

行政院所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

赴英國實習「PSTN 終端設備符合性自動測
試設備測試技術」出國報告書

服務機關：中華電信研究所
出國人 職 稱：助理研究員
姓 名：賴坤彬
出國地點：英 國
出國期間：90 年 11 月 10 日至 18 日
報告日期：91 年 02 月 25 日

摘要

中華電信研究所電信器材驗證中心，為電信總局指定之第一家終端設備符合性測試實驗室，經過多年的努力後，在專業測試領域已取得穩固領先地位。此外，並致力於品保認證，在品質管理系統符合 ISO9001/ISO Guide 17025 及 ISO Guide 65 嚴格要求，於 90 年 11 月間通過交通部電信總局/中華民國實驗室認證體系 CNLA/中華民國認證委員會 CNAB 共同評鑑，獲頒『交通部電信總局電信終端設備產品驗證機構』核可證書，並已於今年起接受委託開辦電信終端設備產品驗證服務。

為提供更新、更快、更多元的測試服務，學習及建立完整之多國 PSTN 終端設備符合性自動測試技術誠為當務之急。本中心於 90 年度採購 Genesys IBS 公司整合產製之 PSTN21 自動測試系統，交通部於九十年十一月七日發文(交人 90 字第 062888 號函)，核派職前往英國 Genesys IBS Ltd 公司實習多國 PSTN 終端設備符合性自動測試相關技術。該公司累積多年於通訊產品測試經驗，研發製造出經濟、實用且涵蓋最多國家地區適用之類比用戶終端設備介接符合性自動測試系統，不但可以有效降低檢測營運成本，更可以增加本中心測試業務營收。

目 錄

一、目的	1
二、詳細行程	1
三、PSTN21 用戶終端設備介接符合性自動量測系統簡介	2
1. 緣由.....	2
2. PSTN21 自動量測系統之特色.....	2
3. PSTN21 自動量測系統硬體架構.....	3
4. PSTN21 自動量測系統組織方塊圖.....	3
5. PSTN21 自動量測系統主要量測項目與規格.....	4
四、全球主要國家地區類比終端設備介接符合性測試規範簡介	9
1. 歐盟地區 ETSI TRB21 (TECHNICAL BASIS FOR REGULATION 21).....	9
2. 美國聯邦通信委員會 FCC PART 68 RULE /加拿大 CS-03 技術規範.....	9
3. 澳洲 ACIF AS S002(APRIL,2001)測試規範	11
4. 新加坡 IDA TSPSTN1 終端設備型式認證測試規範	12
五、GENESYS PSTN21 自動量測系統測試技術與操作介紹	13
1. 型式認證測試必備要素.....	13
2. GENESYS PSTN21 自動量測系統測試程序概述	13
六、GENESYS PSTN21 量測不確定度評估(MEASUREMENT UNCERTAINTY ANALYSIS).....	16
1. 前言.....	16
2. 量測不確定度評估程序.....	16
3. TBR21 測試集主要測試項目量測不確定度評估方法	18
七、心得與建議	23

一、目的

中華電信改制成立以來，各項電信業務面臨嚴酷的競爭與衝擊，不僅行動無線通信業務龍頭地位岌岌可危，就連深耕半世紀以上的長途、國際等固網電信業務皆遭遇到不友善的侵蝕。在中華電信上市掛牌後，企業體受到官方及民股的嚴厲監督，凡事皆被要求績效掛帥，於是責任中心制因應而生，業務營收成為一單位存廢之關鍵。因此，如何創造營收利潤，使本單位不致成為公司之負擔，以避免淪入被裁撤的命運，已成為團隊面臨的嚴肅課題。

電信器材驗證中心傳輸終端測試實驗室團隊，除了在專業測試領域取得穩固領先地位，每一成員更能共體時艱，盡心於自己的工作崗位，及時完成中華電信重要建設採購案所交付之投標器材電氣特性規格測試，並以滿足國內外廠商驗證測試需求為宗旨，積極爭取客戶的認同、擴張嶄新的測試領域。走過不景氣的 2001 年，我們仍創造為數可觀的業務量，頗獲上級長官的肯定。

為提供更新、更快、更多元的測試服務，本中心將建立完整之多國 PSTN 終端設備符合性自動測試技術列為當務之急，並於 90 年度決標採購 Genesys IBS 公司整合產製之 PSTN21 自動測試系統。交通部於九十年十一月七日，核派職前往英國 Genesys IBS Ltd 公司實習多國 PSTN 終端設備符合性自動測試相關技術。該公司累積多年於通訊產品測試經驗，研發製造出經濟、實用且涵蓋最多國家地區適用之類比用戶終端設備介接符合性自動測試系統，不但可以有效降低檢測營運成本，更可以增加本中心測試業務營收。

二、詳細行程

日期	摘要
90 年 11 月 10~11 日	去程，由台北中正機場出發 英國倫敦轉火車、計程車 英國威爾斯 Monmouth 工業區
90 年 11 月 12 ~ 16 日	於 Genesys IBS Ltd 公司實習多國 PSTN 終端設備符合性自動系統測試技術
90 年 11 月 17~18 日	返程，由英國威爾斯 Monmouth 工業區 倫敦 台北

