



# 無線電監測定位技術

## - 當一個工程師(技師)應有的觀點



報告人：張耀堂 博士  
高苑科技大學資料應用系副教授

E-mail: [t10066@cc.kyu.edu.tw](mailto:t10066@cc.kyu.edu.tw)

Tel: 07-6077138

Fax: 07-6077959



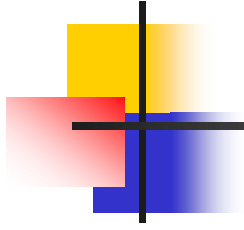
# 大綱

---



■ 全國電波監測網

■ 頻譜定位規畫設計與驗證

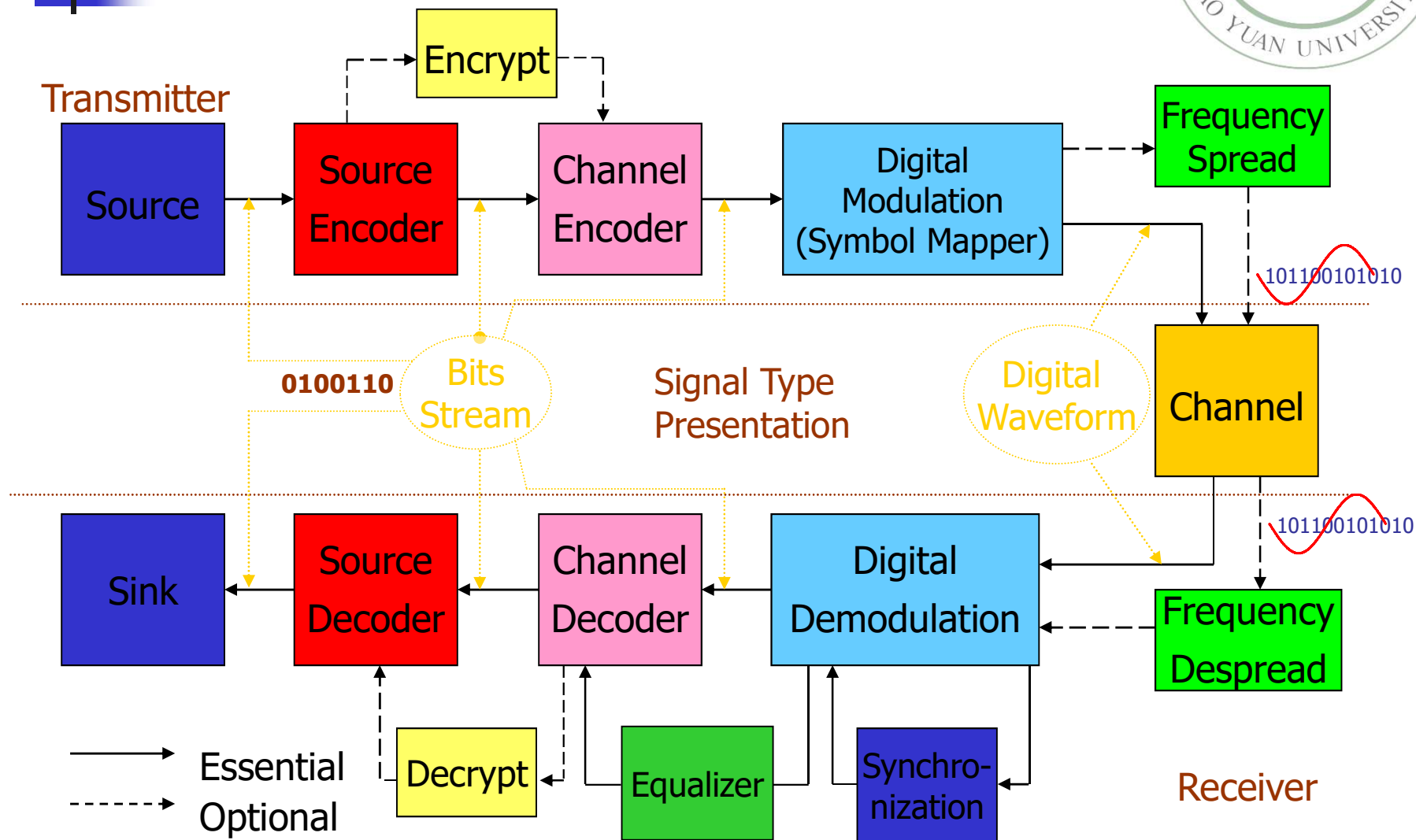


What : 無線電波是甚麼樣子?

Where: 無線電是從哪裡發生?

How: 偵測、建置(從無到有)?

