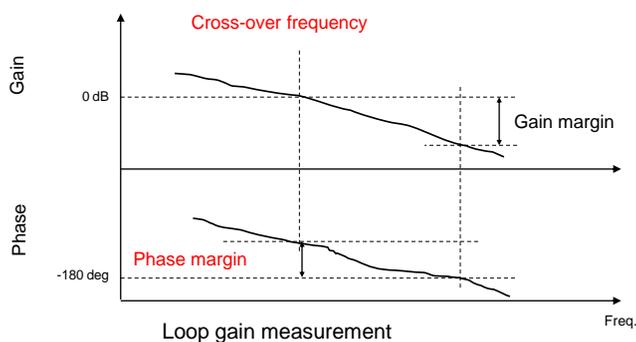
1. Low noise
  - 1:1 for great signal-to-noise ratio
  - 50Ω termination for superior noise immunity
2. Support for popular rail voltages
  - +/- 24V offset range
3. Low Loading
  - 50kΩ at DC minimizes loading of power rail
4. High Bandwidth
  - 2GHz for capturing high speed/frequency noise and transients that can cause clock/data jitter



洽詢專線: 02-2278-9886



### 控制系統頻率響應 (波特圖)



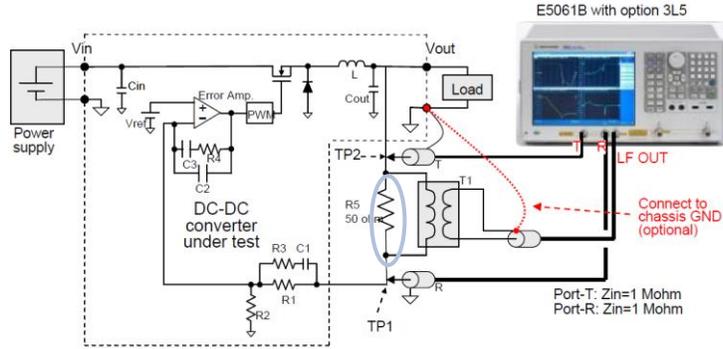
Positive Phase-Margin is "safety margin" that ensures proper operation – without oscillation. Typical PM > 45°.



洽詢專線: 02-2278-9886



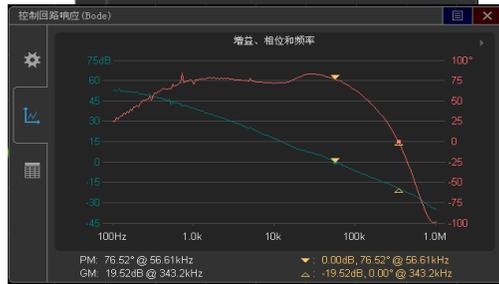
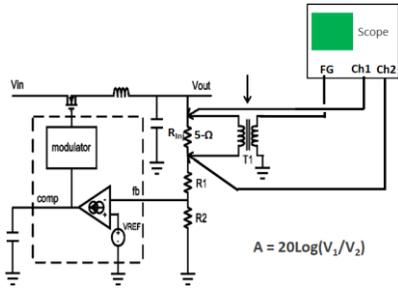
## 頻率響應 -- using VNA