三、PSTN21 用戶終端設備介接符合性自動量測系統簡介

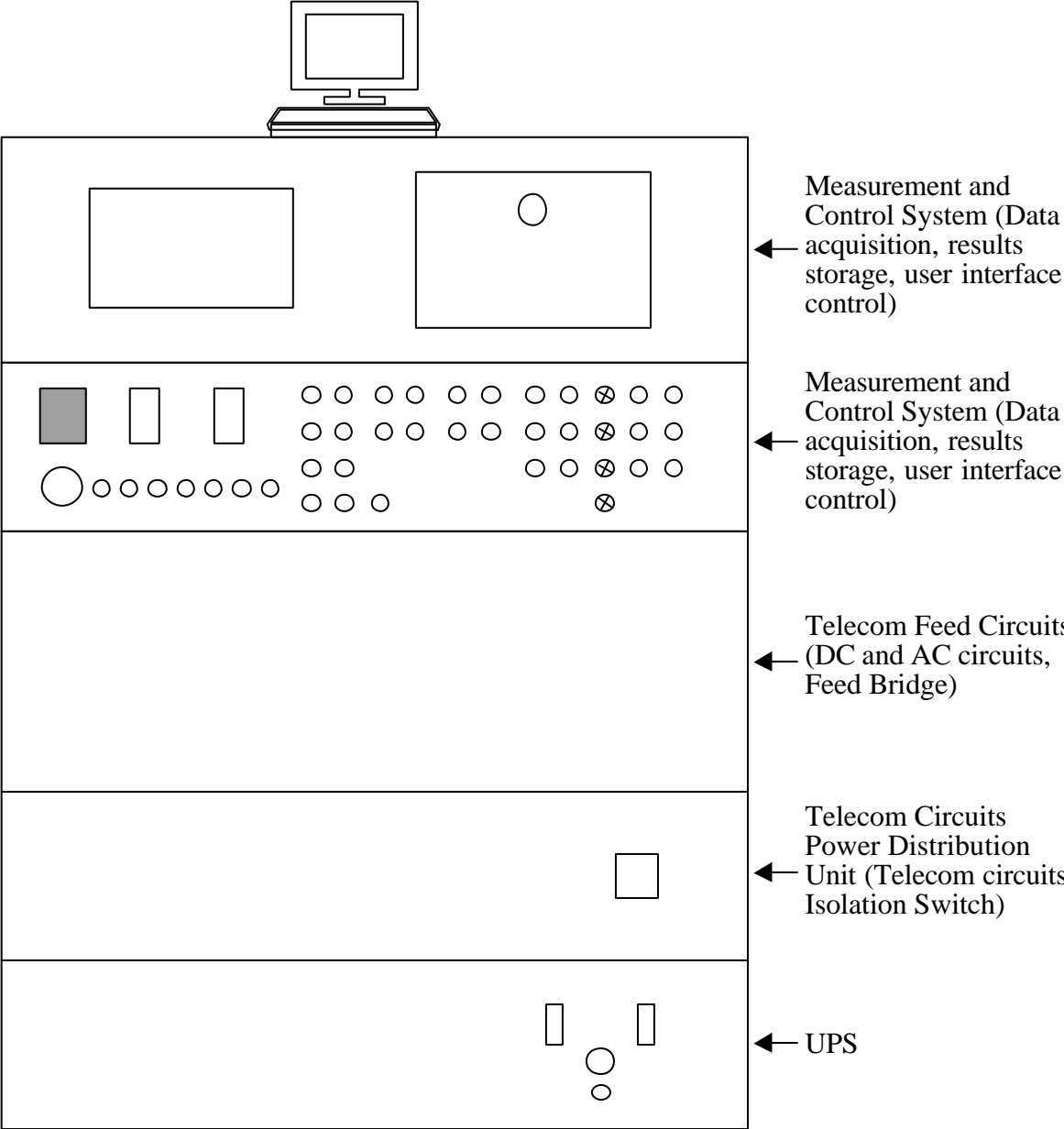
1. 緣由

目前國際電信組織或各國、地區電信終端設備監理組織，對於用戶自備自用的電信終端設備的管理，大致有一個共通的看法，那即是規範 CPE 與電信網路介接符合性。它不再像十數年前偏重於用戶設備的性能測試，而是針對責任分界點，要求檢測 CPE 產品介接電信公眾網路時，是否會影響公眾網路的傳輸性能、是否會造成使用者受雷擊觸電或其它噪音等因素，導致使用人身心傷害的原則，來規範市售通信產品的安全性。因此國際間的電信 Regulation 就漸趨一致，或許不久的將來可經由協商調合(Harmonize)折衝與努力，制定一份會員國間皆認可的共通規範，並透過 MRA (Mutual Recognition Arrangement)相互承認協定機制，縮短簡化電信終端設備行銷流程與貿易障礙；在此過渡時期，Genesye IBS Ltd.根據多年在測試領域累積的經驗，依據其母國所在歐盟地區施行多年的 TBR21 測試系統發展出模組化，可適用多國標準的終端設備介接符合性自動量測系統。

2. PSTN21 自動量測系統之特色

- 2.1 Flexible, Full compliance and pre-compliance testing for global markets - 充份提供國內外廠商行銷產品測試需求
- 2.2 Fast and accurate, automated testing - 符合快速，準確、高效率精簡人工營運成本的需求。
- 2.3 Easy to use, “point & click” access to all features, Low training overhead - 容易操作，可降低人員訓練時程與成本。
- 2.4 Full automatic report generation - 縮短測試報告產製過程，節省人工時，提高公信力。
- 2.5 Easy to create New Test Standards Using Developer’s Toolkit - 實驗室可依實際需要，更新測試程式或發展新的測試標準，輕鬆達成自力維護或擴充新的測試領域的目標。

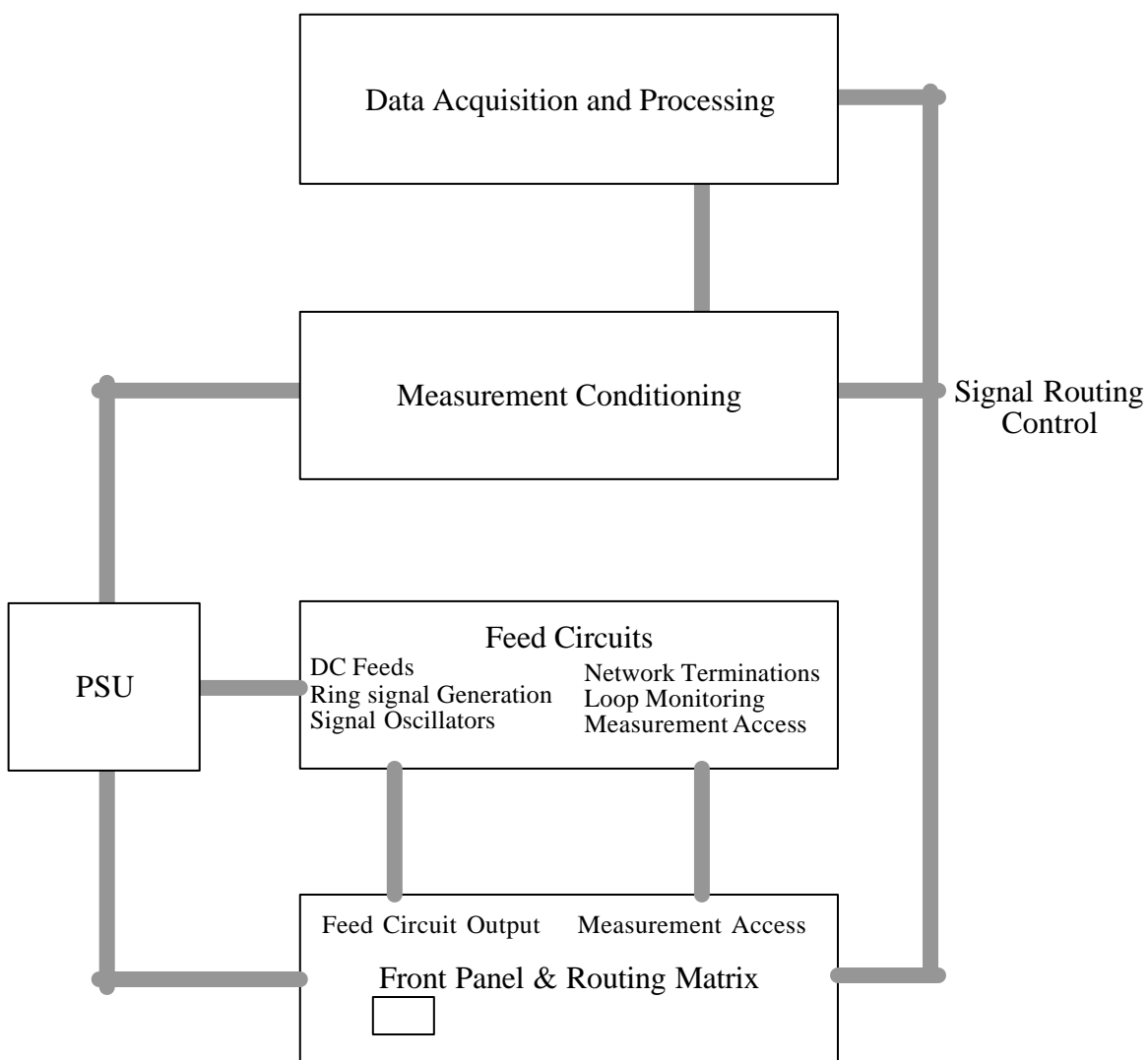
3. PSTN21 自動量測系統硬體架構



圖一、PSTN21 自動量測系統硬體架構

4. PSTN21 自動量測系統組織方塊圖

PSTN21 被規劃設計為一模組化，易於擴充且可具彈性延伸的測試系統，其主要的系統架構組織圖，如下所示



圖二、 PSTN21 System Overview

5. PSTN21 自動量測系統主要量測項目與規格

5.1 PSTN21 Basic System 主要量測項目與規格：

DC Feed Conditions:	Range: 10 to 100Vdc in 1V steps. Tolerance: 2%
DC Current Limit:	Range: 10 to 120mA in 1mA steps. Tolerance: 2%
DC Feed Resistance:	Selectable from 200Ω, 230Ω, 850Ω, 2.2kΩ, 8kΩ, 24kΩ, 36kΩ, 150kΩ, Tolerance: 1%. User defined resistance can be connected and selected
DC Current Loop Detection:	Detection threshold: 12.8mA, Tolerance 2%
Ringling Signal Voltage	Range: 5V to 150Vrms in 1Vrms steps, Tolerance: 2%
Ringling Signal Frequency:	Range: 10Hz to 99Hz, in 1Hz steps, Tolerance 0.1%
Ringling Signal Cadence Timing:	Range: 0 to 9999ms in 1ms steps, Tolerance: 0.1%, 5 individual cadences
Progress Tones voltage Level:	Range: 1 to 4000mVrms in 1mVrms steps, Tolerance: 2%
Progress Tones Frequency:	Range: 50 to 30,000Hz in 1Hz steps, Tolerance: 0.1%
Progress Tones Cadence Timing:	Range: 0 to 9999ms in 1ms steps, Tolerance: 0.1%, 5 individual cadences
Progress Tones Oscillators:	Two oscillators with independent frequency and level adjustment
Earth Balance:	2×300Ω resistors matched to 0.1%, 2×470uF capacitors
Earth Leakage	100Vdc feed voltage, 150Vdc feed voltage, 1k measurement resistor tolerance 1%
AC Impedance Matching:	600Ω resistive, Tolerance: 1%, CTR21 Zr, Resistance Tolerance 1%, Capacitor Tolerance 1%, user defined impedance can be connected and selected.
Measurement System Dynamic Range:	>80dB
Measurement system bandwidth:	0 to 200kHz

