

非對稱數位用戶迴路 (ADSL) 終端設備及分歧器 (POTS SPLITTER) 技術規範

1. 依據

本規範係依據電信法第四十二條第一項規定訂定之。

2. 適用範圍

本規範適用於用戶端之非對稱數位用戶迴路 (ADSL) 終端設備 (ATU-R) 及分歧器 (POTS Splitter)。

3. 內容及參考

3.1 本規範係參考國際電信聯盟 ITU-T Rec. G.992.1、G.992.3、G.992.5 及 G.996.1 等有關 ATU-R 通信介面測試方法相關標準訂定。

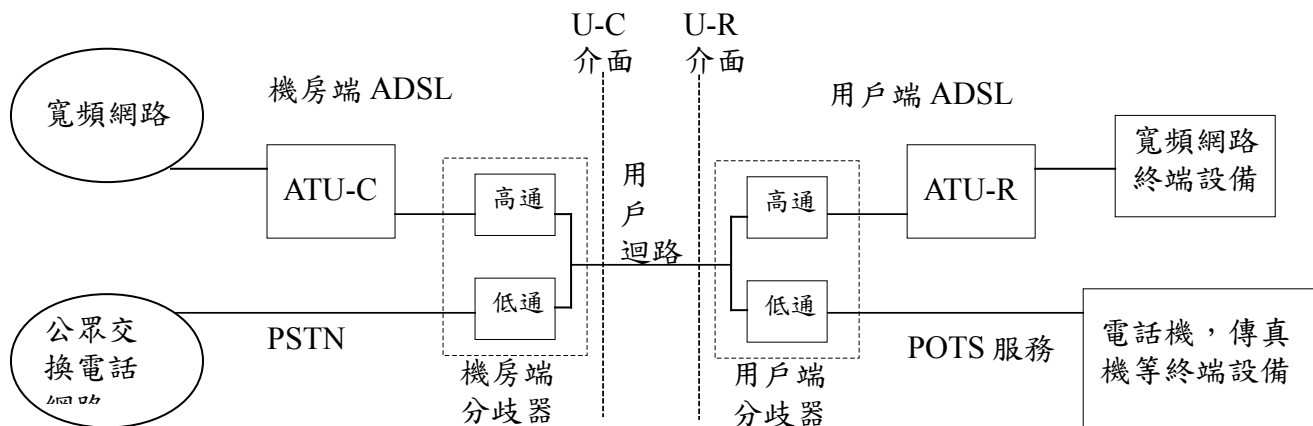
3.2 為考量我國非對稱數位用戶迴路終端設備及分歧器通信介面技術規格與國際技術標準之一致性，本規範所定之測試項目、合格標準及測試方法，本會將遵循技術標準最新版本之相關規定。

4. 縮寫字

ADSL	非對稱數位用戶迴路	Asymmetric Digital Subscriber Line
ATU-C	機房端 ADSL 設備	ADSL Transceiver Unit - central office
ATU-R	用戶端 ADSL 終端設備	ADSL Transceiver Unit - remote terminal
ERL	回音回流損失	Echo Return Loss
PSD	功率頻譜密度	Power Spectrum Density (dBm/Hz)
POTS	傳統電話服務	Plain Old Telephone Service
SRL	鳴音回流損失	Singing Return Loss

5. ADSL 系統架構

非對稱數位用戶迴路 (ADSL) 寬頻接取網路服務之提供，機房端係利用 ATU-C 透過寬頻網路與 ISP 互連，用戶端則為 ADSL 設備，在原有市話線路上同時提供高速數據服務。其網路架構圖 (依據 ITU-T Rec. G.992.1) 如下所示：



6. 檢驗項目及合格標準

6.1 POTS Splitter 檢驗明細表

項次	檢驗項目	合格標準	檢驗數據	結果判定
1	直流迴路電阻	位於 POTS 介面上，從 Tip 至 Ring 的直流電阻值必須小於等於 25Ω。		
2	直流絕緣電阻	將相對應的 U-R 介面，位於 POTS 介面從(1)Tip 至 Ground(2)Ring 至 Ground 或是(3)Tip 至 Ring 的直流絕緣電阻值皆須大於 5MΩ。		
3	語音頻帶插入損失	模擬測試迴路或實際電纜(1004Hz 語音頻帶) ：小於 1.0dB		
4	ADSL 頻帶衰減	ADSL 頻帶 32kHz~300kHz : 大於 65dB ADSL/ADSL2 頻帶 300kHz~1140kHz : 大於 55dB ADSL2+ 頻帶 300kHz~2208kHz : 大於 55dB		
5	語音頻帶衰減失真	語音頻帶衰減失真的容許範圍如表一		
6	語音頻帶延遲失真	語音頻帶延遲失真的容許範圍如表二		
7	語音頻帶回流損失	語音頻帶回流損失的容許範圍如表三		
8	語音頻帶縱向平衡	縱向平衡度在 0.2~1kHz 測試頻段不得小於 58dB，並逐步測試至 3kHz 時仍能達 53dB 以上的縱向平衡度。		
9	語音頻帶負載電容量	(1) 用戶端分歧器未接 ATU-R，其輸入電容值應在 20n~115nF 間。 (2) 內建式分歧器之 ATU-R，POTS 介面之輸入電容值應在 40n~150nF 間。 (3) 用戶分歧器的迴路線埠 Tip 或 Ring 任一線路對 Ground 的雜散電容值應小於 1.0nF。		
10	雷擊試驗	用戶端分歧器 U-R 介面須經 Type A 及 Type B 雷擊波之試驗： (1) 經 Type A 雷擊波試驗後：不得造成設備的短路狀態且直流絕緣電阻須大於 5MΩ。 (2) 經 Type B 雷擊波試驗後：須可正常工作。		

說明		0.2 – 3.4kHz		3.4 – 4.0kHz	
模擬測試迴路 或實際電纜	ZTc=900Ω	ZTr=600Ω	+1.5 dB	-1.5 dB	+2.0 dB -2.0 dB

表一 語音頻帶衰減失真的容許範圍

說明	0.6-3.2 kHz	0.2-4.0 kHz
----	-------------	-------------

模擬測試迴路 或實際電纜	ZTc=900Ω	ZTr=600Ω	< 200 μs	<250 μs
-----------------	----------	----------	----------	---------

表二 語音頻帶延遲失真的容許範圍

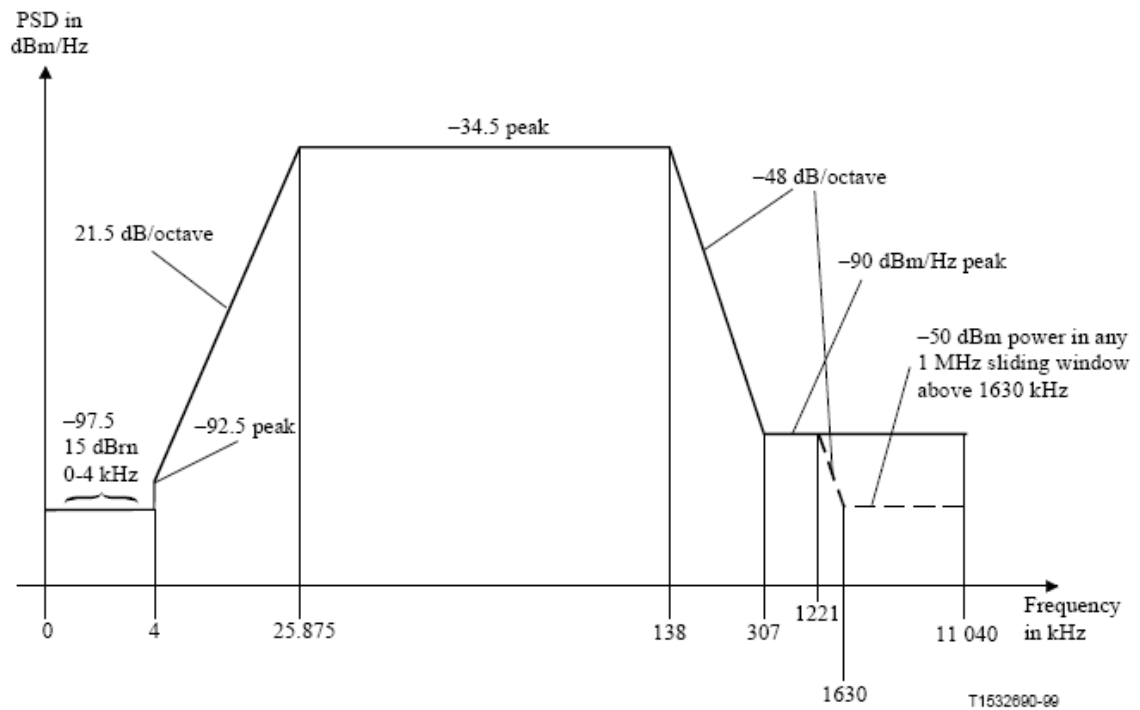
Zref	Zterm	ERL	SRL-L	SRL-H	備註
ZNL-r	900Ω+2.16μF	> 6 dB	> 5 dB	> 3 dB	
ZNL-r	900Ω+2.16μF	N/A	N/A	> 2 dB	個別頻率

