

# Keysight Technologies

## B2900A 系列電源量測設備大幅增進 截止頻率 ( $f_t$ ) 與集極電流 ( $I_C$ ) 的量測效能

### 技術總覽

#### B2901/02/11/12A 精密型電源量測設備

- B2901A 精密型 SMU、單通道、100 fA 解析度、210 V、3 A 直流 /10.5A 脈衝
- B2902A 精密型 SMU、雙通道、100 fA 解析度、210 V、3 A 直流 /10.5A 脈衝
- B2911A 精密型 SMU、單通道、10 fA 解析度、210 V、3 A 直流 /10.5A 脈衝
- B2912A 精密型 SMU、雙通道、10 fA 解析度、210 V、3 A 直流 /10.5A 脈衝

## 簡介

截止頻率 ( $f_c$ ) 是可協助您確認雙極電晶體操作頻率範圍的重要參數。如欲量測  $f_c$ ，您須使用直流偏壓將電晶體置於正確的操作點，並同時使用網路分析儀來量測其頻率特性。

B2900A 系列精密型電源量測設備包含多款造型輕巧、經濟實惠，並且兼具精密的電源供應與量測功能的桌上型 SMU。此外，B2900A 系列支援增強的信號觸發功能，讓您執行每一個偏壓掃描步驟時，都能與網路分析儀的掃頻作業同步。如此一來，您就可以快速有效地評估並繪製多種參數，例如  $f_c$  vs  $I_c$  參數。

基於前述種種原因，B2900A 是理想的偏壓源，可搭配使用網路分析儀，以分析電晶體之直流與射頻特性。此技術總覽詳細解說 B2900A 系列的主要特色，並展示如何使用此儀器來確認雙極電晶體的  $f_c$ - $I_c$  特性。

### 系統配置

圖 1 為搭配使用 B2902A 或 B2912A 雙通道 SMU，以及 ENA 或 PNA 系列等網路分析儀，來執行  $f_c$ - $I_c$  量測的系統配置圖。您可透過網路分析儀內建或外接的 T 型偏壓器，將雙極電晶體連接到網路分析儀的 RF 埠，以及 B2900A 系列的直流輸出端子。

接著，您可經由 T 型偏壓器，將 B2900A 系列的直流偏壓電壓或電流輸出到待測裝置。

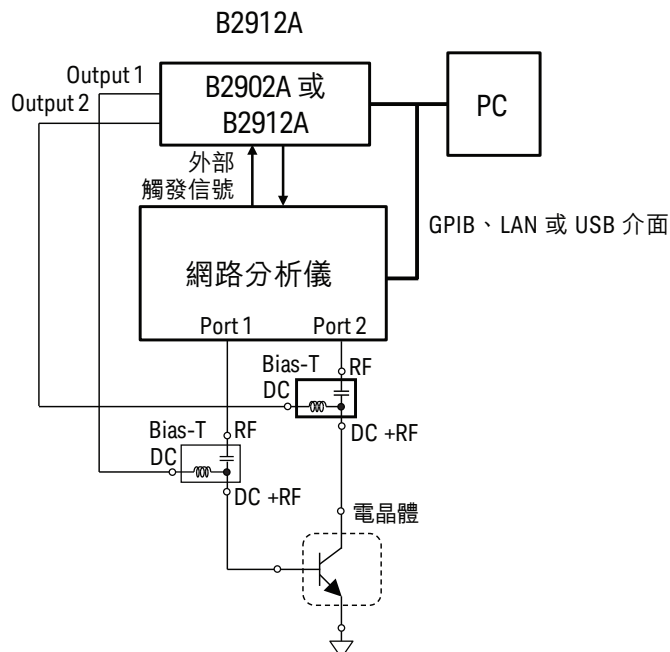


圖 1：使用 B2900A 系列 SMU 快速執行  $f_c$ - $I_c$  量測的系統配置圖

您還可透過 PC 和 GPIB、LAN 或是 USB 通訊協定，來控制 B2900A 系列和網路分析儀。此外，B2900A 系列和網路分析儀的外部觸發輸入和輸出可彼此串接在一起，並可使用觸發信號來改善整體系統性能。

## B2900A 系列 SMU 簡介

B2900A 系列 SMU 將電流源、電壓源、電流錶及電壓錶等多項功能結合於一機，您可輕易地切換使用這些功能。如此一來，您不需要其他設備，便可在所有四個量測象限上，評估各種元件的電流電壓特性。

B2900A 系列 SMU 有單通道或雙通道機種可供挑選，可針對各種雙端與三端元件提供廣泛的電流電壓量測能力，包括從 10 fA 至 3 A (直流)/10.5 A (脈衝) 電流，以及 100 nV 至 210 V 電壓的量測範圍。除了直流操作模式之外，B2900A 系列亦具備脈衝量測功能，可避免因元件自熱效應而導致量測結果失真。

圖 2 顯示 B2900A 系列的前面板配置。B2900A 系列 SMU 支援 2 線式和 4 線式量測，其中 4 線式量測使用一對導線來供應電流，並用另一對導線監視（感測）電壓，如此可避免纜線中的殘餘電阻所導致的電壓量測誤差。B2900A 系列並支援遠端感測功能，讓施加於感測點的電壓，能與經過程控的電壓維持一致。