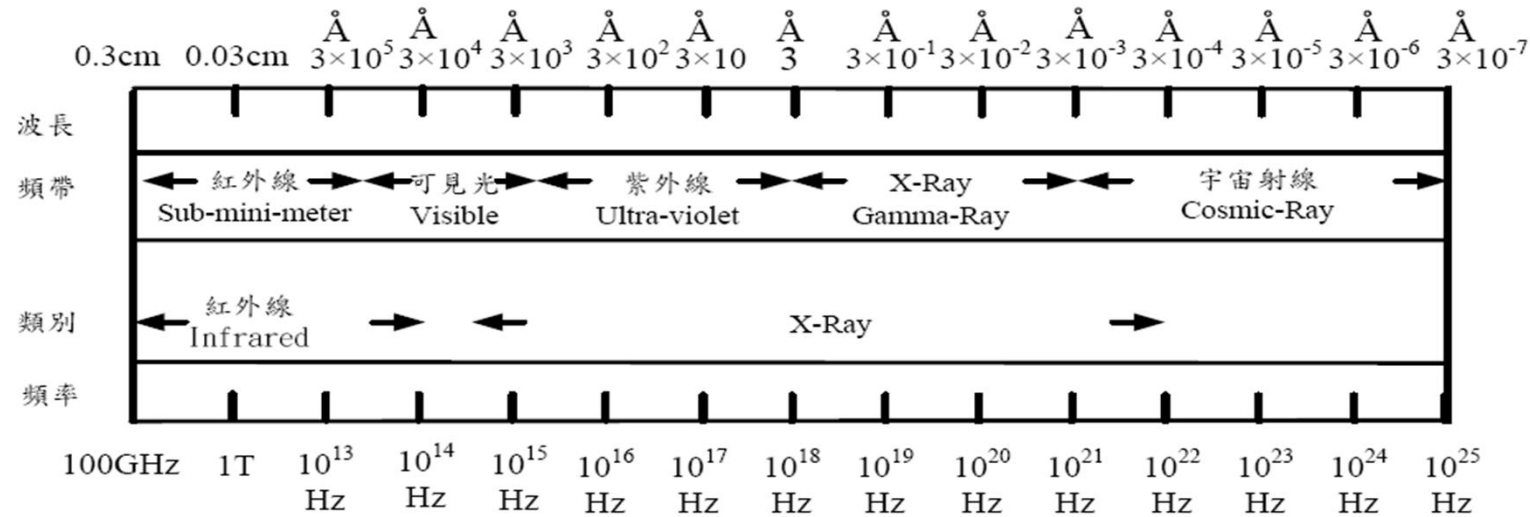
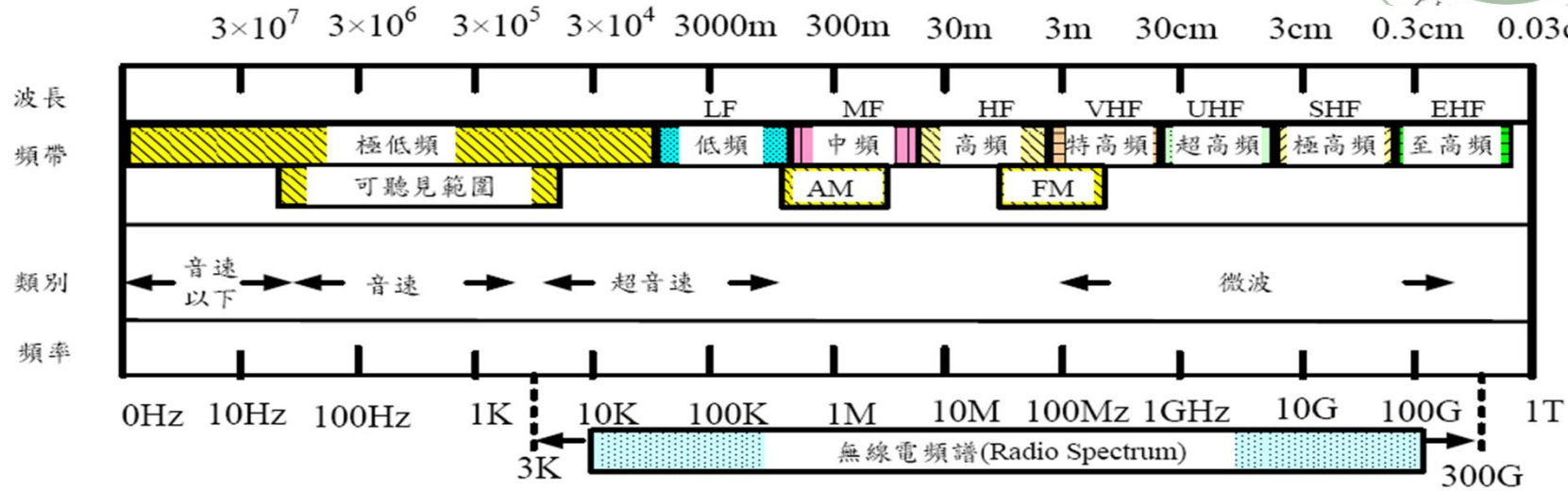
# A Basic Digital Communication System