表一、 PSTN21 Basic System 主要量測項目與規格

5.2 Power Hardware Upgrade/Developer Toolkit 主要量測項目與規格

DC Feed Conditions:	Range: 0 to 250Vdc in 0.1V steps. Tolerance: 1% Fixed 12V. 1A supply (earth referenced).
DC Current Limit:	Range: 10 to 120mA in 1mA steps. Tolerance: 1%
DC Feed Resistance:	Programmable from 10Ω to 200kΩ
DC Current Loop Detection:	Programmable from 5mA to 100mA in 0.1mA steps, tolerance 1%
Ringing Signal Voltage:	Range: 5V to 150Vrms in 1Vrms steps: Tolerance 1%
Ringing Signal Frequency:	Range: 10Hz to 99Hz in 0.1Hz steps, Tolerance 0.1%
Ringing Signal Cadence Timing:	Range: 0 to 9999ms in 1ms steps, Tolerance: 0.1%, 5 individual cadences
Progress Tones voltage Level:	Range: 1 to 20Vrms in 1mVrms steps, Tolerance: 1%
Progress Tones Frequency:	Range: 50 to 200kHz in 0.1Hz steps, Tolerance: 0.1%
Progress Tones Cadence Timing:	Range: 0 to 9999ms in 1ms steps, Tolerance: 0.1%, 5 individual cadences
Progress Tones Oscillators:	Dual Oscillators, arbitrary waveform generation, FSK. etc
Earth Balance:	Selectable earth balance networks: TBR21, TBR37, TS002, JATE Blue Book, HKTA 2011, TS PSTN 1, YD514-96, ETS 300 001, CS-03/FCC part 68, external user selection All resistors 1% tolerance, all capacitors 1% tolerance
Earth Leakage:	100Vdc, 150Vdc, 200Vdc and 250Vdc supplies, measurement resistor of 1k, resistor tolerance 1%
AC Impedance Matching:	Programmable: 600Ω resistive, CTR21, 900Ω resistive, TBR37, TS002, PTC 200 JATE Blue Book, HKTA 2011, TS PSTN 1, YD514-9, ETS 300 001, CS-03/FCC part 68, external user selection All resistors 1% tolerance, all capacitors 1% tolerance
Measurement System Dynamic Range:	>80dB
Measurement system bandwidth:	0 to 10MHz
Pulse Dialing Reference Source:	Standard, New Zealand & South Africa Reference Pulse Dialing Sources.
Artificial Lines:	South Africa, Japan, Australia
AC Source:	0 to 300Vrms

表二、PSTN21 硬體升級/發展工具主要量測項目與規格

5.3 PSTN21 自動量測系統可支援之要國家地區規範：

Country	Test Standard	PSTN21 Test Suite Compatibility
Europe	TBR21	Provides full testing to all clauses of the standard
Europe	EG 201 121	Provides full testing to all clauses of the standard
Europe	TBR38	Provides full testing to all clauses of the standard
Europe	TBR37	Provides full testing to all clauses of the standard
USA	FCC part 68	See detail next page
Canada	CS-03	Standard is same as FCC part 68
Brazil	Decree 322	Provides full testing to all clauses of the standard related to voice band equipment, eg modems, facsimile products, telephones, etc
Japan	JATE Blue Book	Provides full testing to all clauses of the standard except for Articles 18, 30 and 31 which relate to mobile phone interfaces
Australia	AS S002	Provides full testing to all clauses of the standard
Hong Kong	HKTA 2011	Provides full testing to all clauses of the standard
China	YD 514-92	Provides full testing to all clauses of the standard
Singapore	TAS TS PSTN 1	Provides full testing to all clauses of the standard except for clause 3 (mains safety tests)
South Africa	SA TRA TE-001	Provides full testing to all clauses of the standard
New Zealand	PTC 200	Provides full testing to all clauses of the standard

表三、 PSTN21 自動量測系統可支援之要國家地區規範

表四、FCC Part 68 測試集內容與 PSTN21 測試系統相容性比較

Clause Number	Description	PSTN21 Test Suite
68.302(a)	Mechanical Stress	No
68.302(b) (c) (d)	Surge testing	No
68.304	Leakage current limitations at 1000V and 1500VAC	No
68.306(a)	Tip/Ring Voltages	Yes
68.306(b)	Physical Separation of leads	Yes
68.306 (e) (2)	Intentional operational paths to ground	Yes
68.308 (b) (1)	Voice band metallic signal power	Yes
68.308 (b) (2)	Voice band signal power	Yes
68.308 (b) (ii)	Observation of through transmission jacks	Yes
68.308 (b) (4)	Voice band signal power for Adjustable power TE	Yes
68.308 (b) (5) (A-G)	TE which can connect one network to another must limit amplification	Yes
68.308 (b) (5) (I) (G)	Limitation of transmitted signals for TE that can connect one network to another	Yes
68.308 (b) (5) (ii)	Insertion loss for TE that can connect two networks together	Yes
68.308 (c)	Signal Power Limitations in the 3995Hz to 4005Hz band	Yes
68.308 (d)	Longitudinal voltage at frequencies below 4kHz	Yes
68.308 (e) (1)	Metallic Voltage 4kHz to 270kHz and 270kHz to 6MHz	Yes
68.308 (e) (2)	Longitudinal Voltage 4kHz to 270kHz and 270kHz to 6MHz	Yes
68.310	Longitudinal Balance Limitations (on hook and off hook)	Yes
68.312(b)(1) (i) & (ii)	Quiescent tip-ring DC resistance and Quiescent tip or ring to ground	Yes
68.312(b)(1) (iii) / (c) (1)	DC current during Ringing	Yes
68.312(b)(1) (iv)&(v)/(c)(2)	AC Impedance during ringing	Yes
68.312(d)~(f)	REN number calculation	Yes
68.312 (i)	Make Busy	Yes
68.314 (a)(1)	Call duration for Data Protective Circuitry	Yes
68.314 (a)(2)	Call duration for Data applications	Yes
68.314 (b)	On hook signal requirements (noise measurements)	Yes
68.314 (c)	Loop Current requirements line seizure	Yes
68.314 (d)(1)	Signaling interference	Yes
68.316	Hearing Aid Compatibility	No
68.318 (b)	Automatic Re-dialing	Yes
68.318 (c)	Line seizure for automatic dialing systems	Yes

四、全球主要國家地區類比終端設備介接符合性測試規範簡介

1. 歐盟地區 ETSI TRB21 (Technical Basis for Regulation 21)

非語音類比通信終端設備產品輸入泛歐市場之技術規範，其主要測試項目及範圍如所示：

- 1.1 極性相容測試(Polarity Test)：待測設備，在本技術規範所測試項目必須都可適用在兩種極性狀態測試。
- 1.2 直流電阻(絕緣電阻)測試(DC Resistance)：以直流電壓 25V，50V，100V 三種條件量測所得之 TE 絕緣電阻值必須大於 1MΩ。
- 1.3 振鈴阻抗量測與偵測鈴流信號(Ringing Impedance)：待測設備之振鈴阻抗不得小於 4kΩ，且振鈴期間直流電流必須小於 0.6mA。
- 1.4 電話線對地阻抗量測(Resistance to Earth)：待測設備電話線端子對地間直流電阻在靜態期間應大於 10MΩ，在閉迴路狀態應大於 1MΩ。
- 1.5 暫態響應(Transient Response)：確認待測終端設備靜態切換至局線的暫態直流特性符合§4.4.22 章節的要求。
- 1.6 振鈴時直流電流限制量測(DC Current)：振鈴期間鈴流 DC 成份不得超過 0.6mA
- 1.7 對地阻抗不平衡度量測(Impedance Unbalance about Earth) 確保待測終端設備的阻抗不平衡度(LCL)

$$LCL = 20 \log \left[\frac{U_o}{U_t} \right] dB$$

$$> 40dB @ 50\sim 600Hz$$

$$> 46dB @ 600\sim 3400Hz$$

- 1.8 由離線狀態移轉至閉迴路時的暫態響應(Transient from quiescent to loop state)