是德科技提供 11612V Kelvin T 型偏壓器網路，以支援 4 線式量測。藉由使用 B2900A 系列和 11612V Kelvin T 型偏壓器網路執行 4 線式量測，您可避免 T 型偏壓器中的殘餘電阻所導致的電壓量測誤差。

從以上的說明，您已經知道 B2900A 系列可用來執行電流電壓量測，並可在搭配使用網路分析儀時當作精密的偏壓源。B2900A 系列並提供便利的觸發功能，以便輕易地與網路分析儀等其他量測設備同步。



輸出通道

a) 前面板配置 (B2902A 和 B2912A 的通道 2 位於背板)



b) 輸出端子配置

圖 2：B2900A 系列前面板及輸出端子配置

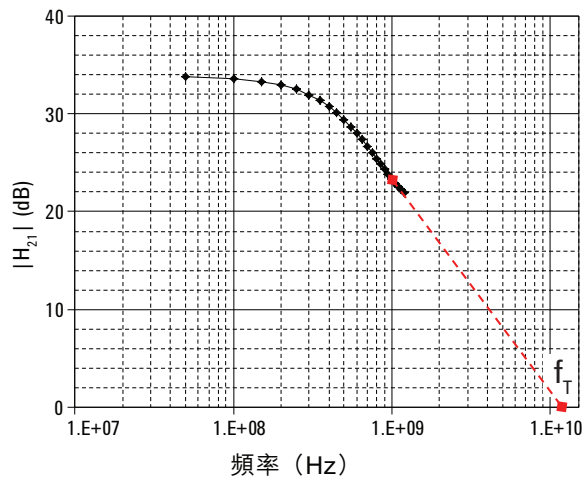
## 量測 $f_T - I_c$ 特性

我們可以用 H21 參數來計算截止頻率 ( $f_T$ )，而 H 參數則可用量測所得的 S 參數來計算。  
圖 3 (a) 顯示使用 H 參數來計算  $f_T$  的範例。

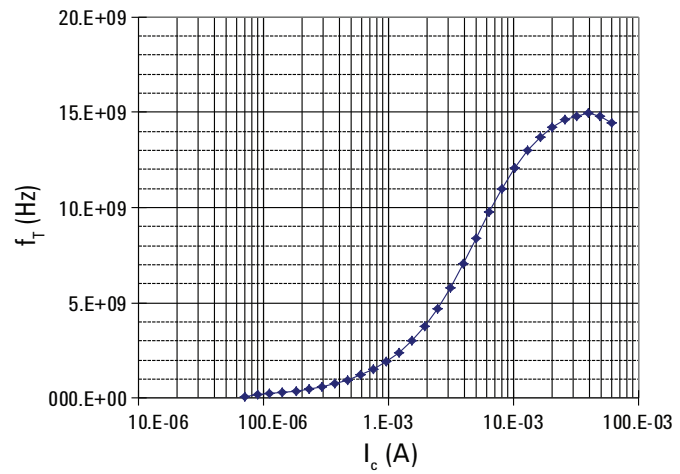
此範例計算在 1 GHz 頻率下 H21 的絕對值，並且以 -6 dB/octave slope 為單位，在這個點上描繪一條線。其中  $f_T$  被定為這條線的 X 軸截距 (intercept)。

為求得最大截止頻率  $f_{T\_max}$ ，您須掃描基極電流 ( $I_b$ ) 並量測集極電流 ( $I_c$ )。此外，執行  $I_b$  掃描的每一步驟時，您都須量測 S 參數，以便計算截止頻率  $f_T$ 。

圖 3 (b) 是量測所得之  $f_T - I_c$  曲線的範例圖。您可利用此曲線來確認最大截止頻率  $f_{T\_max}$ 。  
以此例而言，當集極電流約為 40 mA，則最大截止頻率  $f_{T\_max}$  為 14.9 GHz。



a) 以  $H_{21}$  參數計算所得的  $f_T$



b) 量測所得的  $f_T - I_c$  特性

圖 3 :  $f_T - I_c$  量測範例圖

## B2900A 系列和網路分析儀之信號交遞

B2900A 系列提供精密的觸發功能，因此可與其他儀器同步，以執行複雜的量測步驟。舉例而言，進行掃描時，您可使用外部觸發信號來開始執行每一個量測步驟，這跟使用單一觸發信號來啟動整個掃描量測正好相反。

此外，執行不同量測時，例如信號轉換與資料擷取，B2900A 系列可在開始和結束時皆輸出觸發信號。

圖 4 顯示執行  $f_T$ - $I_c$  量測時，在 B2900A 系列和網路分析儀之間進行信號交遞 (handshaking) 的範例。在逐漸增加偏壓值後，B2900A 系列會傳送觸發信號至網路分析儀，以告知它已準備好要進行掃描了；網路分析儀收到此觸發信號後，便會開始掃描頻率，以便量測 S 參數。