# 國家資訊安全之範疇



## 電信頻譜管理之範疇



## Propagation modes and usages for various frequency bands



Band	Frequency	Mode	Range	Bandwidth	Interference Volume	Usage
VLF	3-30 kHz	Wave guide	Several 1 000 km	Very limited	Wide spread	Worldwide, long range radionavigation and strategic communications
LF	30-300 kHz	Ground wave, sky wave	Several 1 000 km	Limited	Wide spread	Long range radionavigation and strategic communications
MF	0.3-3 MHz	Ground wave, sky wave	A few 1 000 km	Moderate	Wide spread	Medium range point-to-point, broadcasting and maritime mobile
HF	3-30 MHz	Sky wave	Up to several 1 000 km	Wide	Wide spread	Long and short range point-to-point, global broadcasting, mobile.
VHF	30-300 MHz	Space wave, tropospheric scatter, diffraction	Up to a few 100 km	Very wide	Confined	Short and medium point-to-point, mobile, LAN, audio and video broadcasting, personal communications
UHF	0.3-3 GHz	Space wave, tropospheric scatter, diffraction, line-of-sight	Generally less than 100 km	Very wide	Confined	Short, medium and long point-to-point, mobile, LAN, audio and video broadcasting, personal communications, satellite communications
SHF	3-30 GHz	Line-of-sight	30 km; several 1 000 km for multihop and satellite	Very wide up to 1 GHz	Generally confined	Medium to short range point-to-point, audio and video broadcasting, LAN, mobile/personal communications, satellite communications
EHF	30-300 GHz	Line-of-sight	20 km; several 1 000 km for multihop and satellite	Very wide up to 10 GHz	Generally confined	Short range point-to-point, microcellular, LAN and personal communications, satellite communications

# 大綱(Outline)



## ■ 全國電波監測網

1. 簡介
2. 電信頻譜管理之範疇
3. 發射電台定位與頻譜監測技術
4. 頻譜管理自動化
5. 頻譜管理自動化的設計實現
6. 未來方向

# 全國無線電監測網系統功能



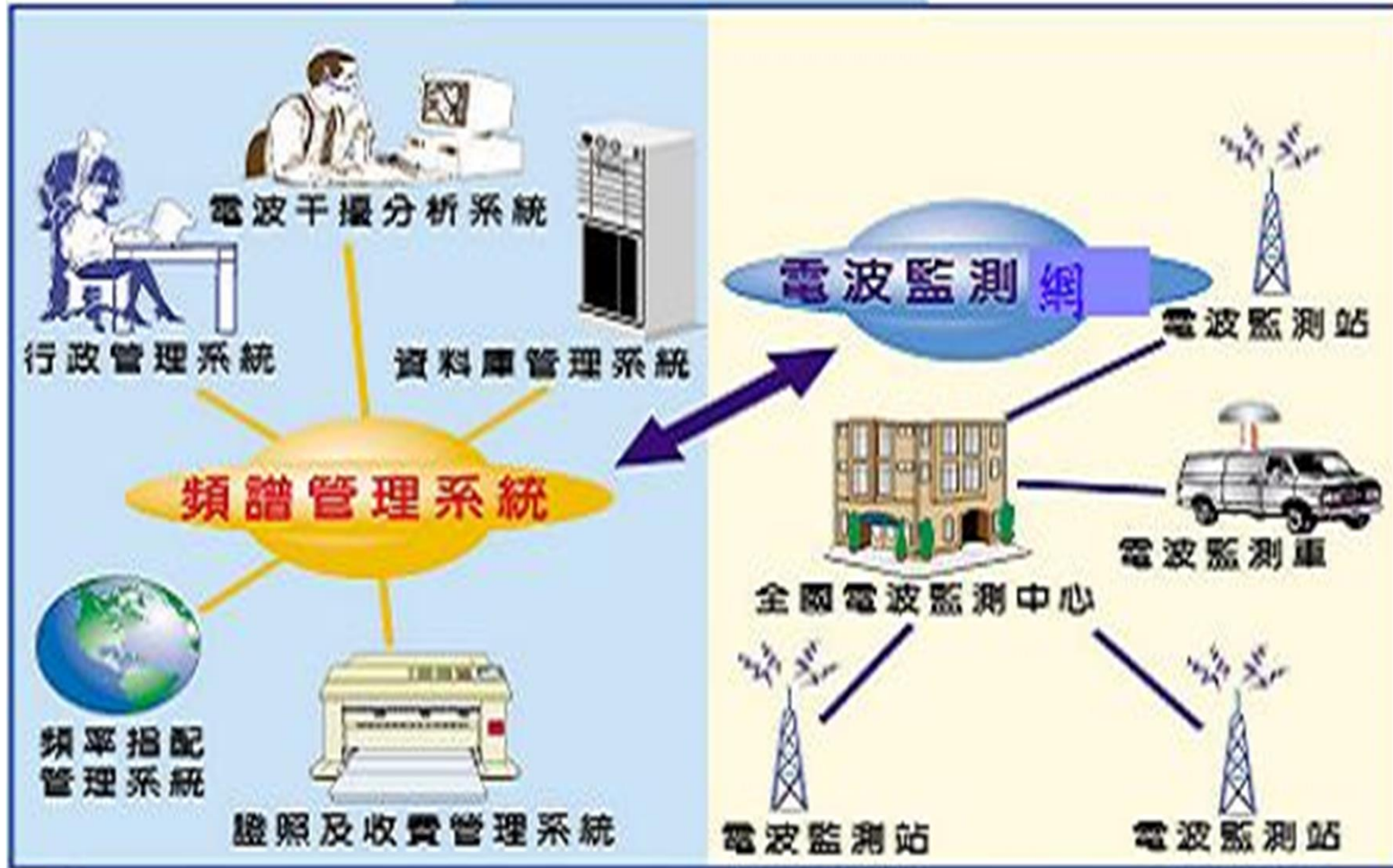
- 方位定向
- 追蹤定位
- 固定定向站交測定位
- 固定及行動定向站聯合定位
- 移動信號源追蹤
- 頻譜監測