洽詢專線: 02-2278-9886



## 頻率響應 – Scope Test Setup



洽詢專線: 02-2278-9886

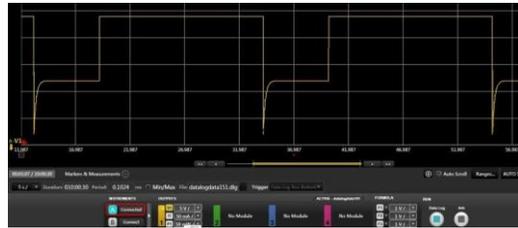


## Agenda

✓ Power Integrity-- Challenges and Solution

✓ 更高電壓的“16750” --電壓瞬態模擬

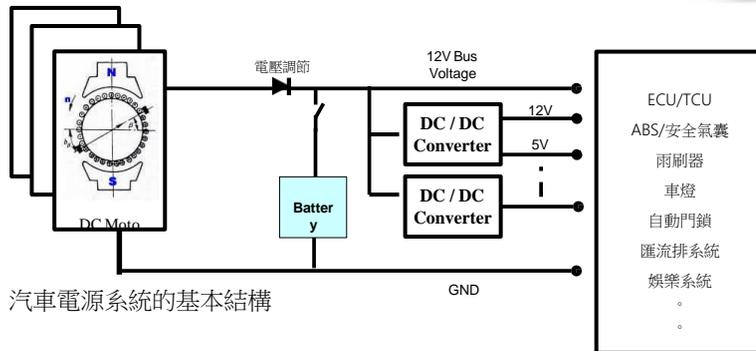
✓ 一體化的DC/DC 模組的快速驗證



洽詢專線: 02-2278-9886



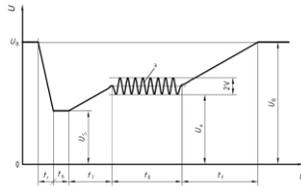
## 典型直流供电系统



洽詢專線: 02-2278-9886

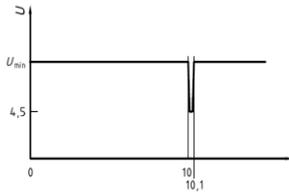
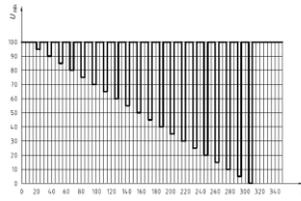


## 汽車電子產品供電特性測試要求: ISO 16750



INTERNATIONAL STANDARD ISO 16750-2

Road vehicles — Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment —  
Part 2:  
Electrical loads

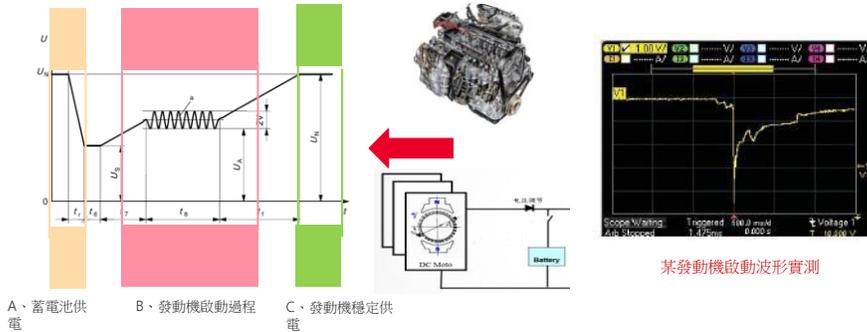


洽詢專線: 02-2278-9886



## 電壓波形與實際工作場景分析1 發動機啟動瞬間電壓瞬變波形的理解

發動機啟動瞬間造成的電壓瞬變波形，即汽車每次啟動時，都會給車載電子產品這樣的電壓擾動。  
工程師必須驗證其設計的车載產品是否能夠承受這樣的電壓擾動，不出現重啟、死機等現象。



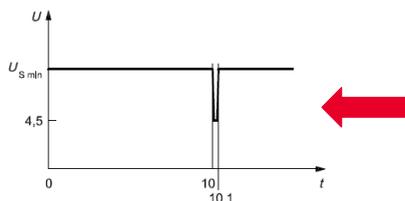
洽詢專線: 02-2278-9886



## 電壓波形與實際工作場景分析2

### 短時間電壓跌落或中斷

該電壓波形通常是在某個車載產品短路、或者保險絲熔斷導致瞬間電流過大引起的電壓跌落甚至中斷。在熔斷過程中會造成電壓的瞬間跌落，形成負電壓脈衝，對周圍的其他用電設備產生供電中斷影響。為了保證關鍵車載電子、如行程控制器、ECU等的穩定性、產品必須對該電壓跌落有免疫能力，**不能出現重啟、死機等現象**。



模擬在保險絲熔斷或短路時，對周圍電路供電的影響



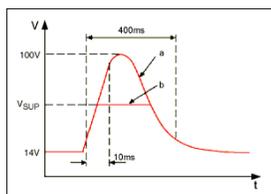
洽詢專線: 02-2278-9886



## 電壓波形與實際工作場景分析3

### 短時間的電壓過沖或浪湧

- 電壓過沖為“拋負載”現象：正常情況下汽車供電電壓為12V，但瞬時峰值電壓竟然高達100V！
- 在汽車電子產品中除了純阻性負載外，還有大量的感性負載，如助力轉向電器，雨刮器等。當這些負載失效的瞬間，通常會伴隨著較高的感應電動勢，引起供電線路瞬間高電壓。
- 工程師需要驗證其設計車載電子產品在該“拋負載”電壓的性能，**不出現重啟、死機、甚至損壞**。