2. 美國聯邦通信委員會 FCC Part 68 Rule /加拿大 CS-03 技術規範

2.1 美國聯邦通信委員會基於下列理由，擬定一般通用性電信法規：

- (1) 保護公眾通信網路，避免用戶終端設備和其配線，因設計不良，而產生危險電壓與雜訊的干擾。
- (2) 使聽覺障礙的人，也能合理的使用通信網路。
- (3) 避免下列信號出現在通信網路界面：
 - a. 危險電壓(Hazardous Voltage)
 - b. 過強的信號功率(Excessive Signal Power)
 - c. 縱向不平衡信號(Longitudinal Imbalance)
 - d. 干擾計費功能的信號。
- (4) 用戶終端設備的特性與品質規定，不在 FCC Part 68 法規內，可參考 EIA 或 ITU-T 等相關規定。

2.2 電信終端設備連接至公眾通訊網路之主要測試項目，如下所示：

2.2.1 環境測試(§8.302 Environmental simulation)

a. 機械結構特性

- b. 電話線雷擊突波測試：(a) Type A 電話線間突波測試
- (b) Type A 縱向突波測試
- (c) Type B 電話線間突波測試
- (d) Type B 縱向突波測試

c. 電源線雷擊突波測試

2.2.2 洩漏電流限制測試(§8.304 Leakage current Limitations)

2.2.3 危險電壓限制測試(§8.306 Hazardous Voltage Limitations)

防止電力危險電壓對使用人員、設備產生危害，要求不得出現大於 70V_{pp} 之危險電壓。

2.2.4 傳送信號功率限制(§8.308 Signal Power Limitation) - TE 內部產生之聲頻或數據信號功率及音頻帶外之雜訊信號，應避免功率過大或雜訊過強，影響第三人或公眾網路通信傳輸品質。

2.2.5 縱向平衡限制測試(§8.310 Transverse Balance Limitation)

$$BALANCE_{m-1} = 20 \log_{10} \frac{e_M}{e_L}$$

證實待測設備對地阻抗之平衡度設計是否符合傳輸頻帶之需求，以避免因縱向平衡度不良，造成信號傳輸產生不必要之雜音、串音干擾或影響傳輸品質。

2.2.6 離線狀態阻抗限制測試(§8.312 On-Hook Impedance Limitation) - 避免因線路維修測試或振鈴信號反應時，產生不必要之干擾與困擾，針對 Ring-Trip 線間的 DC 絕緣阻抗或各種振鈴信號頻率響應之振鈴阻抗，量測計算之振鈴等數值 REN(Ringer Equivalence Number)。

2.2.7 計費保護(§8.314 Billing protection) - 防止計費功能作用時，對終端設備或使用人員產生干擾。

2.2.8 Hearing Aid Compatibility(§8.316)---聽障輔助功能相容性測試

2.2.9 附加功能限制測試(§8.318 Additional Limitations)

包括自動重撥功能，自動撥號系統尋線(Line seizure)功能
電話傳真機、傳真識別碼(ID)傳送功能等檢驗測試。

3. 澳洲 ACIF AS S002(April,2001)測試規範

澳洲政府為規範電信終端設備產品在澳洲行銷, 2001 年依據最新潮流, 頒布 ACIF AS 澳洲標準 S001,S002,S003,S004 及 S006 等技術規範, 其中 AS S002 為公眾交換電信網路類比式終端設備介接符合性測試規範, 相較於 ACA TS002 舊規範, 內容章節有些許變動, 其主要測試項目分述如下:

- 3.1 絕緣阻抗(Insulation Resistance) ----針對 CE 介面之電話線端子間, 電話線與外殼金屬間或電話線端子與接地端之絕緣阻抗加以量測, 其測試電壓為 250Vdc, 絕緣阻抗至少應大於 1M 。
- 3.2 串接設備限制測試(Series Equipment)----針對串接機能之電信設備, 必須符合直流迴路電阻<55、直流電壓降<3V @30mA、直流電壓降<6V @60mA 及插入損失應<0.5dB 等基本要求。
- 3.3 橋接設備限制測試(Bridge Equipment)----一般電信設備在離線狀態下的阻抗應大於 15k (@300~3400Hz), 以防止汲取過多之公眾網路電源。
註:新版規範已刪除複數阻抗的相位角要求。

3.4 音頻帶外傳送功率與電壓限制測試(Power & Voltage Limits of Transmission other than Speech & Music)----證明在撥號信號以外, 由終端設備內部產生之音源傳送至公眾交換電話網路的聲頻或數據信號功率, 以及音頻帶外的雜訊信號是適當被限制的。

3.5 回流損失及迴路阻抗測試(Return Loss & Impedance)----為維持公眾交換電話網路的穩定性, 終端設備必須確實表現一個允許適合的電話控制功能的阻抗

$$R.L. = 20 \log \frac{Z_R + 600}{Z_R - 600} (dB) \quad (\text{參考阻抗}=600\Omega)$$

3.6 對地阻抗平衡度測試(Impedance Balance)----為確保待測設備對地的阻抗平衡度必須大於 46dB(Within 50Hz~3400Hz), 測試回路應注意接地問題。

Impedance unbalance about earth is expressed as Longitudinal Conversion Loss (L.C.L.)

$$L.C.L. = 20 \log \frac{U}{V} (dB)$$

3.7 雜音性能測試(Noise Performance)----量測待測設備在閉迴路狀態的雜訊表現對符合下列要求:

- (1) Psophometric Noise shall be ≤ -62 dBmp
- (2) Unweighted Noise shall be ≤ -37 dBm over 30 to 20kHz Range
- (3) Impulsive Noise Count < 5 in 5mins, threshold level = -32dBm
- (4) Single-frequency Noise Power shall be ≤ -47 dBm

4. 新加坡 IDA TS PSTN1 終端設備型式認證測試規範

新加坡資通訊發展局(Info-communications Development authority of Singapore)於西元 2000 年四月陸續頒佈一系列之型式認證測試標準與參考標準，其中 TS PSTN1 為介接至公眾交換電話網路之終端設備測試標準；TS ADSL1 為規範 ADSL POTS (Plain old Telephone Service)產品的實體層技術標準；而 TS DLCN1 則為規範 E1, E3, E4 以上數位介面之測試依據。相較於其他國家地區之技術規範，新加坡施行之技術規範乃將安規測試通則，明訂於各類電信設備檢驗規範中，列為必檢項目。IDA TS PSTN1 電信終端設備型式認證主要測試項目，分述如下：

- 4.1 安規通則(Safety Requirements)：主要依循歐規 IEC 60950，EN60950 資通訊技術產品安全性技術規範，危險電壓高溫過熱等相關規定。
- 4.2 振鈴信號及各類網路服務之相容性檢查(Ringing signal and Service Tone Compatibility in PSTN)
- 4.3 電源故障保護相關規定(Power –Fail Condition)
- 4.4 絕緣電阻測試(Insulation Resistance)：外線端對地端子之絕緣電阻應符合大於 $5M\Omega @ 100Vdc$ 之規定
- 4.5 阻抗限制(Impedance Limits)
 - 4.5.1 離線狀態電話線間直流電阻應大於 $1M\Omega @ 100Vdc$
 - 4.5.2 交流離線狀態阻抗測試：Z 應大於 $6.66 k\Omega$
 - 4.5.3 振鈴阻抗(Ringing Impedance)應大於 $2 k\Omega @ 24kHz$
 - 4.5.4 終端設備應可承受 $85V_{rms} @ 24Hz$
- 4.6 閉路狀態限制(Loop Condition)之振鈴信號
 - 4.6.1 直流回路電阻應介於 80Ω 至 450Ω 間，測試直流電流為 $20mA$ 至 $110mA$
 - 4.6.2 非語音設備之回流損失限制(Return Loss)：
R.L.應大於 $8dB$ ，@ 300 to $3.4kHz$ range
 - 4.6.3 具語音功能之終端設備之回流損失限制(Return Loss)應大於 $14dB @ 300$ to $3400Hz$ 範圍，其測試偏壓直流電流為 $110mA$
 - 4.6.4 串接設備之直流迴路電阻限制(DC Resistance)，應小於 20Ω
- 4.7 對地阻抗不平衡度限制量測(Impedance Unbalance about Earth)：
LCL Shall be $> 40dB$ in frequency range of 300 to $600Hz$ ，
and $> 46dB$ in frequency range of 600 to $3400Hz$
- 4.8 信號頻率與傳送信號位準限制(Signal frequencies and Sending Level)
 - 4.8.1 音頻帶內($300\sim 3400Hz$)輸出信號功率不得大於 $-6dBm$ ，參考阻抗為 600Ω
 - 4.8.2 音頻帶外($3400Hz$ 以上)之信號抑制，應符合 $12dB/$ 倍頻衰減之要求。
 - 4.8.3 音頻帶外雜訊性能測試：Noise power $> -33dBm$ ，@ above $3.4kHz$
and $< -70 dBm$ ，@ $50kHz$ and above
- 4.9 撥號信號分析與撥號功能測試
- 4.10 具語音功能之話筒持性傳輸當量測試