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班



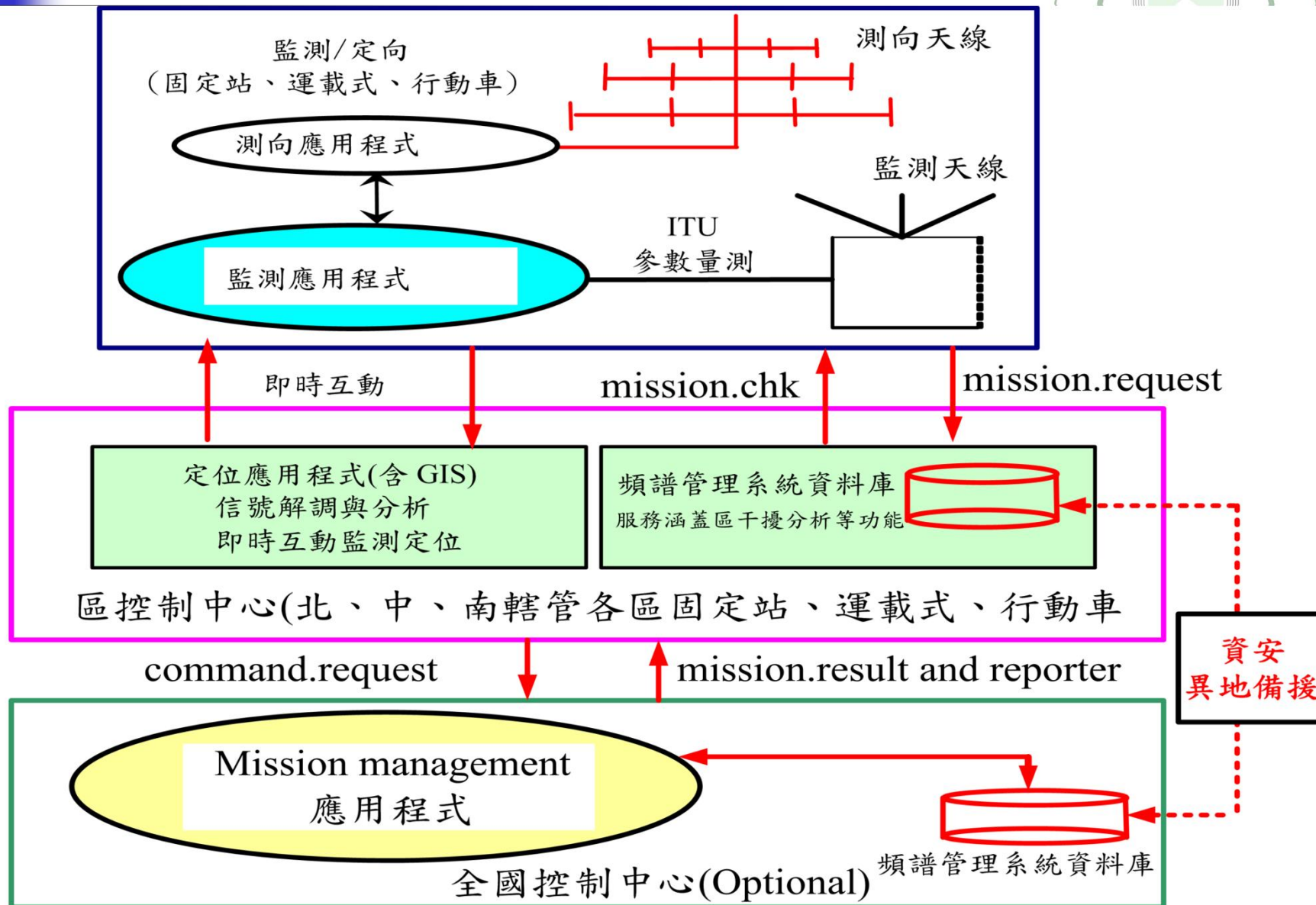
# 頻譜管理系統架構



2010-5-11