表三 語音頻帶回流損失的容許範圍

6.2 ATU-R 檢驗明細表

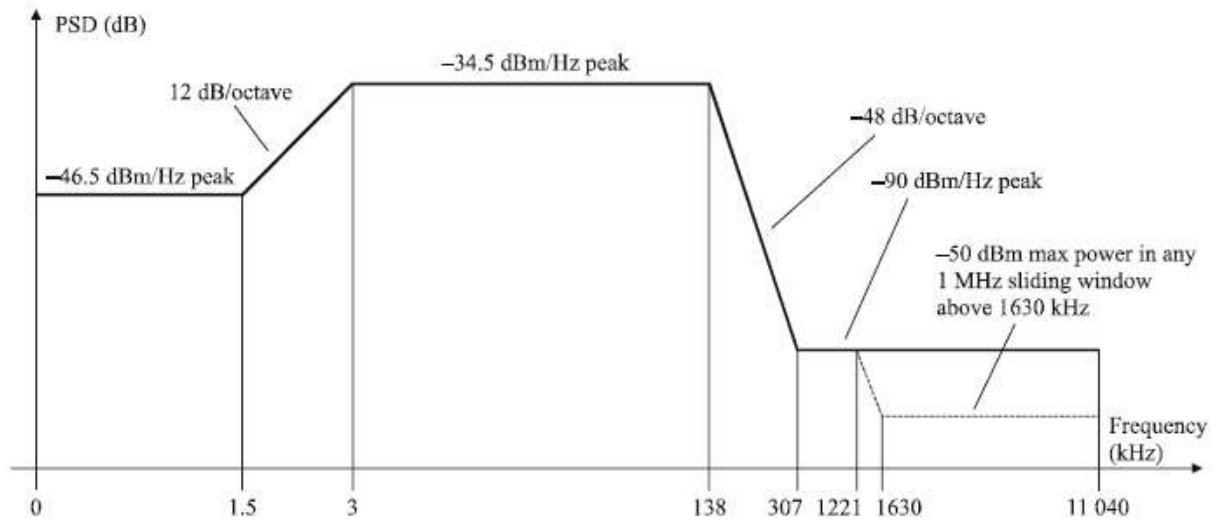
項次	檢驗項目	合格標準	檢驗數據	結果判定
1	發送信號頻帶 功率頻譜密度 響應及高低禁 制頻帶限制	<ul style="list-style-type: none"> ● G.992.1 ATU-R transmitter PSD mask 及 G.992.3 Over POTS Mode ATU-R transmitter PSD mask 如表四；(for ADSL/ADSL2) ● G.992.3 All Digital Mode ATU-R transmitter PSD mask 如表五；(for ADSL2) ● G.992.5 ATU-R Over POTS Mode transmitter PSD mask 如表六；(for ADSL2+) ● G.992.5 All Digital Mode ATU-R transmitter PSD mask 如表七；(for ADSL2+) ● G.992.3, G.992.5 ATU-R Over POTS Mode with Extended Upstream Bandwidth transmitter PSD mask 如表八。(for ADSL2/ADSL2+) 		
2	發送信號總功 率限制	<ul style="list-style-type: none"> ● G.992.1 Total Signal Power 須小於 13dBm。(for ADSL) ● G.992.3 over POTS mode Total Signal Power 須小於 13dBm；All Digital Mode Total Signal Power 須小於 13.8dBm。(for ADSL2) ● G.992.5 over POTS mode Total Signal Power 須小於 13dBm；All Digital Mode Total Signal Power 須小於 13.8dBm。(for ADSL2+) 		
3	ADSL 縱向平 衡度	大於 40dB		

4	輸入阻抗	於 U-R 介面阻抗值應介 1.1 k Ω ~ 2.0 k Ω ,其電容值應介於 20~34 nF		
5	雷擊試驗	於 U-R 介面及 AC 電源須經 Type A 及 Type B 雷擊波之試驗： (1)經 Type A 雷擊波試驗後：不得造成設備的短路狀態且直流絕緣電阻須大於 5M Ω 。 (2)經 Type B 雷擊波試驗後：須可正常工作		
6	電氣安全	符合 CNS 14336 標準		
7	電磁相容	符合 CNS 13438 標準		



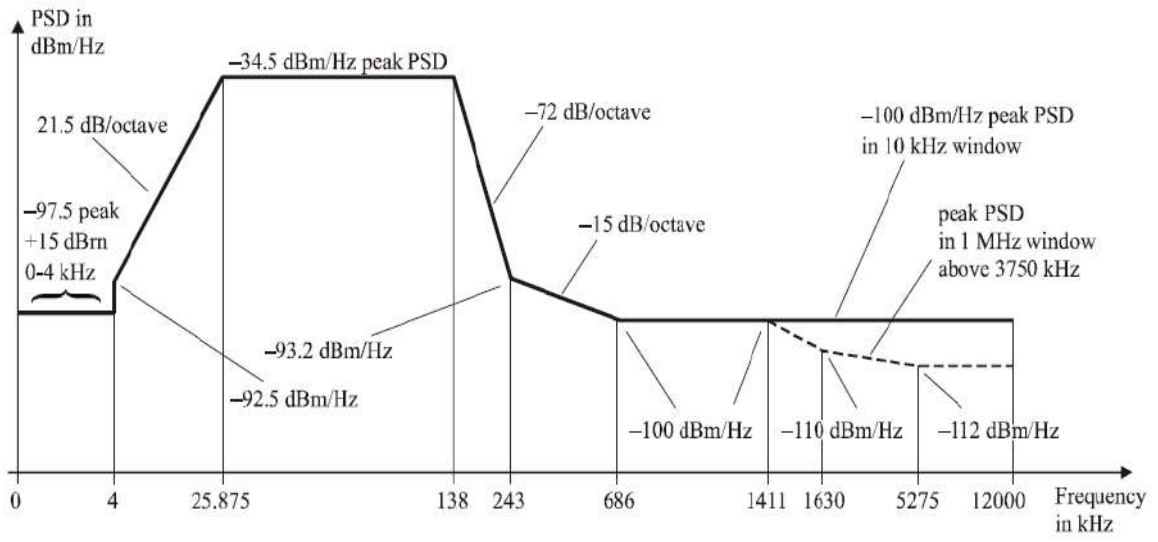
頻帶 f(kHz)	限制曲線方程式(dBm/Hz)
0<f<4	-97.5，在 0-4kHz 頻帶裡具有最大功率+15dBm
4<f<25.875	$-92.5 + 21.5 \times \log_2(f/4)$
25.875<f<138	-34.5
138<f<307	$-34.5 - 48 \times \log_2(f/138)$
307<f<1221	-90
1221<f<1630	-90 峰值，在 [f,f+1MHz] 頻帶訊窗裡具有最大功率 $[-90 - 48 \times \log_2(f/1221)+60]$ dBm
1630<f<11040	-90 峰值，在 [f,f+1MHz] 頻帶訊窗裡具有最大功率 -50 dBm

表四 G.992.1/ G.992.3 Over POTS Mode ATU-R transmitter PSD Mask



頻帶 f(kHz)	限制曲線方程式(dBm/Hz)
$0 < f \leq 1.5$	-46.5
$1.5 < f \leq 3$	$-34.5 + 12 \times \log_2(f/3)$
$3 < f \leq 138$	-34.5
$138 < f \leq 307$	$-34.5 - 48 \times \log_2(f/138)$
$307 < f \leq 1221$	-90
$1221 < f \leq 1630$	-90 峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率 $[-90 - 48 \times \log_2(f/1221) + 60]$ dBm
$1630 < f \leq 11040$	-90 峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率 -50 dBm

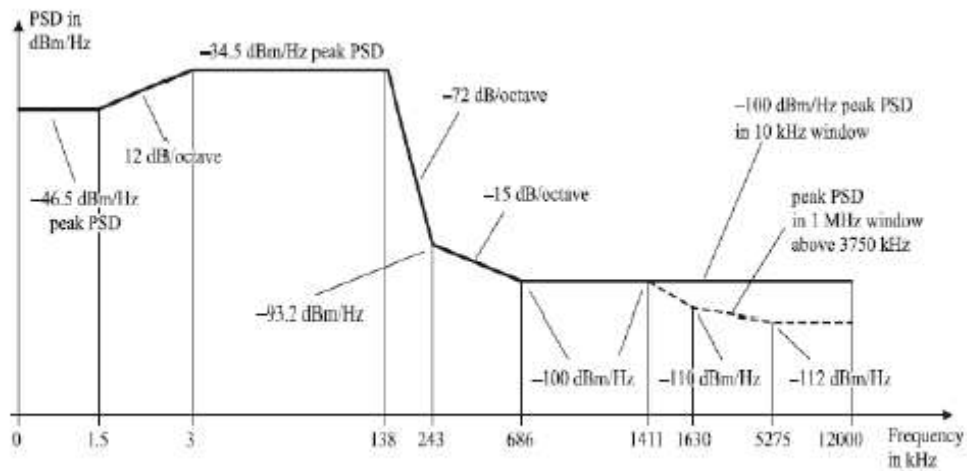
表五 G.992.3 All Digital Mode ATU-R transmitter PSD mask



Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
$686 < f \leq 1411$	-100	1 MHz
$1411 < f \leq 1630$	-100峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率 $[-100 - 48 \times \log_2(f/1411)+60]$ dBm	1 MHz
$1630 < f \leq 5275$	-100峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率 $[-110 - 1.18 \times \log_2(f/1630)+60]$ dBm	1 MHz
$5275 < f \leq 12000$	-100峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率-52dBm	1 MHz