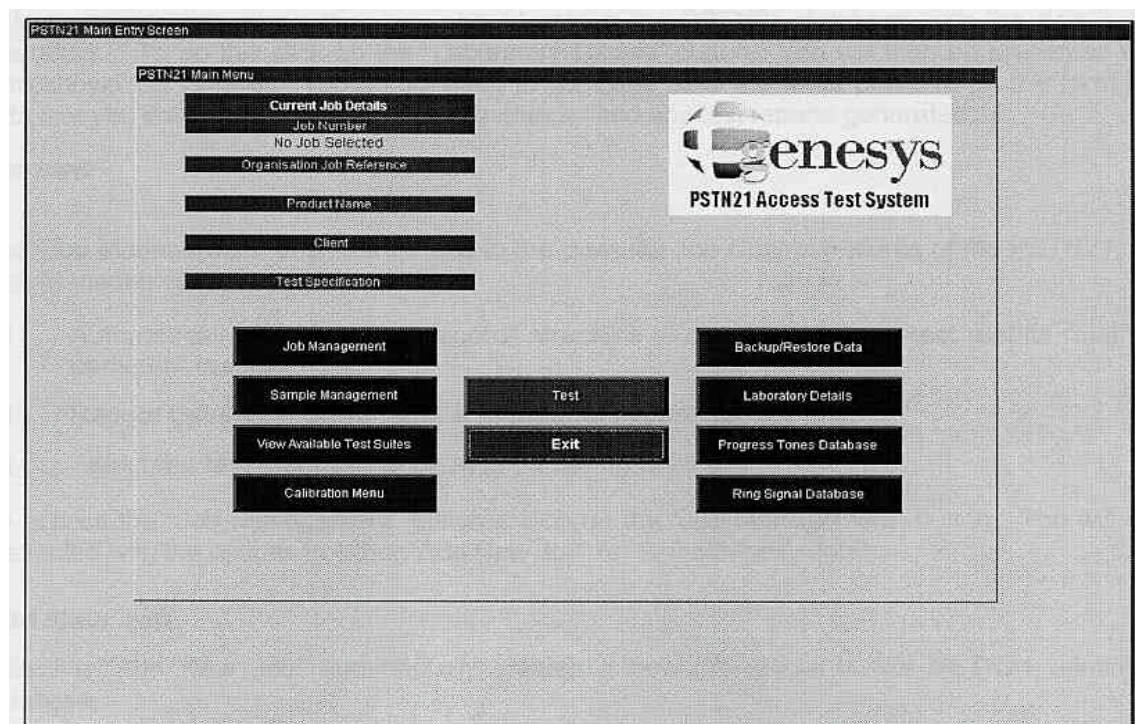
五、 Genesys PSTN21 自動量測系統測試程序與操作

1. 型式認證測試必備要素

- 1.1 充分瞭解各國家地區測試規範----方能正確判斷測試過程與測試結果是否產生異常狀況，透過成熟專業的背景，協助委測廠商進行必要之修改工程。
- 1.2 完整的技術文件與紀錄資料----為避免產生不必要的錯誤，應登錄完整之測試樣品資訊。
- 1.3 正確的測試組態設定與連線----依據測試規範，正確地設定儀器設備與待測物的參數，避免擷取不適當之數據，影響測試結果。
- 1.4 掌握時效----迅速而正確地依測試規範要求，完成測試程序及完成報告繕打，避免實驗室作業延遲而損及客戶之商機與權益。

2. Genesys PSTN21 自動量測系統測試程序概述

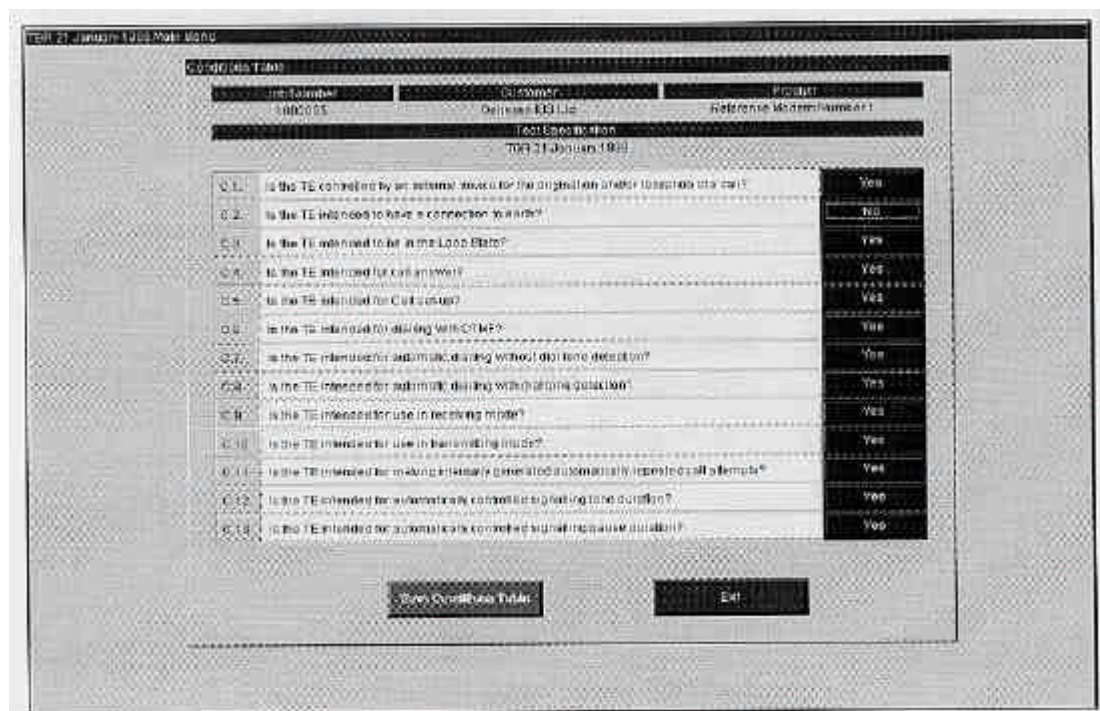
- 2.1 Genesys PSTN 1 自動量測系統軟體係架構在 Windows NT4.0 作業系統上，開機後，透過 log-on 程序進入 PSTN21 Access Test System。
- 2.2 點選”Start Test System”，且正確輸入使用者名字，因為此名字將轉移植入至測報中。
- 2.3 接著進入 PSTN21 管理主要視窗(如圖三所示)，填入並儲存正確之實驗室群組之基本資料。