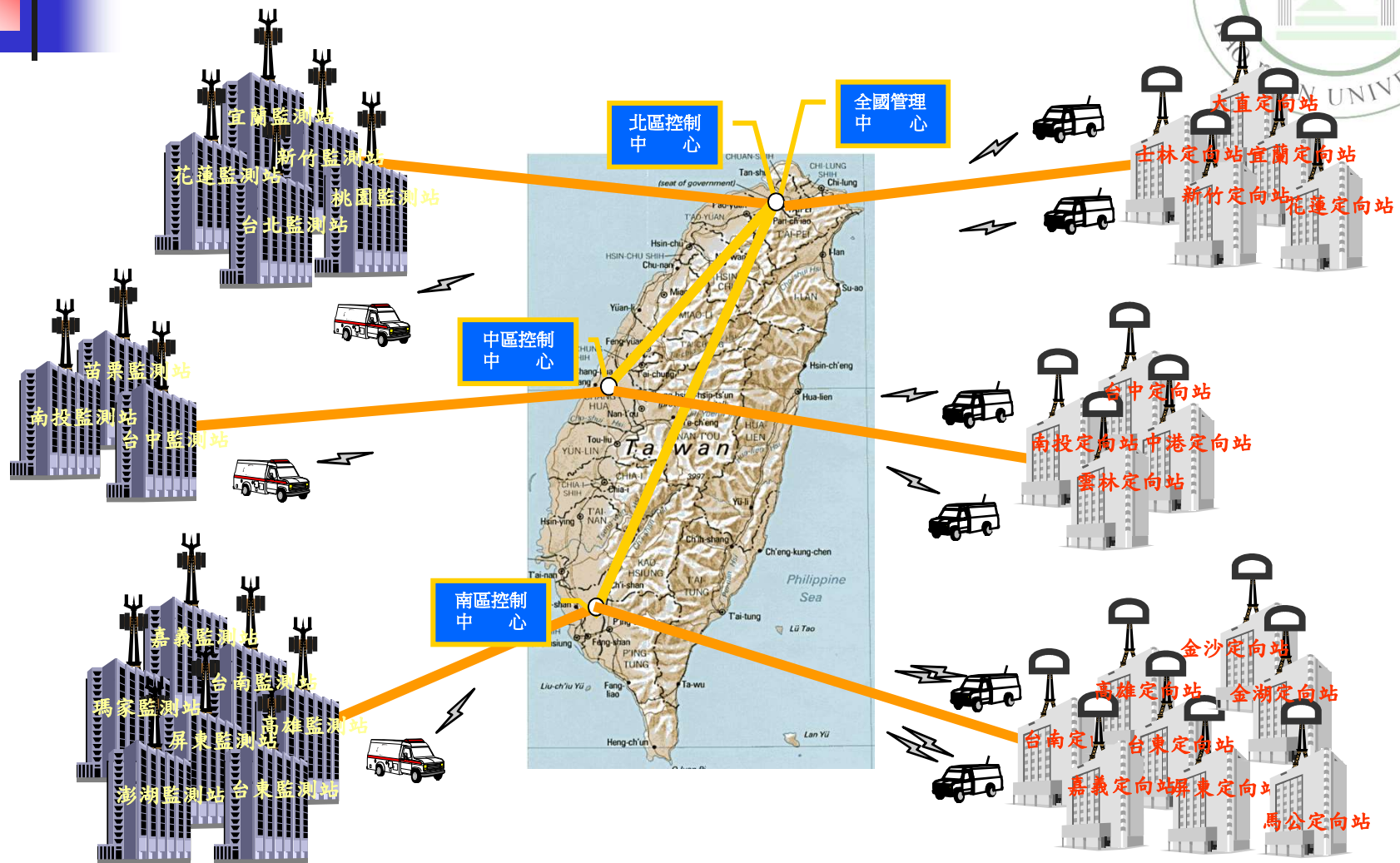
台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 無線電監測網自動化