G.992.5 Over POTS Mode ATU-R transmitter PSD mask

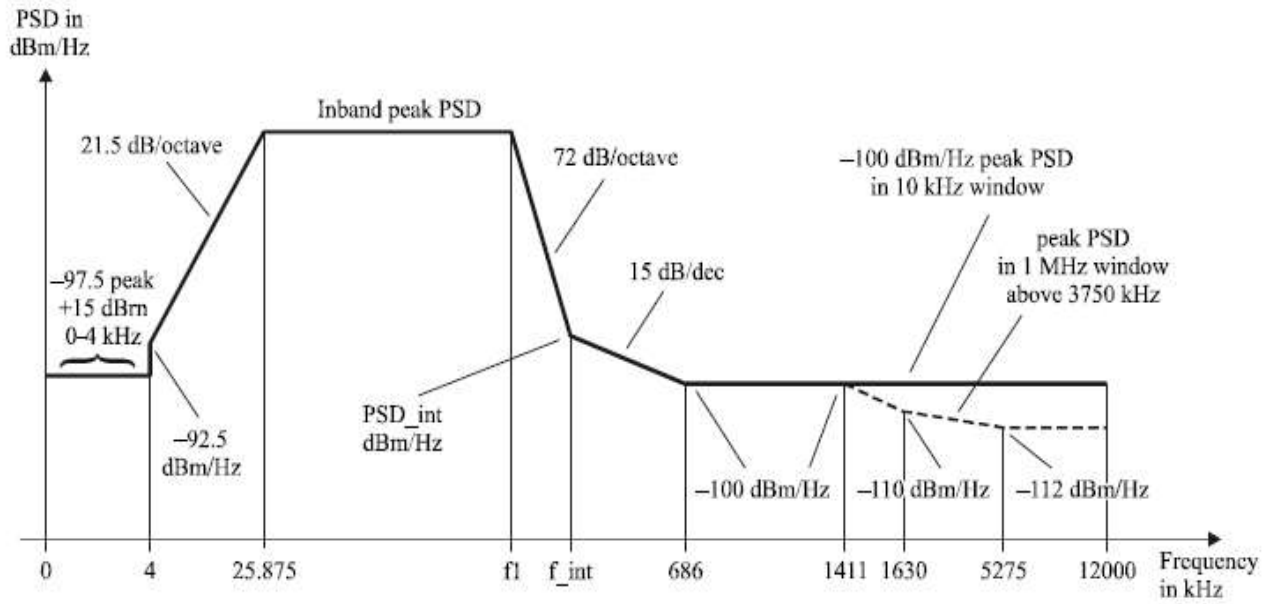
Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
0	-46.5	100 Hz
1.5	-46.5	100 Hz
3	-34.5	100 Hz
10	-34.5	10 kHz
138	-34.5	10 kHz
243	-93.2	10 kHz
686	-100	10 kHz
5275	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz



Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
686<f≤1411	-100	1 MHz
1411<f≤1630	-100峰值，在[f,f+1MHz]頻帶訊窗裡具有最大功率[-100 - 48 x log ₂ (f/1411)+60] dBm	1 MHz
1630<f≤5275	-100峰值，在[f,f+1MHz]頻帶訊窗裡具有最大功率[-110 - 1.18 x log ₂ (f/1630)+60] dBm	1 MHz
5275<f≤12000	-100峰值，在[f,f+1MHz]頻帶訊窗裡具有最大功率-52dBm	1 MHz

表
七

G.992.5 All Digital Mode ATU-R transmitter PSD mask



Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
0	- 97.5	100 Hz
4	- 97.5	100 Hz
4	-92.5	100 Hz
10	interpolated	10 kHz
25.875	Inband peak PSD	10 kHz
f_1	Inband peak PSD	10 kHz
f_{int}	PSD_int	10 kHz
686	-100	10 kHz
5275	-100	10 kHz
12000	-100	10 kHz

Additionally, the PSD mask shall be satisfying the following requirements:

Frequency (kHz)	PSD level (dBm/Hz)	MBW
$686 < f \leq 1411$	-100	1 MHz
$1411 < f \leq 1630$	-100峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率 $[-100 - 48 \times \log_2(f/1411)+60]$ dBm	1 MHz
$1630 < f \leq 5275$	-100峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率 $[-110 - 1.18 \times \log_2(f/1630)+60]$ dBm	1 MHz
$5275 < f \leq 12000$	-100峰值，在 $[f, f+1\text{MHz}]$ 頻帶訊窗裡具有最大功率-52dBm	1 MHz

Table M.3/G.992.5 – Inband_peak PSD, PSD_int and the frequencies f_1 and f_{int}

Upstream mask-number	Designator	Template nominal PSD (dBm/Hz)	Template maximum aggregate transmit power (dBm)	Inband peak PSD (dBm/Hz)	Frequency f_1 (kHz)	Intercept frequency f_{int} (kHz)	Intercept PSD level PSD_{int} (dBm/Hz)
1	EU-32	-38.0	12.5	-34.5	138.00	242.92	-93.2
2	EU-36	-38.5	12.62	-35.0	155.25	274.00	-94.0
3	EU-40	-39.0	12.66	-35.5	172.50	305.16	-94.7
4	EU-44	-39.4	12.75	-35.9	189.75	336.40	-95.4
5	EU-48	-39.8	12.78	-36.3	207.00	367.69	-95.9
6	EU-52	-40.1	12.87	-36.6	224.25	399.04	-96.5
7	EU-56	-40.4	12.94	-36.9	241.50	430.45	-97.0
8	EU-60	-40.7	12.97	-37.2	258.75	461.90	-97.4
9	EU-64	-41.0	12.98	-37.5	276.00	493.41	-97.9

表八 G.992.3 G.992.5 over POTS with extended upstream bandwidth ATU-R transmitter PSD mask

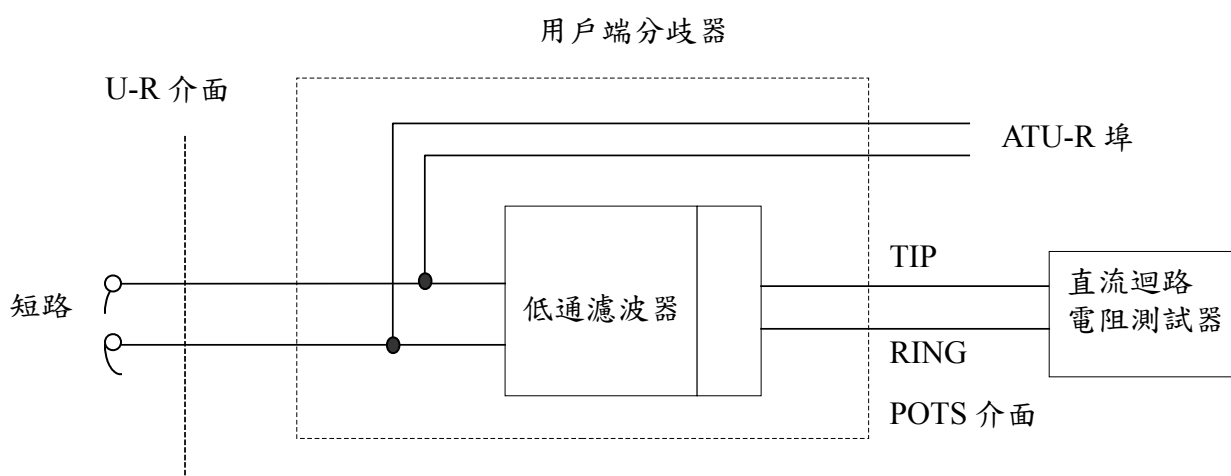
6.3 ATU-R 內含 POTS Splitter 者適用§6.1 及§6.2 節檢驗項次。

7. POTS Splitter 通信介面測試

7.1 直流迴路電阻 (DC Loop Resistance)

7.1.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器，直流迴路電阻應符合 §6.1 POTS Splitter 檢驗明細表之合格標準。

7.1.2 接線方式：



圖一 POTS 介面上 TIP 至 RING 的直流電阻測試

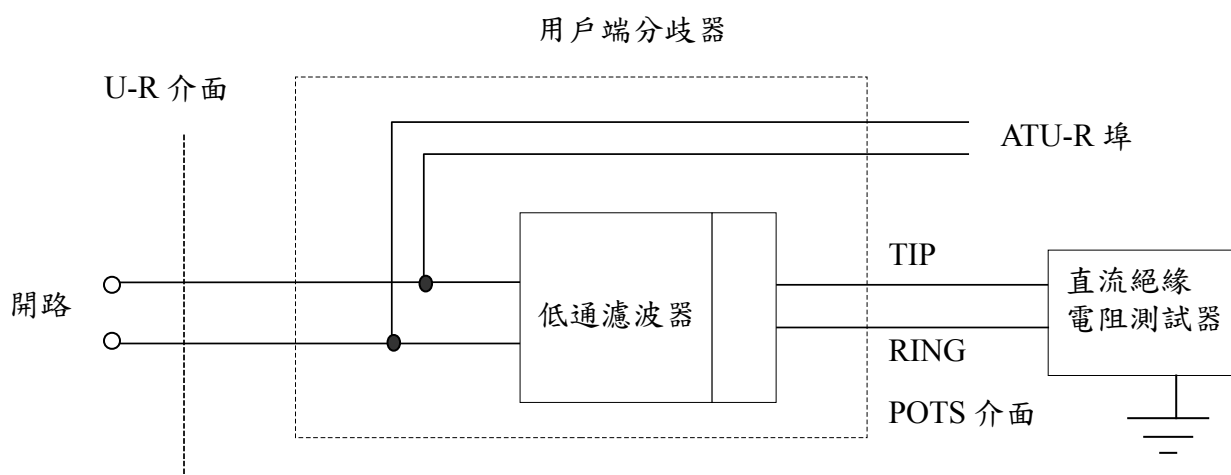
7.1.3 測試步驟：

- (1) 將直流迴路電阻測試器與用戶端分歧器連接如圖一。
- (2) U-R 介面短路，將直流迴路電阻測試器輸出之迴路電流調整至 10mA。
- (3) 使用電錶量測用戶端分歧器之 TIP 與 RING 直流電壓值。
- (4) 將量得之電壓值除以迴路電流值計算於電話線迴路偏壓下之直流電阻值，並記錄結果。
- (5) 重複上述的測試步驟，將迴路電流從分別調整為 20mA、60 mA 與 100mA。
- (6) 計算用戶端分歧器 TIP 與 RING 之直流迴路電阻值。