模擬在感性負載斷路時，對周圍電路供電的影響

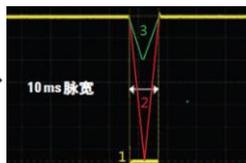
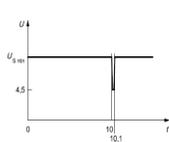


洽詢專線: 02-2278-9886



## ISO 16750 瞬態模擬對直流電源的要求之一

電壓調節速度要快



如果上述車用ISO16750瞬間短路波形

1. 電壓調節速度很快，理想的低落；
2. 速度勉強夠，低落幅度達到，波形為三角波；
3. 電壓調節速度不夠，幅度和波形均達不到要求。

電源模組型號	電壓範圍	功率	*電壓上/下程式設計時間
N6754A/N6756A	60 V	300 W/ 500W	2.0ms
N7954A	80V	1KW	0.5ms
N7977A	160V	2KW	0.5ms
RP7945A	80V	10KW	0.13ms
RP7963A	950V	10KW	1ms



洽詢專線: 02-2278-9886



## ISO 16750 瞬態模擬對直流電源的要求之二

波形發生器和波形靈活編輯

### ➤ 內置標準波形

—— 正弦波，三角波，方波，掃頻，雜訊，指數等

### ➤ 內嵌公式

—— 實現更負責的波形，如16750拋負載波形

### ➤ 波形序列

—— 可將不同的波形 按照序列組合出複雜序列

### ➤ 導入波形文件支持

—— 可用示波器/記錄儀功能捕捉波形，再通過14585A導入波形檔

### ➤ N6705、N7900、RP7900

—— 可將不同的波形 按照序列組合出複雜序列



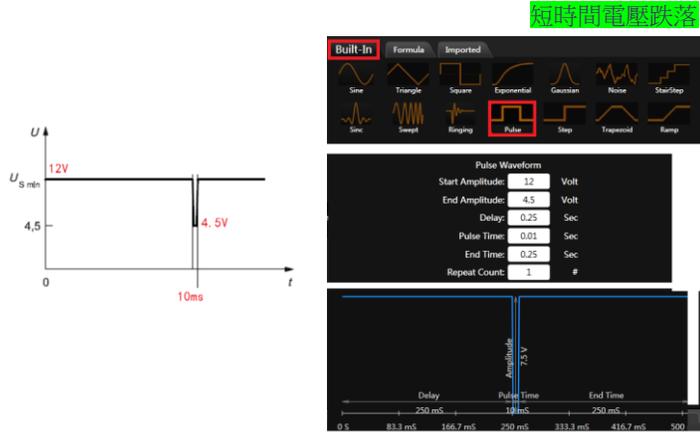
14585A電腦端控制及分析軟體



洽詢專線: 02-2278-9886



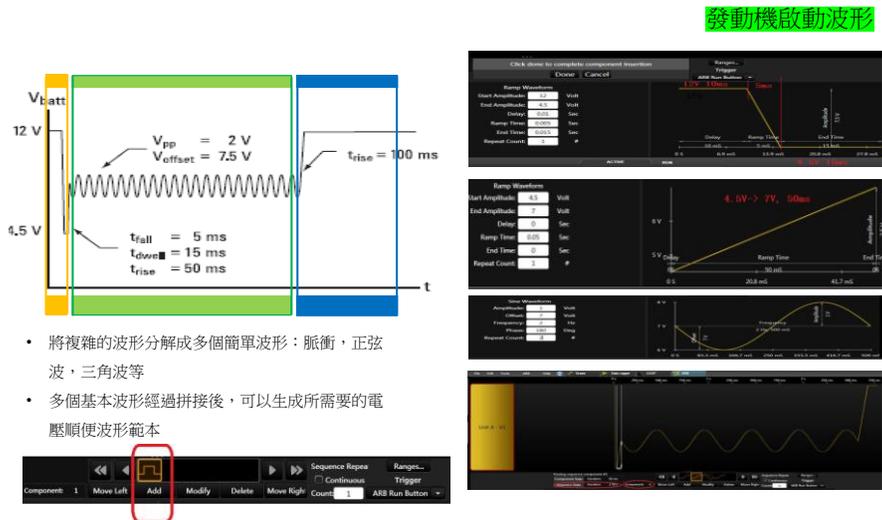
## 14585A 波形編輯案例1--內置標準波形



洽詢專線: 02-2278-9886



## 14585A 波形編輯案例2--內置標準波形+ 序列



洽詢專線: 02-2278-9886



## 14585A 波形編輯案例3--內置公式

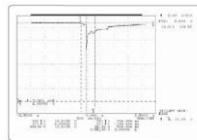


洽詢專線: 02-2278-9886



## 14585A 波形編輯案例4—波型錄製 & 回放

- ▶ 通過14585A軟體或示波器，捕捉到實際電壓波形。
- ▶ 再通過14585A軟體的波形導入 (Imported) 直接導入波形文件 (.CSV) 進行波形的回放，**還原現場電壓** 便於故障分析、定位和調試。



某發動機啟動實測波形

使用示波器捕捉實際電壓瞬變波形

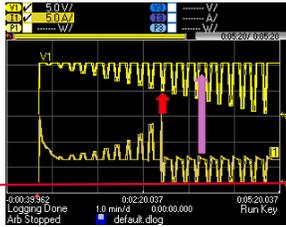
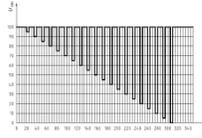