提案通傳會(NCC)進行細部討論、修正與核可為基礎

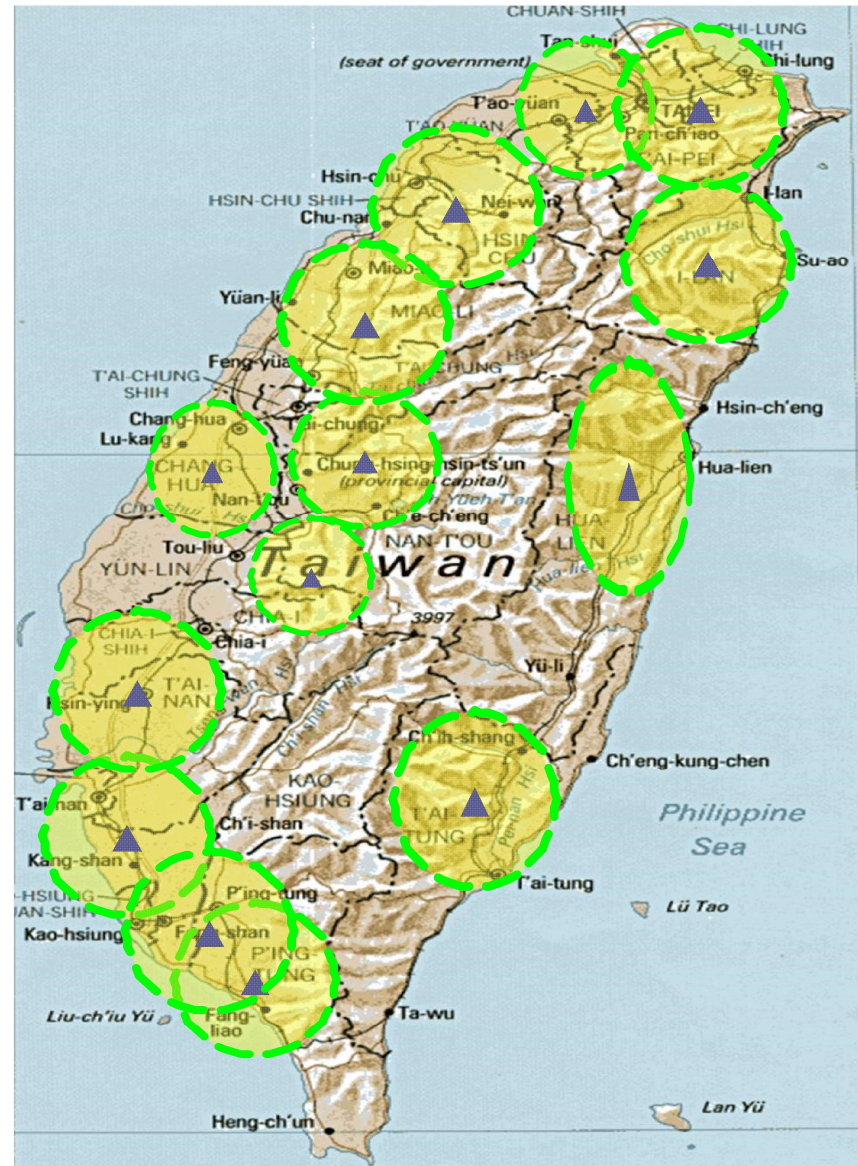
# 全國電波監測網



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

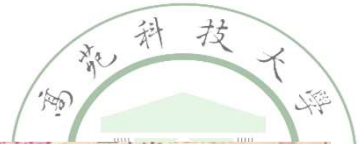
# 監測範圍涵蓋圖



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 高高屏地區電波監測網

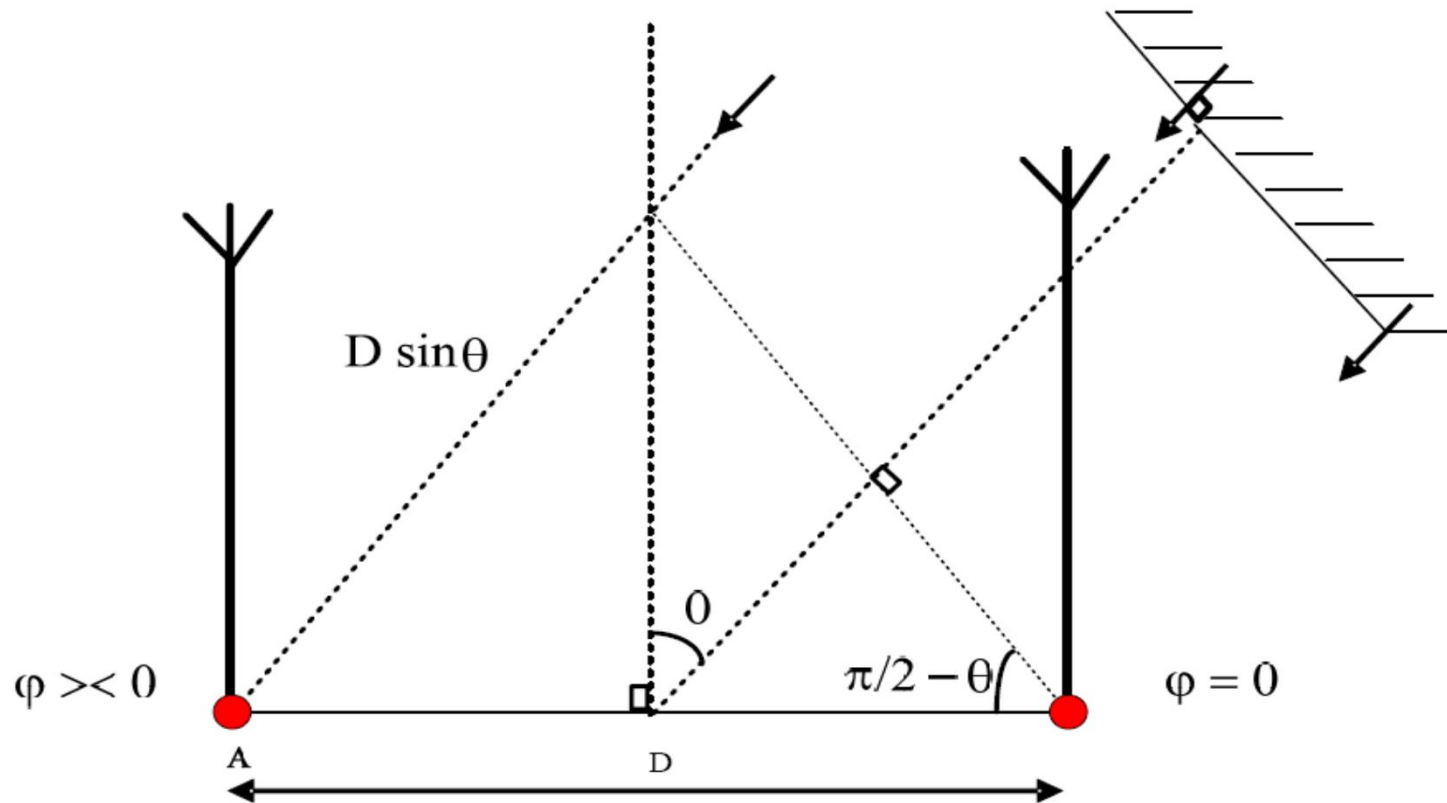


東照山監測站  
天線高度：182m  
現在位置

笠頂山監測站  
天線高度：680m

大坪頂監測站  
天線高度：128m

# 發射電台定位技術



$$L = D \sin \theta, \quad \Delta t = L/C, \quad \varphi = \omega \Delta t = \omega L/C = 2\pi f/C \times (D \times \sin \theta)$$