7.2 直流絕緣電阻 (Insulation Resistance)

7.2.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器，其直流絕緣電阻應符合§6.1 POTS Splitter 檢驗明細表之合格標準。

7.2.2 接線方式：



圖二 位於 POTS 介面上，TIP 或 RING 至 GROUND，或 TIP 至 RING 之直流絕緣電阻測試

7.2.3 測試步驟：

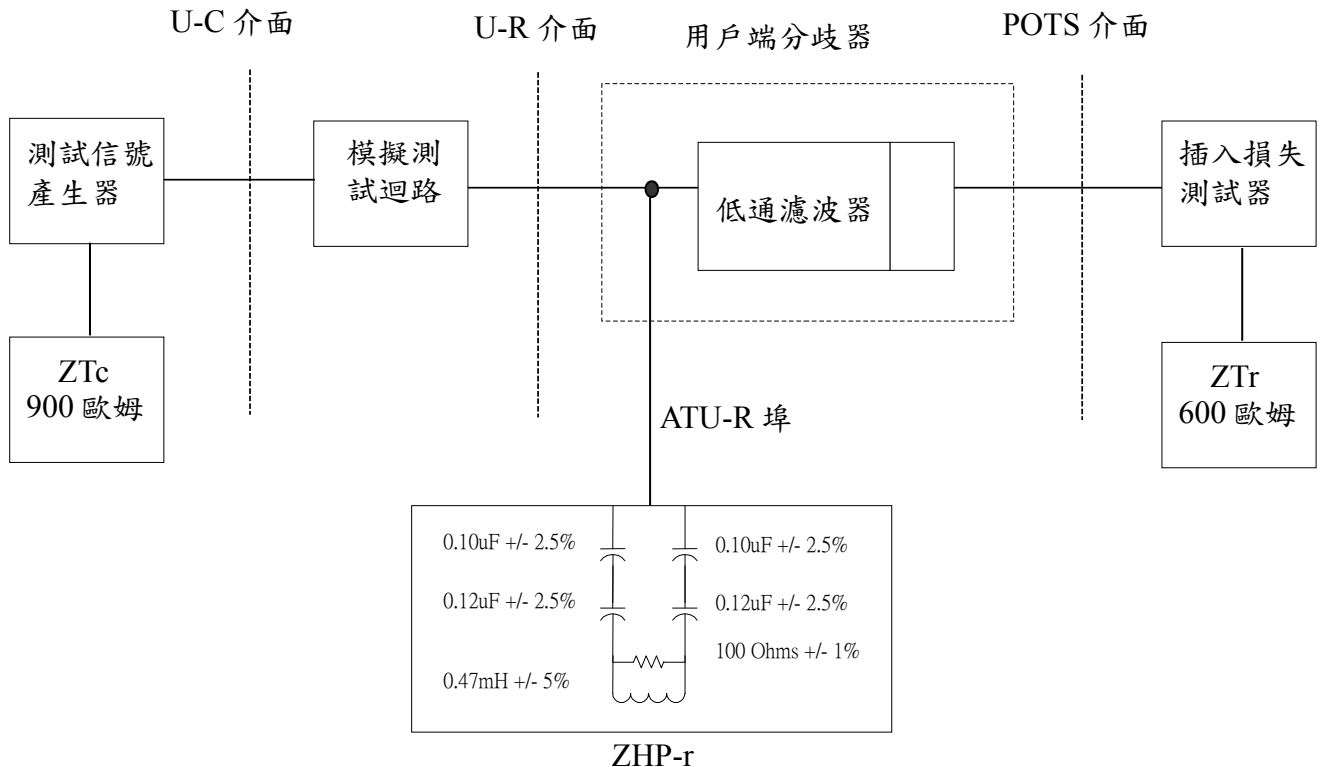
- (1) 將直流絕緣電阻測試器與用戶端分歧器連接如圖二。
- (2) 將 U-R 介面開路，調整直流絕緣電阻測試器輸出電壓為 DC100V。
- (3) 使用直流絕緣電阻測試器量測在 POTS 介面上，RING 與 GROUND 間之直流絕緣電阻值，並記錄結果。
- (4) 使用直流絕緣電阻測試器量測在 POTS 介面上，TIP 與 GROUND 間之直流絕緣電阻值，並記錄結果。
- (5) 使用直流絕緣電阻測試器量測在 POTS 介面上，RING 與 TIP 間之直流絕緣電阻值，並記錄結果。

7.3 語音頻帶插入損失 (Insertion Loss in the Voice Band)

7.3.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器與模擬測試迴路聯結時，在語音（1004Hz）頻帶的插入損失應符合§6.1 POTS Splitter 檢驗明細表之合格標準。

模擬測試迴路定義：指 0, 0.5kft, 2.0kft, 5.0 kft pairs of 26 AWG Cable.

7.3.2 接線方式：



Note: ZHP-r：用戶端高通阻抗，零件規格詳如圖所示

圖四 語音頻帶插入損失測試接線圖

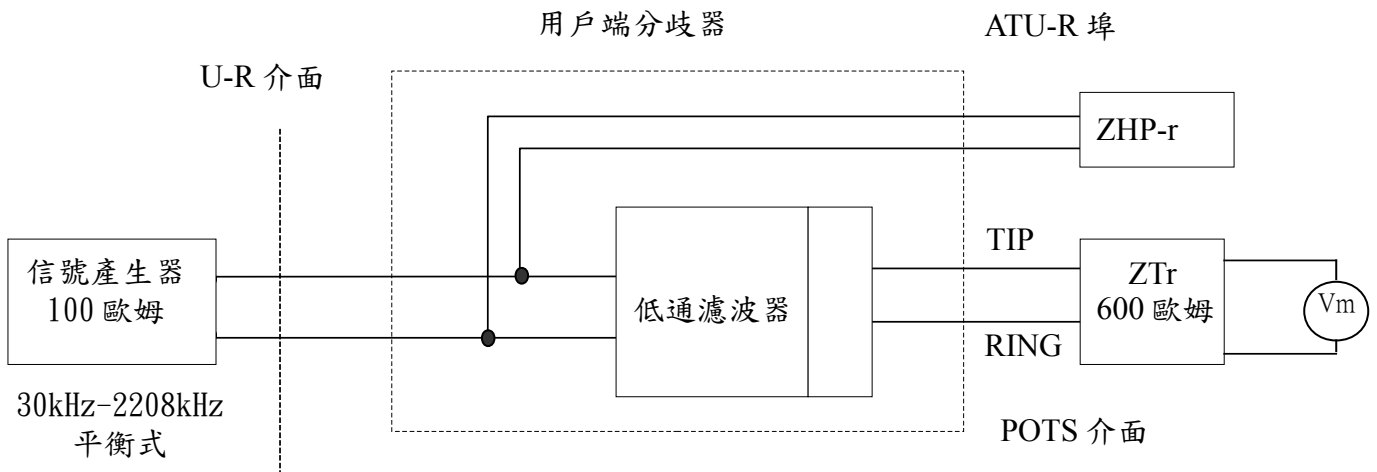
7.3.3 測試步驟：

- (1) 將插入損失測試器及模擬測試迴路連接如圖四。
- (2) 選用 26AWG 0ft 模擬測試迴路，量測系統尚未連接分歧器與高通阻抗 (ZHP-r) 電路前，在 1004Hz 測試信號下之插入損失，並記錄結果。
- (3) 將用戶端分歧器與高通阻抗 (ZHP-r) 依圖四插入系統接線，量測在 1004Hz 測試信號下之插入損失，並記錄結果。
- (4) 分別改選用短迴路 26AWG 5kft 測試迴路，重複上述測試步驟，並記錄結果。
- (5) 計算介接用戶端分歧器後產生之插入損失，並記錄結果。

7.4 ADSL 頻帶衰減 (Attenuation in the ADSL Band)

7.4.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器，在 ADSL 頻帶信號之衰減應符合§6.1 POTS Splitter 檢驗明細表之合格標準。