洽詢專線: 02-2278-9886



## 波形捕獲 14585A 數據紀錄 Data Logger

- ✓ 高達200 KHz (5us)電流取樣速率，0.1ms資料速率；
- ✓ 長達1000小時連續資料記錄；



A產品 (良品)

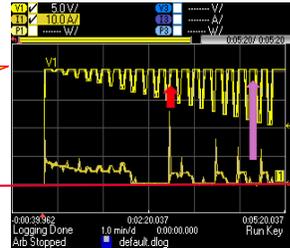
在達到關斷電壓之後，電壓恢復到正常時，能自動恢復，繼續消耗電流

觀察左右兩幅圖中，電流波形的區別？

0A



車燈驅動電源



B產品，有問題的產品，

在達到關斷電壓之後，電壓恢復到正常時，失效時間更早↑；  
且有時 無法正常啟動↑。



洽詢專線: 02-2278-9886



## 一體化的測試解決方案 從20W - 20KW; 20V - 950V

- 電源和負載功能的無縫轉換
- 大功率任意波形發生器
- 電壓、電流示波器
- 電壓、電流數據記錄儀
- 內置電池內阻仿真
- 內置電量計



N6705C, 60V, 50A, 500W



14585A SW



RP7900, 950V, 800A, 10KW



N7900, 160V, 200A, 2KW



洽詢專線: 02-2278-9886



# 更多場景下的各種瞬態電壓的模擬



- ISO 16750 道路車輛—電氣和電子裝備的環境條件和試驗
- ISO 7637 道路車輛--來自傳導和耦合的電氣騷擾
- FMC 1278 · Nissan 24800 · VW 801 01 · JASO D001-94 · SAE J1113



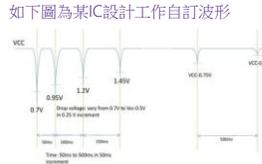
GJB-298 軍用車輛28 伏直流電氣系統特性



- RTCA DO-160F 機載設備環境條件和試驗程式
- GJB-181 飛行電子設備供電特性



IEC 61000-4-29 各種電氣與電子設備作電磁兼容性的測試



對電子電器設備工作穩定性要求較高的行業，如汽車，高鐵，飛機，醫療，軍用設備，通信網路，資料服務中心等的關鍵電源及電子電器設備。

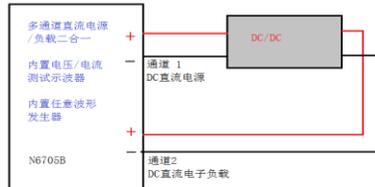


洽詢專線: 02-2278-9886



## Agenda

- ✓ Power Integrity-- Challenges and Solution
- ✓ 更高電壓的“ 16750” --電壓瞬態模擬
- ✓ 一體化的DC/DC 模組的快速驗證



洽詢專線: 02-2278-9886



## 電源測試項和電源測試系統

### 電源 典型測試項

1. 輸入電壓，電流及功率範圍；
2. 輸出電壓，電流及功率；
3. 輸出電壓精度；
4. 輸入端電流浪湧；
5. 紋波雜訊；
6. 源/負載調整率；
7. 轉換效率；
8. 輸出電壓上升時間；
9. 輸入輸出開啟及關閉時延；
10. 待機空耗功率；
- .....