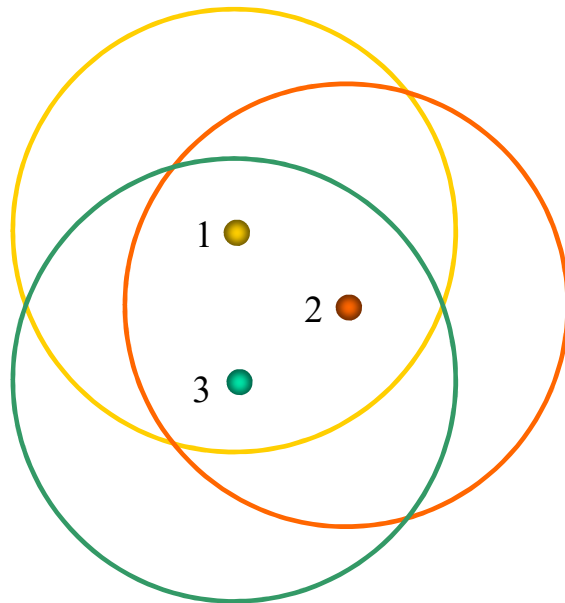
$$\rightarrow f = C/\lambda \quad \varphi = 2\pi C D \times \sin \theta / \lambda C$$

$$\rightarrow \varphi = 2\pi D \times \sin \theta / \lambda$$

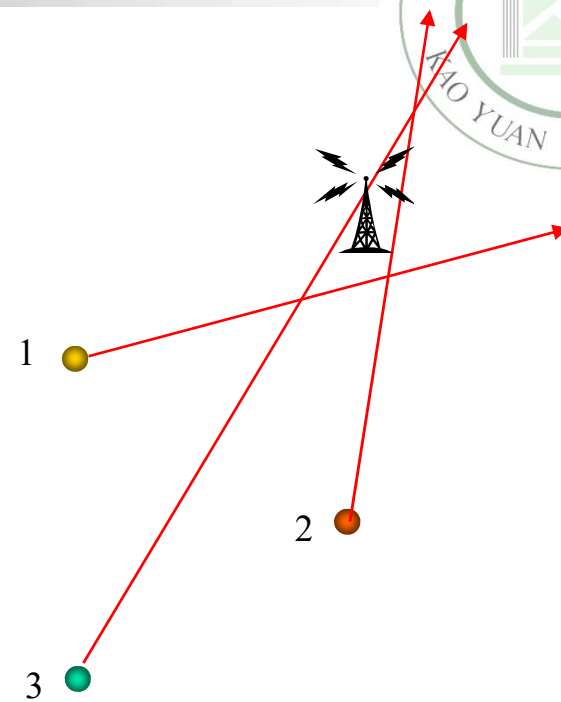
2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