一旦網路分析儀完成資料轉換，便會送出一個觸發信號給 B2900A 系列，以便量測集極電流。這個程序會一直持續進行，直到完成最後的電壓量測步驟為止。

利用這種以觸發信號控制的交遞機制， $f_T$ - $I_c$  的量測速度，會比透過通訊協定與指令來程控 B2900A 系列和網路分析儀快上許多。

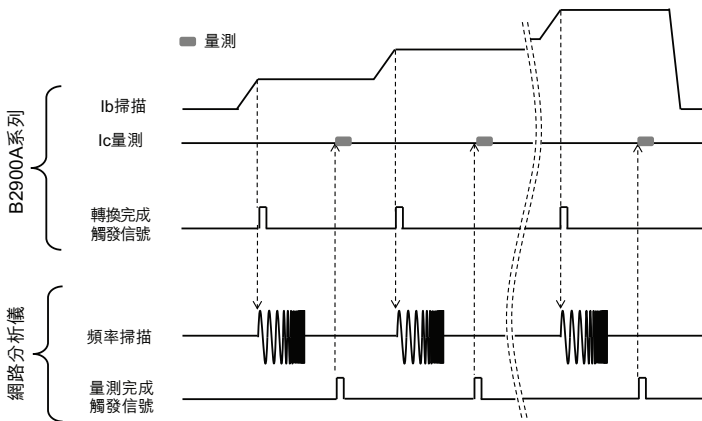


圖 4：B2900A 系列和網路分析儀使用觸發信號快速執行  $f_T$ - $I_c$  量測的示意圖

## 結語

經濟實惠的 B2900A 系列精密型電源量測設備 (SMU) 可與網路分析儀搭配運作，以便為雙極電晶體提供直流電壓與電流。

B2900A 系列支援從 100 fA/100 nV 到 10.5 A/210 V 的寬廣電流與電壓量測範圍，並提供 4 線式量測功能與遠端感測功能，讓您能夠透過 T 型偏壓器準確地量測雙極電晶體的電流電壓特性，以消除殘餘電阻效應。

此外，B2900A 系列具備精密的觸發功能，可支援快速的  $f_T$ - $I_c$  量測，並可藉由觸發交遞觸發信號，與網路分析儀維持同步。這樣您就無需費事地透過通訊協定來傳送各種指令。

由此可見，B2900A 系列是業界最具成本效益的解決方案，可結合使用 ENA 或 PNA 系列等網路分析儀，來評估雙極電晶體的電源特性。

### B2961A/B2962A 6 位半低雜訊 電源供應器

如果您需要更多的電源量測功能，  
是德科技電源是您的最佳選擇。  
查看 Keysight B2900A 系列  
產品線。

[www.keysight.com/find/b2900a](http://www.keysight.com/find/b2900a)



myKeysight

myKeysight

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊

AXIe

[www.axiestandard.org](http://www.axiestandard.org)

AdvancedTCA<sup>®</sup> Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基於 AdvancedTCA 標準的開放標準，將 AdvancedTCA 標準延伸到通用測試和半導體測試領域。是德科技之前身安捷倫 EMG 是 LXI 聯盟的創始會員。

LXI

[www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)

LXI 是繼 GPIB 之後推出的區域網路 (LAN) 標準，可提供更快速、更有效率的網路連結方式。是德科技之前身安捷倫 EMG 是 LXI 聯盟的創始會員。

PXI

[www.pxisa.org](http://www.pxisa.org)

PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) 模組化儀器提供堅固耐用的 PC 式高效能量測儀器與自動化系統。



三年保固

是德科技的卓越產品與長達 3 年保固服務的完美結合，助您一臂之力達成業務目標：增強操作便利性，降低持有成本，增強量測信心。



五年保固延長計劃

[www.keysight.com/find/AssurancePlans](http://www.keysight.com/find/AssurancePlans)

是德科技提供經濟實惠的五年保固保證，確保儀器的運作達到規格要求，您可持續信賴儀器的量測準確度。



[www.keysight.com/quality](http://www.keysight.com/quality)

是德科技—DEKRA Certified ISO 9001:2008 品質管理系統。

是德科技銷售夥伴

[www.keysight.com/find/channelpartners](http://www.keysight.com/find/channelpartners)

兩全其美：是德科技專業的量測技術與齊備的產品，搭配是德科技銷售夥伴的服務與彈性價格。

[www.keysight.com/find/precisionSMU](http://www.keysight.com/find/precisionSMU)

有關是德科技電子量測產品、應用及服務的詳細資訊，可查詢我們的網站或來電洽詢

聯絡窗口查詢：

[www.keysight.com.tw/find/contactus](http://www.keysight.com.tw/find/contactus)

台灣是德科技網站：

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

台灣是德科技股份有限公司

免費客服專線：0800-047-866

104 台北市復興南路一段 2 號 7 樓

電話：(02) 8772-5888

324 桃園市平鎮區高雙路 20 號

電話：(03) 492-9666

802 高雄市四維三路 6 號 25 樓之 1

電話：(07) 535-5035