7.4.2 接線方式：



圖五 ADSL 頻帶衰減測試接線圖

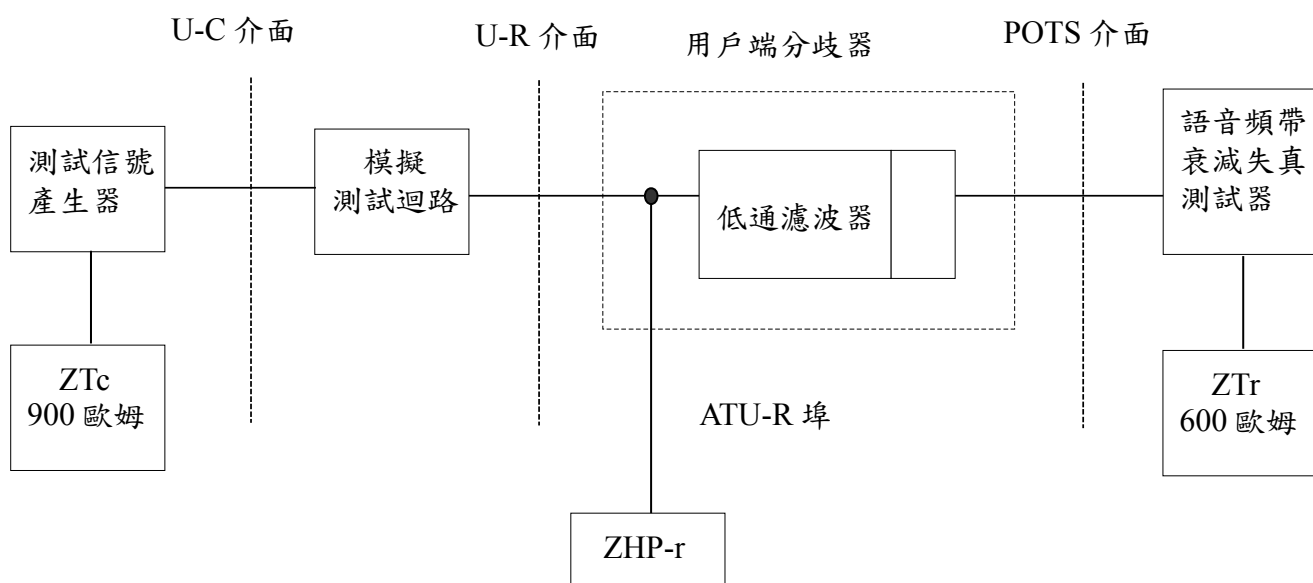
7.4.1 測試步驟：

- (1) 將 ADSL 頻帶信號產生器、Vm 選頻位準測試器、高通阻抗(ZHP-r)電路、用戶端分歧器連接如圖五。
- (2) 量測 ADSL 頻帶衰減，並記錄結果。

7.5 語音頻帶衰減失真 (Attenuation Distortion in the Voice Band)

7.5.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器與模擬測試迴路聯結時，其語音頻帶衰減失真應符合表一之容許範圍。

7.5.2 接線方式：



圖六 語音頻帶衰減失真測試接線圖

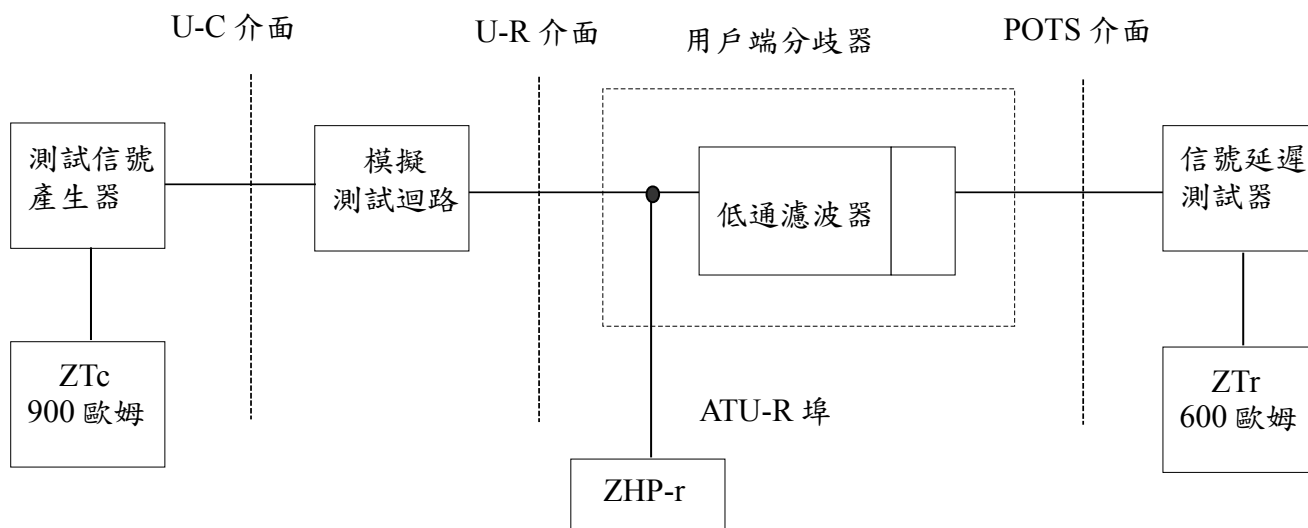
7.5.3 測試步驟：

- (1) 將語音頻帶衰減失真測試器、測試信號產生器及模擬測試迴路連接如圖六。
- (2) 選用 26AWG 0ft Cable 模擬測試迴路，量測系統尚未連接分歧器與高通阻抗(ZHP-r)電路前，在 200Hz 至 3400Hz 測試信號下之插入損失，並記錄結果。
- (3) 將分歧器與高通阻抗(ZHP-r)電路插入系統接線中，量測在 200Hz 至 3400Hz 測試信號下之衰減失真，並列印記錄結果。
- (4) 量測系統連接分歧器與高通阻抗(ZHP-r)電路，在 1004Hz 測試信號下之衰減失真，並和上述衰減失真之測試結果作比較並記錄。
- (5) 重複上述測試程序，量測 3400Hz 至 4000Hz 測試信號下之衰減失真，並和在 1004Hz 測試信號下之衰減失真，作比較並記錄。
- (6) 分別選用短迴路 26AWG 0.5kft, 2.0kft, 5kft Cable 測試迴路，重複上述測試步驟，並記錄結果。

7.6 語音頻帶延遲失真 (Delay Distortion in the Voice band)

7.6.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器與模擬測試迴路聯結時，其語音頻帶延遲失真應符合表二之容許範圍。

7.6.2 接線方式：



圖七 語音頻帶延遲失真測試接線圖

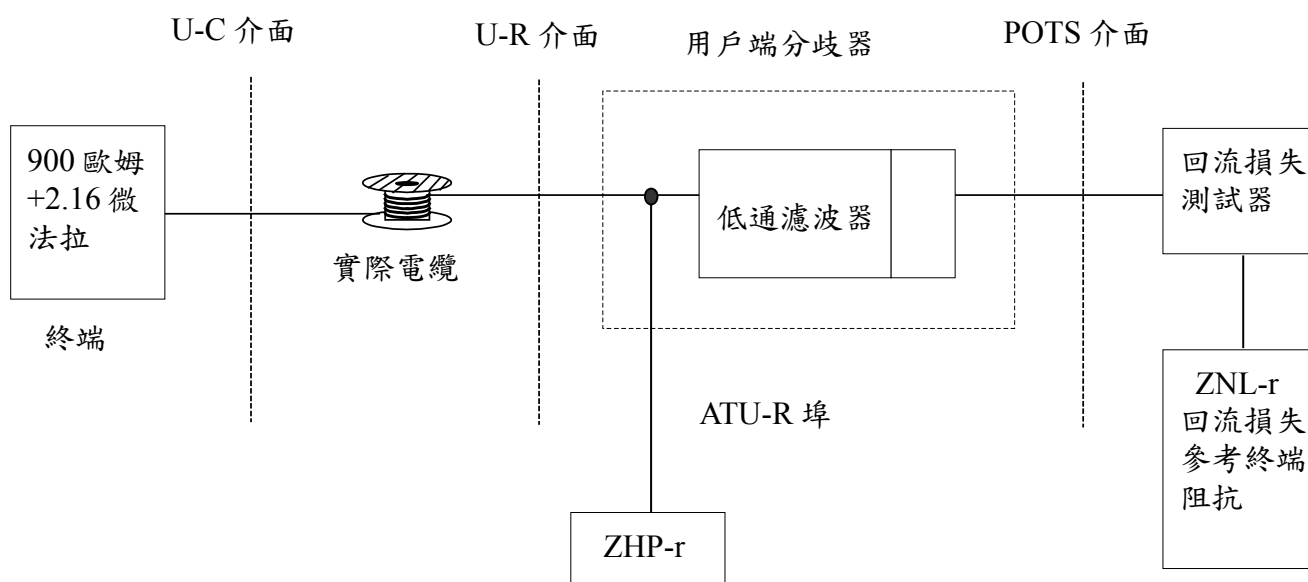
7.6.3 測試步驟：

- (1) 將信號延遲測試器、測試信號產生器、高通阻抗(ZHP-r)電路、用戶端分歧器及模擬測試迴路連接如圖七。
- (2) 選用 26AWG 0ft Cable 模擬測試迴路，量測系統尚未連接分歧器與高通阻抗(ZHP-r)電路前，在 600Hz 至 3200Hz 測試信號下之信號延遲，並記錄結果。
- (3) 將分歧器與高通阻抗(ZHP-r)電路插入系統接線中，量測在 600Hz 至 3200Hz 測試信號下之信號延遲，並和上述信號延遲之測試結果作比較並記錄。
- (4) 選用 26AWG 0ft Cable 模擬測試迴路，量測系統尚未連接分歧器與高通阻抗(ZHP-r)電路前，在 200Hz 至 4000Hz 測試信號下之信號延遲，並記錄結果。
- (5) 將分歧器與高通阻抗(ZHP-r)電路插入系統接線中，量測在 200Hz 至 4000Hz 測試信號下之信號延遲，並和上述信號延遲之測試結果作比較並記錄。
- (6) 分別選用短迴路 26AWG 0.5kft, 2.0kft, 5kft Cable 測試迴路，重複上述測試步驟，並記錄結果。

7.7 語音頻帶回流損失 (Return Loss in the Voice band)