圖三 主要管理視窗

- 2.4 進入測試工作管理畫面，增加一項新工作清單，並輸入客戶或製造商基本資料及待測產品資訊基本資料。

2.5 選取適當之測試集(比如 TBR21 等)並完成依待測設備功能或產品特色條件選項，並儲存為工作描述文件表單(如圖四所示)。

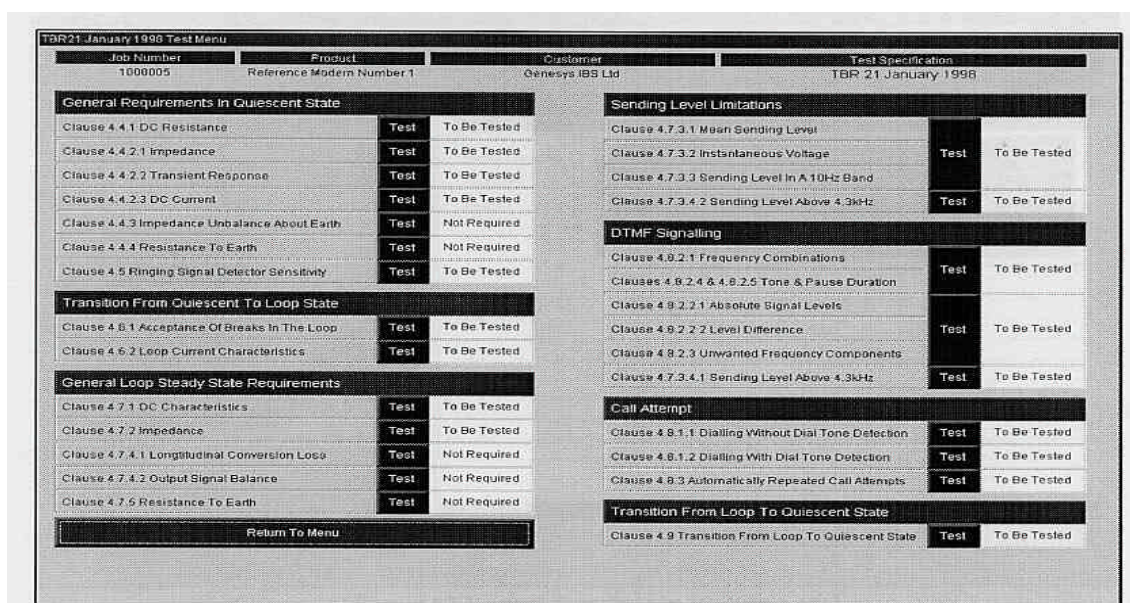


圖四 待測設備功能特色選單

2.6 建立正式的測試工作描述表單，如此才能自動產出及儲存為 Windows Word 格式的報告文件。

2.7 一旦完成正式測試工作表單後，即可進行指引測試(Conduct test)。

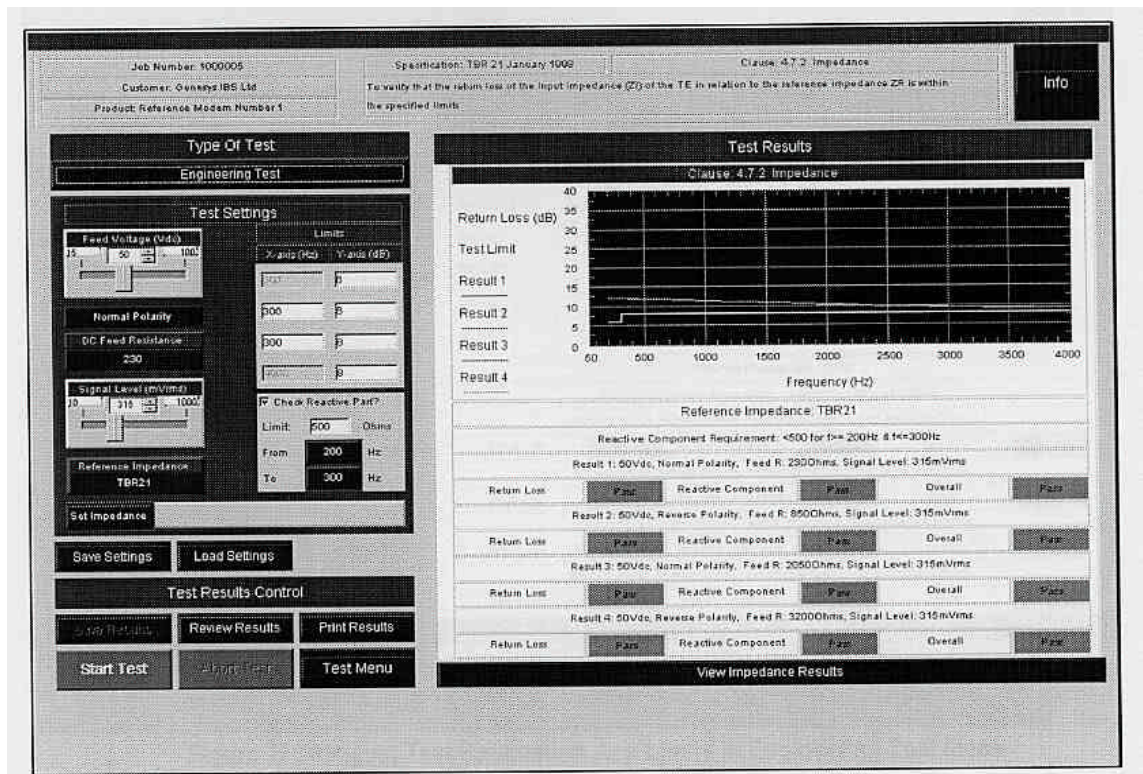
2.8 執行”Conduct Test”後，來至測試要件選單，選單中會 show 出該測試標準的詳細清單及其測試狀態，包括”待測”及”毋需測試”兩種狀態(如圖五所示)。



圖五 測試要件選單

以 TBR21 歐規技術規範為例，它會顯示出在靜止待機狀態的通則，或狀態轉換時的迴路瞬態測試項目，及其他閉迴路時的送信信號與撥號信號分析等項目。

- 2.9 此時可依操作者之需要進行個別項次測試或自動量測，操作者只須依螢幕上指示之指令，設定 EUT 之狀態，即可完成所有項次之量測。
- 2.10 測試員可依需要產製測試報告，測試員由測試標準選單進入製作報告畫面，加入觀測的結果，使報告更完整，或依需要編輯測報之內容，然後將測試結果列印或儲存燒錄最終測試結果。
- 2.11 測試操作人員可依現場需求進入工程測試模式(如圖六所示)，依經驗調整相關之參數或測試環境，進行重測、除錯(Debug)測試，或依據不同規範標準條件作必要之編輯或更新。



圖六 工程測試模式畫面

六、 Genesys PSTN21 量測不確定度評估(Measurement Uncertainty Analysis)

1. 前言：

目的：評估 PSTN 21 自動量測系統之量測不確定度

測試依據標準：TBR 21 (Technical Basis for Regulation 21)技術規範

評估依據：ISO 1995 年版量測不確定度表示指引(Guide to Expression of Uncertainty in Measurement)

2. 量測不確定度評估程序

評估量測不確定度，首先建立測試結果與測試過程中各種量測值，修正值或相關參數值間之數學模式，接著根據抽樣理論，或主觀機率分配，計算每一個量測值，修正值或相關參數值之標準不確定度，然後再根據不確定度傳播定律計算組合標準不確定度，由依據希望的信心水準，選定擴充係數，估算擴充不確定度。

量測不確定度評估步驟簡單說明如下：

(1) 建立數學模式

$$Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

Y=測試結果；X₁, X₂, X₃, …, X_n 為測試過程中各種參數輸入量

(2) 評估輸入量(X_i)變異(x_i)的標準不確定度 U(X_i)

每一估計值(x_i)依機率分佈情形轉換為標準不確定度 U(x_i)

(3) 評估輸入量時間的相關性

→單一輸入量時，通常不考慮相關性

*當輸入量 X_i 與 X_j 的估計值 x_i 與 x_j 有相關性時，輸入量會受到另一變數的影響，這時輸入量彼此無法獨立，則其組合不確定度就須修改。若可衡量其相關性，則加上相關變數的共變數。若不易衡量其相關性，則先對有關之 X_i 增加其不確定度。

✦當輸入量 X_i 與 X_j 的估計值 x_i 與 x_j 無相關性時，就可根據不確定度傳播定律 (The law of propagation of Uncertainty) 推導計算組合標準不確定度 (Combined standard Uncertainty) U_c(y)之公式。

(4) 決定組合不確定度 U_c(y)