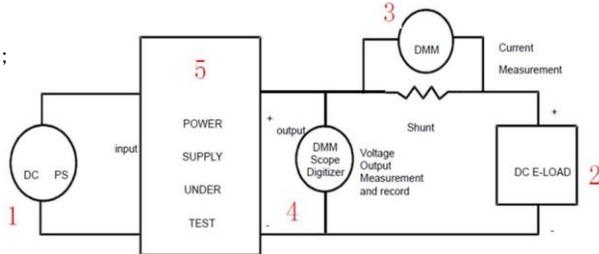


图 1 电源模块测试方案



洽詢專線: 02-2278-9886



## 一體化硬體平台

### --N6705 電源分析儀或N6700 模組化電源系統



N6700C, 4通道, 1U

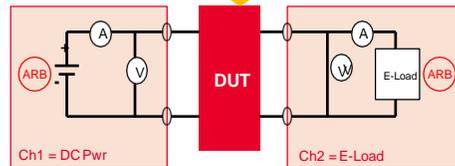


N6791A: 60V / 20A / 100W, E-Load 模組



N6705C, 4通道

- 模塊化設計，38種模塊任意組合
- 1至4路高性能**電源或負載**
- 數字電壓表和電流表
- 帶功率輸出的任意波形發生器
- 示波器數據采集



洽詢專線: 02-2278-9886



## N6705C 電源分析測試案例1 -- 靜態指標測試: 空耗



- ✓ 100 kHz 任意波形帶寬，可以生成所需要的任意波形電壓、電流波形、脈沖、噪聲等信號
- ✓ 200KHz 採樣率，作為電子負載，直接觀察輸入電壓、電流波形



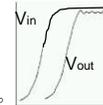
1.	V1 輸入電壓均值	12.0005V
2.	I1 輸入電流均值	6.75mA
3.	P1 輸入功率均值	81mW
4.	I1 峰值	31mA
5.	紋波噪聲頻率	3.03KHz
-	設置	輸入 12V



洽詢專線: 02-2278-9886



## N6705C 電源分析測試案例2 -- 動態指標測試: 開機、關機參數測試



測試描述：測試輸入電壓上電時的浪湧電流及輸入，輸出電壓上升時間和時延。



1	輸入 V1 上升時間 (10%-90%)	2.92ms
2	輸出 V2 上升時間 (10%-90%)	2.5ms
3	V1, V2 時延	0.5ms
4	輸入 I1 最大電流	712mA
-	設置	輸入 12V, 負載:200mA



1	輸入 V1 關機時間	3.6ms
2	輸出 V2 關機時間	2.5ms
3	V1, V2 時延	2.5ms
4	輸入 I1 最大電流	-862mA
-	設置	輸入 12V, 負載:200mA



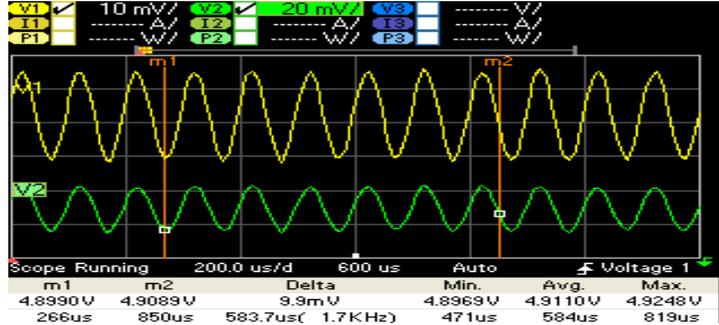
洽詢專線: 02-2278-9886



## N6705C 電源分析測試案例3 -- 紋波抑制比



測試描述：在源端注入特定幅度和頻率的紋波噪聲，測量輸出端紋波的幅值，並計算紋波抑制比。



1.	輸入 V1 电压。	12V, 1.7KHz, 40mV。
2.	輸出 V2 电压平均值。	4.911V。
3.	輸出 V2 电压峰值。	27mV。
4.	輸入設置。	1.7KHz, 40mV。