7.7.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器與模擬測試迴路聯結時，其語音頻帶回流損失應符合表三之容許範圍。

7.7.2 接線方式：



圖八 回流損失測試接線圖

備註 1：回流損失參考終端阻抗 ZNL-r 相當於從用戶端看出去的無負載迴路模型，是由 348Ω 電阻串聯 100nF 電容的組合，再並聯 1330Ω 電阻而成。

備註 2：高通阻抗 ZHP-r 相當於從電話迴路，透過用戶端分歧器所看到的 ATU-R 電路阻抗，詳細規格如圖四所示。

備註 3：實際電纜：1kft pairs of 26AWG Cable。

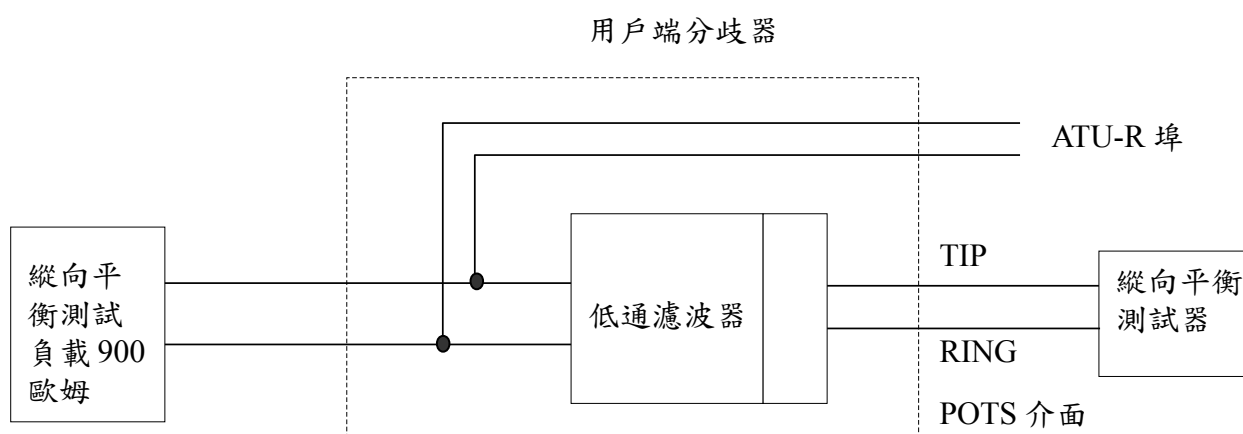
7.7.3 測試步驟：

- (1) 將回流損失測試器、高通阻抗(ZHP-r)電路、用戶端分歧器、用戶端回流損失參考終端阻抗(ZNL-r)、機房端電話交換機等效阻抗及實際電纜一網連接如圖八。
- (2) 量測回流損失，並記錄結果。
- (3) 選用 2200Hz 至 3400Hz 之個別頻率，重複上述測試步驟，並記錄結果。

7.8 語音頻帶縱向平衡 (Longitudinal Balance Testing in the Voice band)

7.8.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器，在語音頻帶的縱向平衡應符合§6.1 POTS Splitter 檢驗明細表之合格標準。

7.8.2 接線方式：



圖九 縱向平衡測試接線圖

註：輔助測試電路的縱向平衡度必須 $>77\text{dB}$ ，測試信號峰對峰值電壓不得高於 3V ，且測試時須加入 25mA 的迴路偏壓電流。

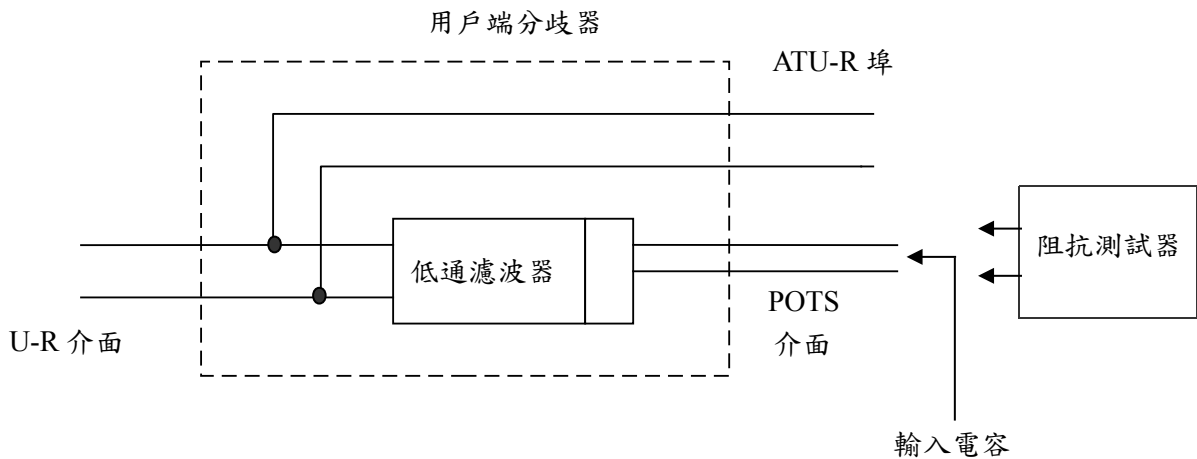
7.8.3 測試步驟：

- (1) 將語音頻帶縱向平衡測試器、縱向平衡測試負載，用戶端分歧器連接成如圖九所示架構，並將迴路電流調整至 25mA 。
- (2) 量測語音頻帶縱向平衡度，並記錄結果。

7.9 負載電容量(Transparent Capacitor)

7.9.1 目的：確認用戶端的非對稱數位用戶迴路分歧器，可令通用的金屬線測試系統得以執行例行性測試，且能維持電話網路維護測試的精確度及獨立性，其負載電容量應符合§6.1 POTS Splitter 檢驗明細表之合格標準。

7.9.2 接線方式：



圖十 用戶迴路負載電容測試接線圖

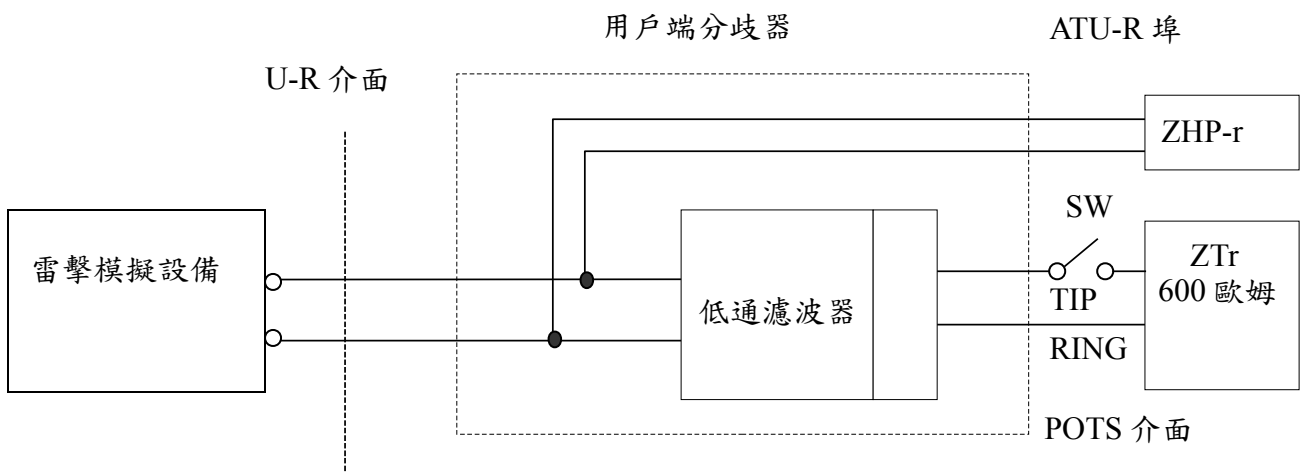
7.9.3 測試步驟：

- (1) 將用戶端分歧器設置完成如圖十所示。
- (2) 量測用戶端分歧器 POTS 介面，在 20~30Hz 頻帶之輸入電容值並記錄結果。
- (3) 量測用戶端分歧器 TIP 或 RING 任一條線路，對接地線的雜散電容值並記錄結果。

7.10 雷擊試驗 (Surge Testing)

7.10.1 目的：確認用戶端分歧器 U-R 介面是否具備雷擊保護功能。

7.10.2 接線方式：



圖十一 雷擊試驗接線圖

7.10.3 測試步驟：

- (1) 將用戶端分歧器設置完成如圖十一所示。
- (2) 雷擊波形：

Type A:

開路電壓:前段時間(T_f) $\leq 10\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 560\mu s$ 及具備峰值電壓 800V 以上的峰值電壓。

短路電流:前段時間(T_f) $\leq 10\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 560\mu s$ 及具備 100A 以上的峰值電流能量。

Type B:

開路電壓:前段時間(T_f) $\leq 9\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 720\mu s$ 及具備峰值電壓 1000V 以上的峰值電壓。