當輸入量間無相關性時，根據不確定度傳播定律，組合標準不確定度

$$U_c^2(y) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 U^2(X_i)$$

其中 $U(X_i)$ 為 A 類或 B 類評估方法所估算之不確定度，

$\frac{\partial f}{\partial x_i}$ ：敏感係數，由偏微分方法計算而來，可以告訴我們當某一個值變動時，

對測試結果 Y 將會有多少影響。

(5) 決定擴充不確定度 $U(y)$

根據信心水準選擇擴充係數，將組合標準不確定度乘上 k ，即可得到擴充不確定度， $U(y) = U_c(y) \times k$

(6) 說明不確定度

說明在信心水準是 $p\%$ 時，擴充不確定度是 U 或者在信心水準是 $p\%$ 時，信賴區間是 $y-U$ 至 $y+U$

註：A 類(隨機)不確定度，是指受隨機誤差影響的不確定度，所以評估 A 類不確定度一般是藉由在相同量測條件下幾次獨立現測值統計分析所獲得之標準差。

B 類(系統)不確定度，是指除了 A 類不確定度外，所有會影響量測結果之不確定度，其中包括有：

- 測量人員的量測技術
- 對於相關材料如儀器性能的瞭解及操作
- 量測儀器的規格
- 校正或其他證書中所提供的數據
- 校正或其他保證中所見或參考數據的不確定度

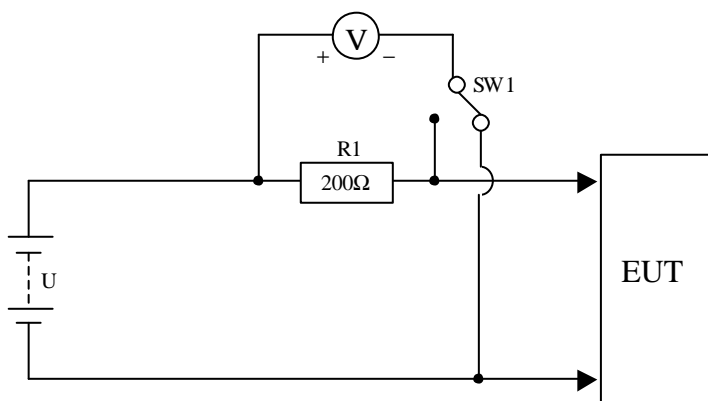
一般評估 B 類不確定度的方法是根據以對事件將發生的相信程度為依據的假設機率密度函數(通常稱為主觀機率)求的。

3. TBR21 測試集主要測試項目量測不確定度評估方法

(僅針對 B 類不確定度分析部份)

3.1 直流電阻量測 (DC Resistance Test) Clause 4.4.1

3.1.1 測試架構圖：



U=25Vdc, 50Vdc, 100Vdc

$$R_{dc} = \frac{V}{I} = \frac{V1}{\frac{V2}{200}} = 200 \frac{V1}{V2} (\Omega)$$

3.1.2 量測不確定度評估分析

擴充係數 k=2，信賴水準=95%

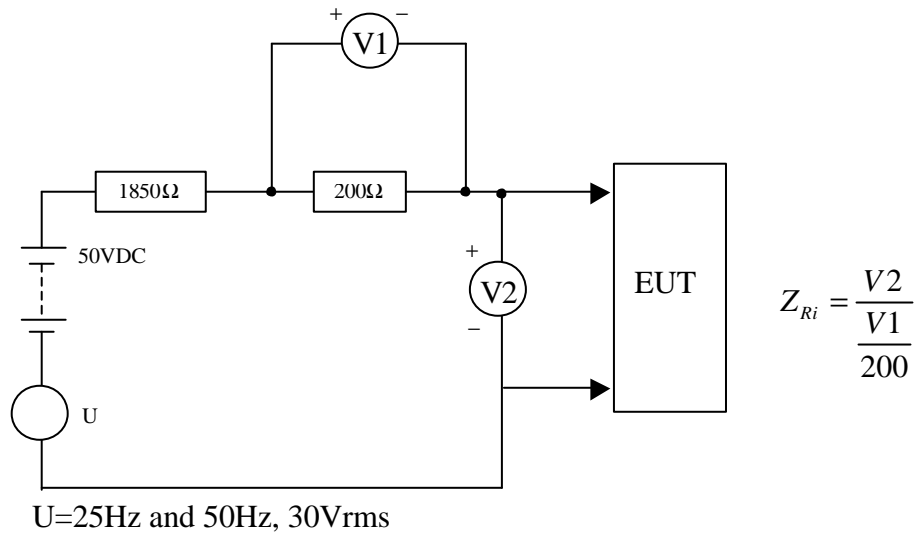
量測電壓範圍：直流饋電電壓：±150V

直流電阻量測範圍：400kΩ至 20MΩ

Measurement Type	Contributing Uncertainty Factors	Nominal tolerance of Contributing Factor (%)	Distribution Type	Standard Uncertainty (%)
DC Feed Voltage	DC Feed Voltage	1	Rectangular	0.577
DC Voltage used to determine line current	Resistor Value	0.5	Rectangular	0.289
	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital Rounding Error	0.0625	Rectangular	0.036
Measured DC Feed Voltage	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital rounding Error	0.0366	Rectangular	0.021
Combined Standard Uncertainty				0.652
Expanded Uncertainty (k=2)				1.304

3.2 振鈴時阻抗量測(Ringing Impedance Characteristics) Clause 4.4.2.1

3.2.1 測試架構圖：



3.2.2 量測不確定度評估分析：

擴充係數 k=2，信賴水準=95%

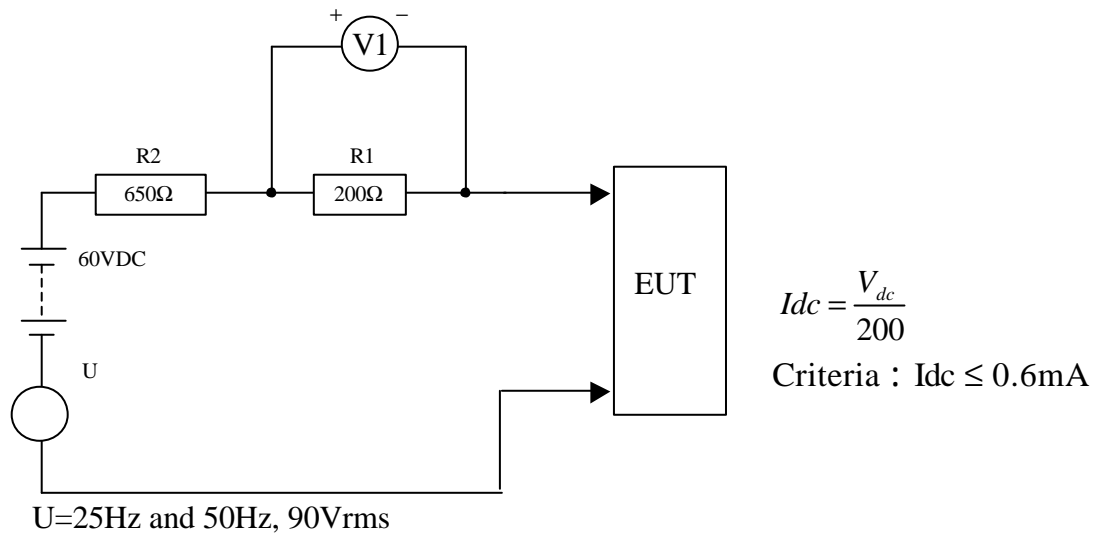
電壓量測範圍：V1：±10V V2：±300V

振鈴阻抗量測範圍：1200Ω to 40kΩ

Measurement Type	Contributing Uncertainty Factors	Nominal tolerance of Contributing Factor (%)	Distribution Type	Standard Uncertainty (%)
Ring Signal Voltage	Ring Signal Voltage	1	Rectangular	0.577
AC current via figure 1 resistor R1	Resistor Value	0.5	Rectangular	0.289
	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital Rounding Error	0.203	Rectangular	0.117
Measured AC Voltage at EUT terminals	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital rounding Error	0.244	Rectangular	0.141
Combined Standard Uncertainty				0.676
Expanded Uncertainty (k=2)				1.352