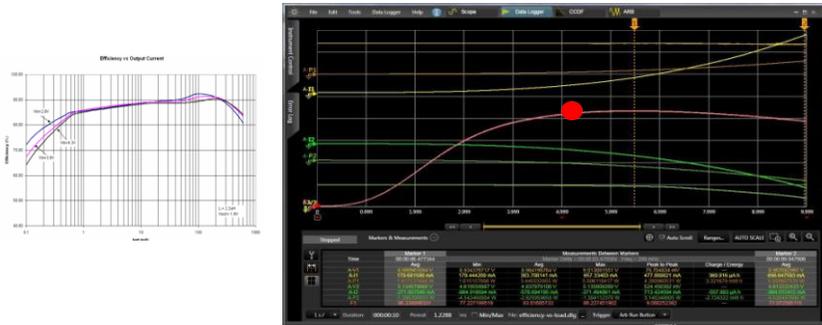


洽詢專線: 02-2278-9886



## N6705C 電源分析測試案例4 -- 最大效率及效率分佈曲線

測試描述：對輸出功率進行調節，測試輸出功率與輸入功率比值，即效率隨輸出功率變化。



1.	最大效率	86.3% (輸出為 - 271mA)
2.	輸出效率範圍 (77% - 86%)	負載電流 (-271mA 至 -984mA)
	ARB 設置	輸入12V, 負載電流從0- 1000mA, 10S



洽詢專線: 02-2278-9886

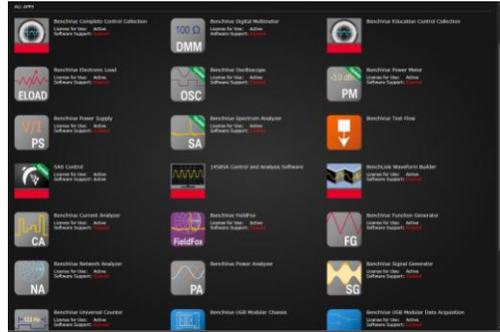


# 測試自動化軟件平臺 關於BenchVue & Testflow

用戶無需程式設計（經驗）即可：

- 連接儀器
- 編輯測試序列
- 記錄數據
- 獲取測量結果

BenchVue可視作儀器與上位機的 神經網路



洽詢專線：02-2278-9886



## 測試自動化軟件平臺--BV & Test Flow入門

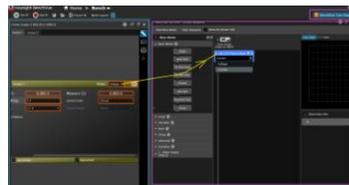


儀表自動識別



雙擊儀表圖標，自動加載儀表虛擬設置和測量介面

- ✓ 所見即所得
- ✓ 拖拽式操作
- ✓ 操作簡單
- ✓ 自動生成測試資料



啟動 Test Flow，拖拽設置或測量功能至相應步驟



洽詢專線：02-2278-9886



## 測試自動化軟件平臺-- Test Flow 高級應用



洽詢專線: 02-2278-9886



## AC/DC-DC電源完整性能參數自動測試

The image shows screenshots of the test software interface and a circuit diagram. The circuit diagram, labeled '圖1 电源模块测试方案' (Figure 1: Power module test plan), shows a power supply under test connected to a load and a current measurement point. The software screenshots show the test setup and the resulting data table.

Time	Step	Voltage Set	Current Set	Current Measurement	Measurement Value	Power Measurement	Power Measurement Value	Power Measurement Value
19	11:52.9	1	5	0.5	0.01	0.47634889	0	-0.11321266
20	11:53.3	2	5	1	0.11	0.875152162	0	-0.19576424
21	11:53.7	3	5	1.5	0.151443195	1.322248136	0	-0.057781932
22	11:54.1	4	5	2	0.183205083	0.18376217	0	0.24767642
23	11:54.6	5	12	0.5	0.21	1.432130488	0	-0.07355259
24	11:55.0	6	12	1	0.29368798	1.88952232	0	0.44512416
25	11:55.5	7	12	1.5	0.26494874	0.526826276	0	0.26662613
26	11:55.9	8	12	2	0.245793131	0.96770005	0	0.047885848
27	11:56.3	9	18	0.5	0.263842113	0.160180513	0	-0.24125141
28	11:56.9	10	18	1	0.31	0.631186759	0	0.195772505
29	11:57.3	11	18	1.5	0.326227766	0.276378096	0	-0.18588063
30	11:57.8	12	18	2	0.363464879	1.39092068	0	-0.16218814



洽詢專線: 02-2278-9886



*Thanks for your attention!!*



洽詢專線: 02-2278-9886