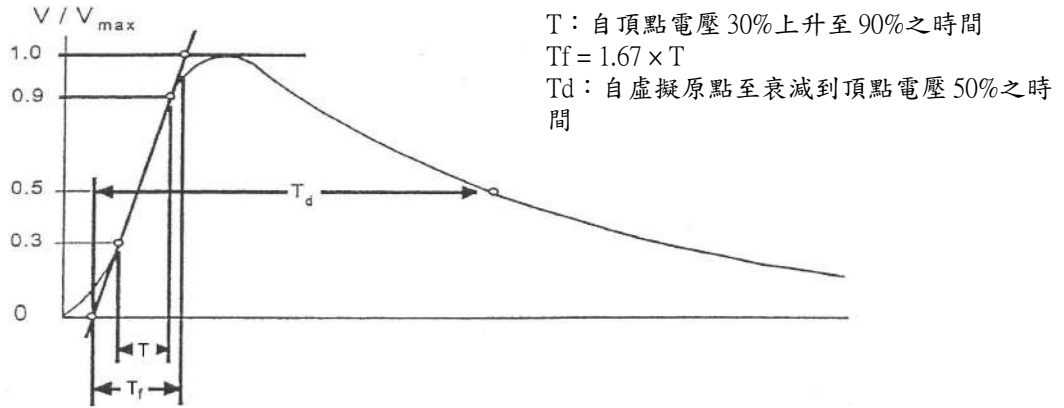
短路電流:前段時間(T_f) $\leq 5\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 320\mu s$ 及具備 25A 以上的峰值電流能量。

- (3) SW OFF，將上述雷擊波形加於用戶端分歧器 U-R 介面兩端，且正向、反向雷擊各測試一次。
- (4) SW ON，將上述雷擊波形加於用戶端分歧器 U-R 介面兩端，且正向、反向雷擊各測試一次。
- (5) 檢查用戶端分歧器是否符合雷擊試驗之合格標準。

備註：雷擊電壓波形如下圖所示

前段時間(T_f)= $1.67 \times T$ (自頂點電壓 30%上升至 90%之時間)。

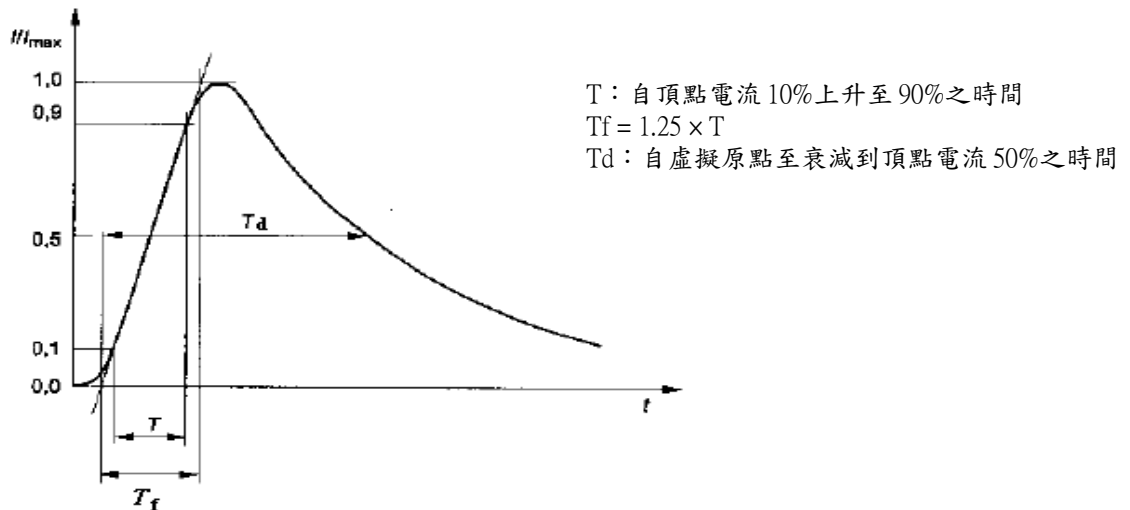
衝擊時間(T_d)：自虛擬原點至衰減到頂點電壓 50%之時間。



備註：雷擊電流波形如下圖所示

前段時間(T_f)= $1.25 \times T$ (自頂點電流 10%上升至 90%之時間)。

衝擊時間(T_d)：自虛擬原點至衰減到頂點電流 50%之時間。

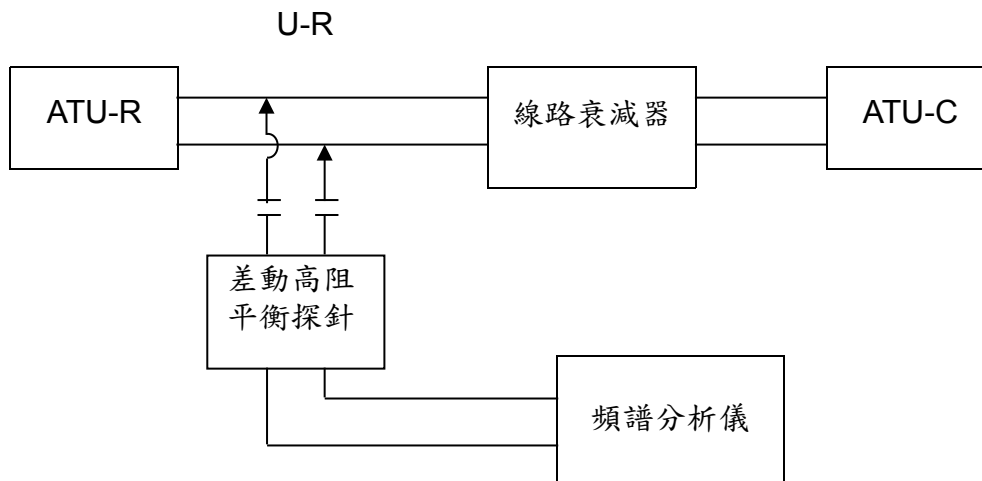


8. ATU-R 通信介面測試

8.1 發送信號頻帶功率頻譜密度響應及高低禁制頻帶限制 (Transmitter Pass Band PSD Response Testing)

8.1.1 目的：確認 ATU-R 與 ATU-C 聯結時，ATU-R 各頻帶發送信號頻帶功率頻譜密度應符合§6.2 ATU-R 檢驗明細表之合格標準。

8.1.2 接線方式：



圖十二 ATU-R 發送信號功率頻譜密度測試架構圖

註--PSD：Transmitter Power Spectrum Density (dBm/Hz)

Pass Band：25.875kHz~138kHz or 3kHz~138kHz Band

Low Frequency Stop Band：0~25.875kHz or 0~3kHz Band

High Frequency Stop Band：138k~11.04MHz Band(for ADSL/ADSL2)

138k~12MHz Band(for ADSL2+)

8.1.3 測試步驟：

- (1) 連接測試迴路如圖十二。
- (2) 接通電源使待測 ATU-R 處於正常穩定連線狀態。
- (3) 以差動高阻平衡探針及頻譜分析儀量測 ATU-R 發送信號功率頻譜密度

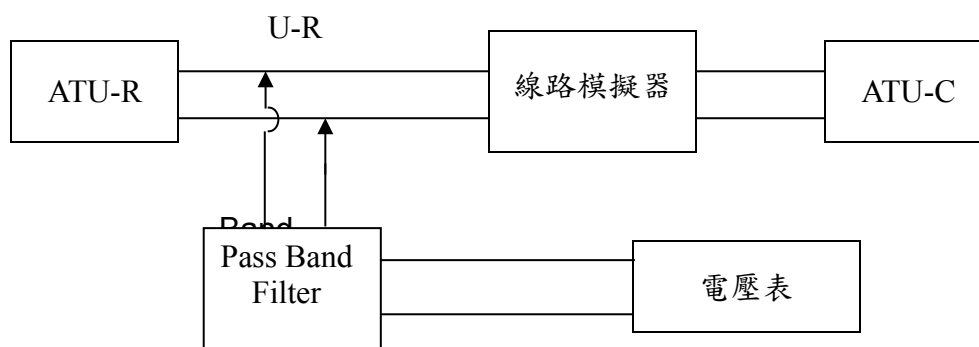
(於 Pass Band 範圍)，記錄存檔之。

- (4) 以差動高阻平衡探針及頻譜分析儀量測低頻禁制頻帶 (Low Frequency Stop Band)。
- (5) 增加衰減值使 ATU-R 與 ATU-C 連線中斷後，再降低衰減值，使其進入企圖連線的 Handshake 狀態，俟正常穩定連線狀態後，分別量測 ATU-R 高頻禁制頻帶 (High Frequency Stop Band) 之發送信號功率頻譜密度，並將結果列印或儲存之。

8.2 發送信號總功率限制 (Total Signal Power Limitation)

8.2.1 目的：確認 ATU-R 與 ATU-C 聯結時，ATU-R 發送信號總功率限制應符合 §6.2 ATU-R 檢驗明細表之合格標準。

8.2.2 接線方式：



圖十三 ATU-R 發送信號總功率測試架構圖

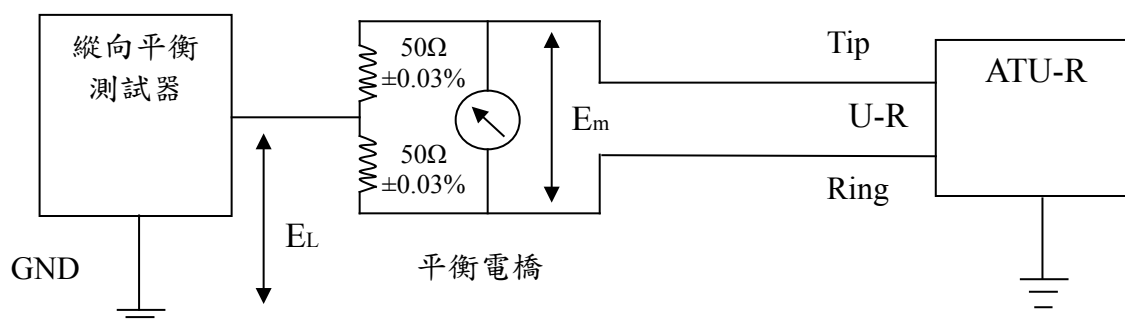
8.2.3 測試步驟：

- (1) 連接測試迴路如圖十三。
- (2) 接通電源使待測 ATU-R 處於正常穩定連線狀態。
- (3) 以線路模擬器衰減機房端下行 (down-Stream) 信號。
- (4) 以電壓表量測送信訊號之 V_{rms} 值，並記錄之。
- (5) 計算總功率 $Total\ Signal\ Power = 20 \log (V_{rms}/316mV)$ ，並記錄之。