3.3 振鈴期間直流電流限制測試(DC Current) Clause 4.4.2.3

3.3.1 測試架構圖：



3.3.2 量測不確定度評估分析：

擴充係數 k=2，信賴水準=95%

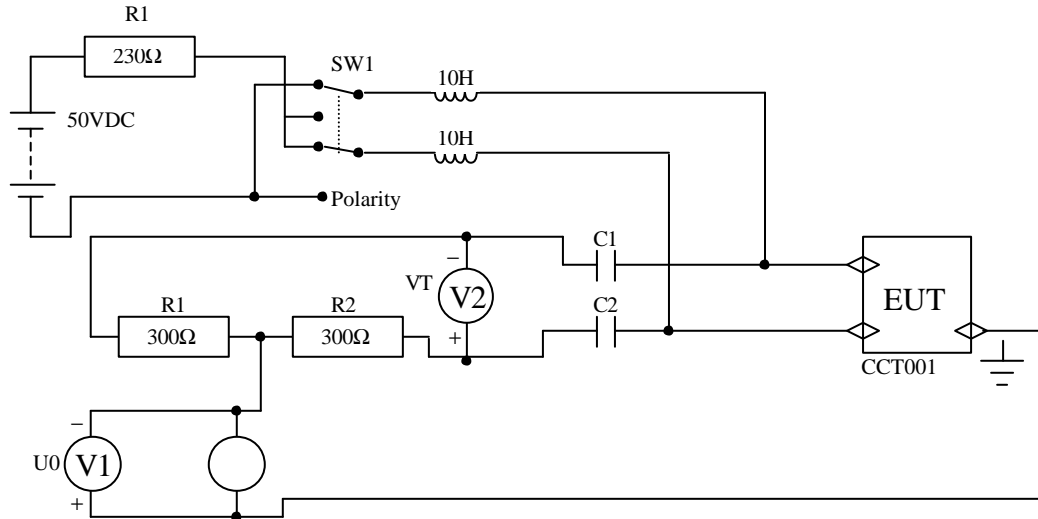
DC 饋電校正電壓範圍：± 100V

電壓量測範圍：Auto-ranging ± 5V

Measurement Type	Contributing Uncertainty Factors	Nominal tolerance of Contributing Factor (%)	Distribution Type	Standard Uncertainty (%)
DC Feed Voltage	DC Feed Voltage	1	Rectangular	0.577
DC Voltage Used to determine line current	Resistor Value	0.5	Rectangular	0.289
	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital Rounding Error	1.27	Rectangular	0.518
Measured DC Feed Voltage	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital Rounding Error	0.241	Rectangular	0.117
Combined Standard Uncertainty				0.832
Expanded Uncertainty (k=2)				1.664

3.4 對地阻抗不平衡度量測 (Impedance Unbalance About Earth) Clause 4.4.3

3.4.1 測試架構圖：



$$L.C.L. = 20 \log \left[\frac{U_0}{U_t} \right]$$

$$= 20 \log \left[\frac{V_1}{V_2} \right] dB$$

Note : The Impedance unbalance about earth is expressed as the Longitudinal Conversion Loss (LCL)

3.4.2 量測不確定度評估分析：

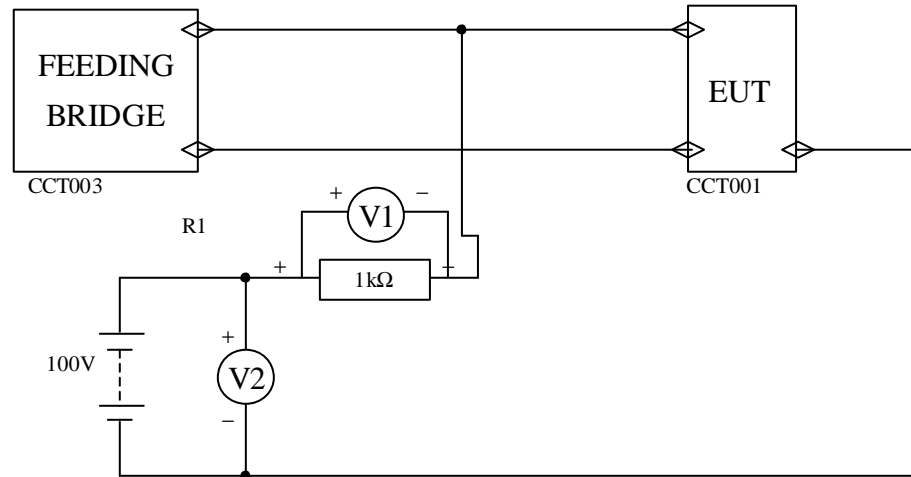
擴充係數 k=2，信賴水準=95%

電壓量測範圍：V0：± 50mV Vt：± 5V

Measurement Type	Contributing Uncertainty Factors	Nominal tolerance of Contributing Factor (%)	Distribution Type	Standard Uncertainty (%)
Measured AC Voltage U0	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital Rounding Error	0.158	Rectangular	0.091
Measured AC Voltage Ut	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital rounding Error	0.393	Rectangular	0.227
Combined Standard Uncertainty				0.258
Expanded Uncertainty (k=2)				0.516
Expanded Uncertainty (k=2) in dB at lower limit 46dB(worse case)				0.1dB

3.5 電話線對地直流電阻測試-絕緣阻抗(Resistance to Earth) Clause 4.4.4

3.5.1 測試架構圖：



$$R_{dc} = \frac{V2}{V1} - 1k(\Omega)$$

3.5.2 量測不確定度評估分析：

擴充係數 $k=2$ ，信賴水準=95%

DC 饋電校正電壓範圍： $V2: \pm 150V$

電壓量測範圍： $V1: \pm 5V$

Measurement Type	Contributing Uncertainty Factors	Nominal tolerance of Contributing Factor (%)	Distribution Type	Standard Uncertainty (%)
DC Feed Voltage	DC Feed Voltage	1	Rectangular	0.577
DC Voltage	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital Rounding Error	0.035	Rectangular	0.020
Measured DC Voltage Across 1k	Resistance value	0.5	Rectangular	0.289
	Channel Gain Accuracy	0.1	Rectangular	0.058
	Digital Rounding Error	0.135	Rectangular	0.088
Combined Standard Uncertainty				0.657
Expanded Uncertainty ($k=2$)				1.314

七、心得與建議

此次前往英國 Genesys IBS 公司，實習多國 PSTN 終端設備符合性自動測試設備相關測試技術，主要在於學習全球第一套功能最完整的多國 PSTN 終端設備符合性自動測試設備測試技術，瞭解主要國家最新電信 CPE 產品 PTT 檢驗規範與量測不確定度評估方法。雖然僅有短短的五天，但在接待人員熱誠而周詳的安排下，參訪了該公司研發部門、生產工廠及產品品質檢驗測試實驗室，與相關技術人員作經驗之交流，讓我對於其此一規模不是龐大的公司，為求生存與發展，從專業測試實驗室需求立場，將累積多年的測試實務經驗，規劃設計出經濟實用、具競爭力的自動測試設備，且能獲得眾多知名測試實驗室與製造公司的肯定與採用，感到相當地佩服。

根據觀察得知，該公司長時期不間斷的研發與掌握全世界主要國家測試技術規範，及時推出前瞻性產品，並不斷改善性能與品質適時滿足測試市場需求，方能在瞬息萬變的通信測試領域佔有一席之地。本實驗室具多年的測試經驗與前瞻的測試技術支援體系，但長期以來一向以支援各分公司營運為首要政策目標，再加上稍嫌不足的業務展拓人力與實際的電信產品進出口經驗，往往無法掌握進口地的法令規章及認證流程，一直無法開展國外測試業務，個人認為若能與國外知名且實務經驗豐富之檢測機構交流合作，比如與英國 Genesys IBS Ltd 等公司達成分工合作互利的策略聯盟，建立並提供國內外廠商完整的單一認證窗口，適時伸出國際化觸角，並積極與國內外大廠策略聯盟，加強行銷與管理，及時滿足客戶測試需求，持續精進方能在未來嚴苛的競爭環境立於不敗之地。

本次出國研習多國 PSTN 終端設備符合性自動測試相關技術，幸賴有 Genesys IBS Ltd 公司及代理商蓋通股份有限公司全力支援與配合，使得整個實習研習過程圓滿順利，一切能符合預定計畫達成研習目標。