8.3 ADSL 縱向平衡度 (ADSL Band Longitudinal Balance)

8.3.1 目的：確認 ATU-R 在 ADSL 頻帶的縱向平衡度應符合 §6.2 ATU-R 檢驗明細表之合格標準。

8.3.2 接線方式：



圖十四 ADSL 頻帶縱向平衡測試架構圖

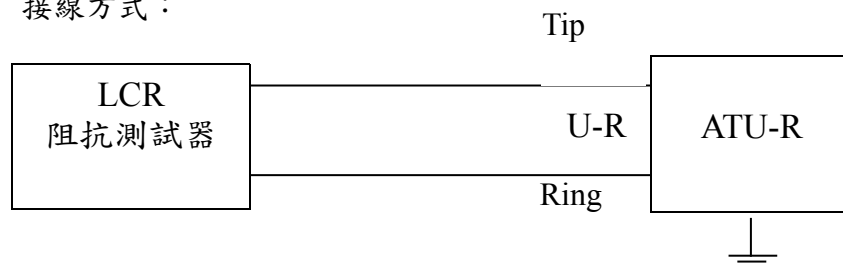
8.3.3 測試步驟：

- (1) 連接測試迴路如圖十四。
- (2) 操作縱向平衡測試器，執行校正程序。
- (3) 操作縱向平衡測試器，進行縱向平衡度之測試。
- (4) 計算縱向平衡度 = $20\log |E_L/E_m|$ dB，記錄及儲存量測結果。

8.4 輸入阻抗 (Input Impedance)

8.4.1 目的：確認 ATU-R 輸入阻抗應符合 §6.2 ATU-R 檢驗明細表之合格標準。

8.4.2 接線方式：



圖十五 ATU-R 輸入阻抗測試架構圖

8.4.3 測試步驟：

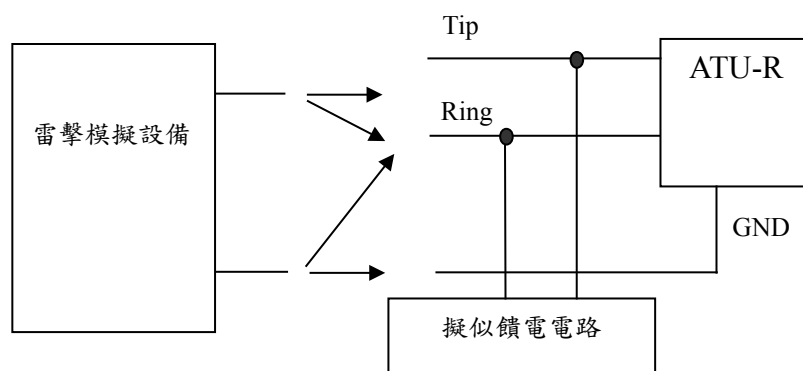
- (1) 連接測試迴路如圖十五。
- (2) 設定 LCR 阻抗測試器量測信號之電壓與頻率 (3V, 4 kHz)。
- (3) 選擇量測阻抗之項目，執行測試。

- (4) 切换量测电容之项目，执行测试。
- (5) 记录及储存量测结果。

8.5 雷擊試驗 (Surge Test)

8.5.1 目的：確認 ATU-R 是否具備雷擊保護功能

8.5.2 雷擊測試接線方式：



圖十六 電話線雷擊測試架構圖

測試設備：

雷擊模擬設備、擬似饋電電路、局端 DSLAM 模擬設備

a. 電話線間橫向雷擊測試步驟：

(1) 將用戶端 ATU-R 設置完成如圖十六所示。

(2) 雷擊波形：

Type A:

開路電壓:前段時間(T_f) $\leq 10\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 560\mu s$ 及具備峰值電壓 800V 以上的峰值電壓。

短路電流:前段時間(T_f) $\leq 10\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 560\mu s$ 及具備 100A 以上的峰值電流能量。

Type B:

開路電壓:前段時間(T_f) $\leq 9\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 720\mu s$ 及具備峰值電壓 1000V 以上的峰值電壓。

短路電流:前段時間(T_f) $\leq 5\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 320\mu s$ 及具備 25A 以上的峰值電流能量。

(3) 將上述雷擊波形加於 ATU-R 介面 Tip、Ring 兩端間，且正向、反向雷擊各測試一次。

(4) 檢查用戶端 ATU-R 設備是否符合雷擊試驗之合格標準。

b. 縱向雷擊測試步驟：

- (1) 將用戶端 ATU-R 設置完成如圖十六所示。
- (2) 雷擊波形：

Type A:

開路電壓:前段時間(T_f) $\leq 10\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 160\mu s$ 及具備峰值電壓 1500V 以上的峰值電壓。

短路電流:前段時間(T_f) $\leq 10\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 160\mu s$ 及具備 200A 以上的峰值電流能量。

Type B:

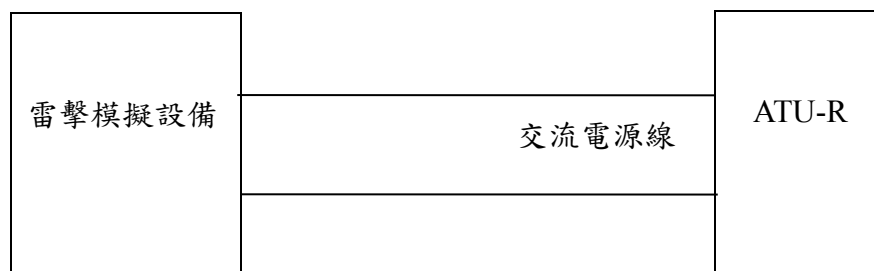
開路電壓:前段時間(T_f) $\leq 9\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 720\mu s$ 及具備峰值電壓 1500V 以上的峰值電壓。

短路電流:前段時間(T_f) $\leq 5\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 320\mu s$ 及具備 37.5A 以上的峰值電流能量。

- (3) 將上述雷擊波形加於 ATU-R 介面 Tip/Ring 與 ATU-R 金屬接地端或外殼間，且正向、反向雷擊各測試一次。
- (4) 檢查用戶端 ATU-R 設備是否符合雷擊試驗之合格標準。

c. AC 交流電源線雷擊測試：

- (1) 將用戶端 ATU-R 設置完成如圖十七所示。
- (2) 波形：前段時間(T_f) $\leq 2\mu s$ 、衝擊時間(T_d) $\geq 10\mu s$ 及峰值電壓 2500V，且雷擊波產生器須具備 1000A 以上的峰值電流能量。
- (3) 當 ATU-R 設備在交流電源電力供應中，將上述雷擊波形加於用戶端 ATU-R 電源線兩端，且正向、反向雷擊各測試三次，時間間隔 60 秒。
- (4) 檢查該 ATU-R 之電源介面是否符合雷擊試驗之合格標準。



圖十七 AC 電源線雷擊測試架構圖

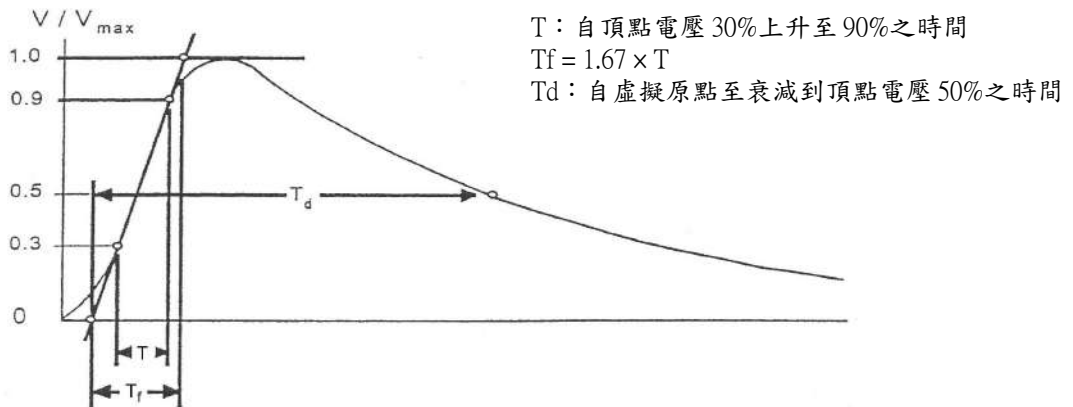
測試設備：

雷擊模擬設備、局端 DSLAM 模擬設備

備註：雷擊電壓波形如下圖所示

前段時間(T_f)= $1.67 \times T$ (自頂點電壓 30% 上升至 90% 之時間)。

衝擊時間(T_d)：自虛擬原點至衰減到頂點電壓 50% 之時間。



備註：雷擊電流波形如下圖所示

前段時間(T_f)= $1.25 \times T$ (自頂點電流 10% 上升至 90% 之時間)。

衝擊時間(T_d)：自虛擬原點至衰減到頂點電流 50% 之時間。