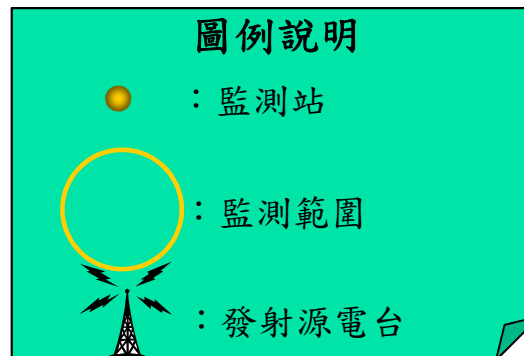
# 三角定位法



黃金三角監測區



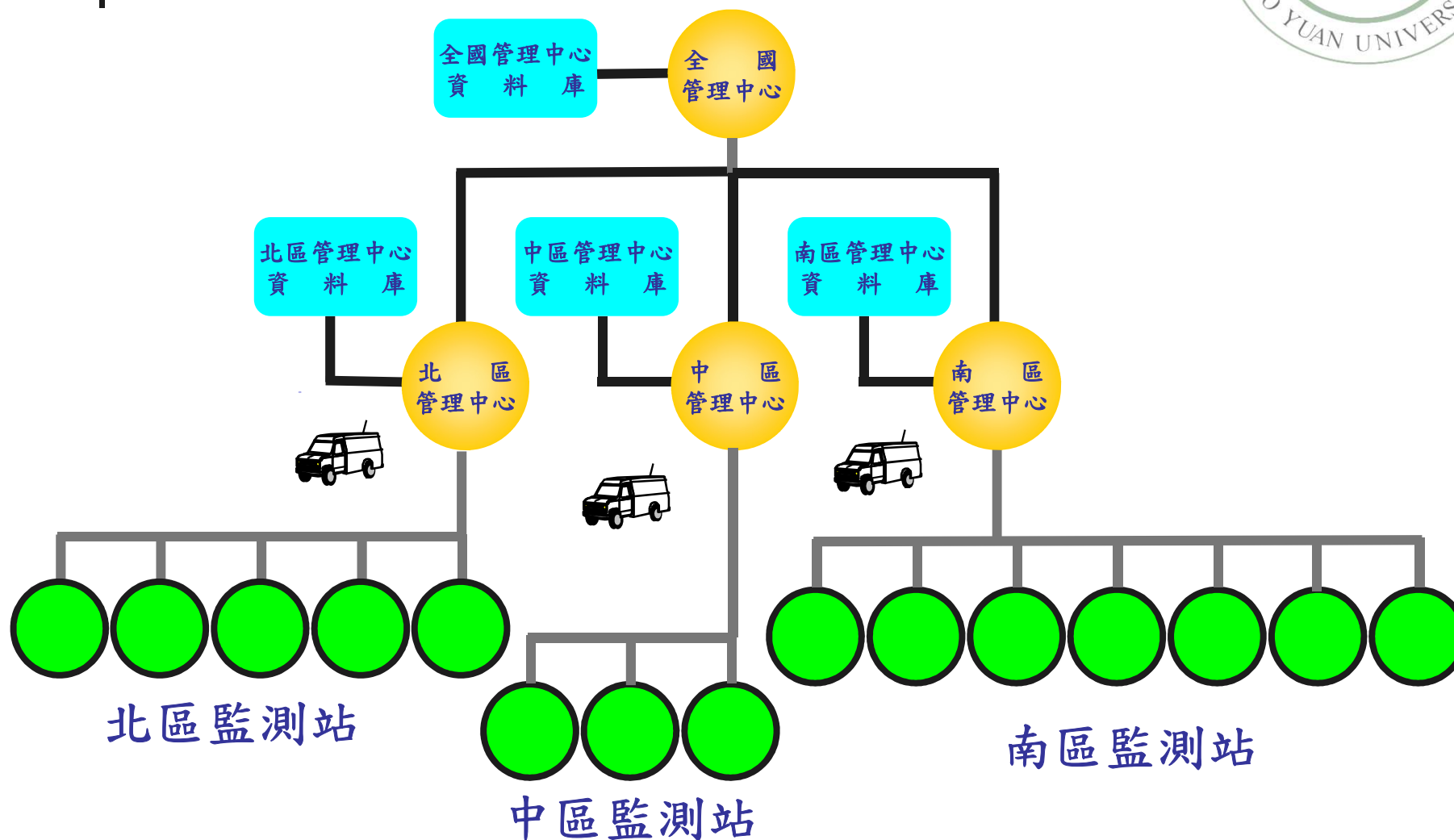
三站定位



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 無線電監測硬、軟體階層架構



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班



# 全國管理中心



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 南區管理中心



# 監測站天線鐵塔圖



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩

# 監測站天線鐵塔圖



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 遙控監測站



2010-5-11  
台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 行動監測站



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

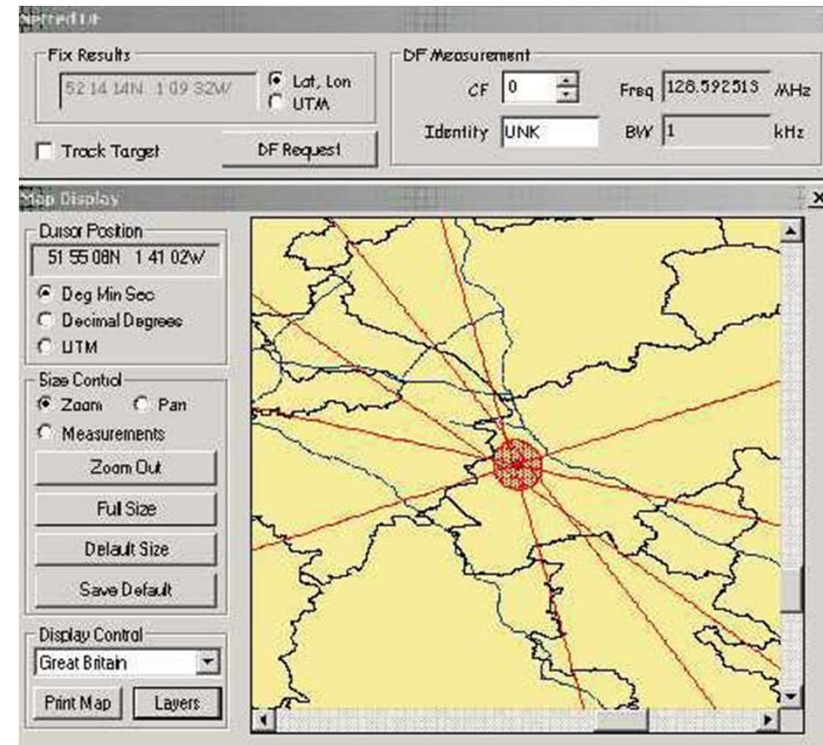
# 行動監測站



2010-5-11

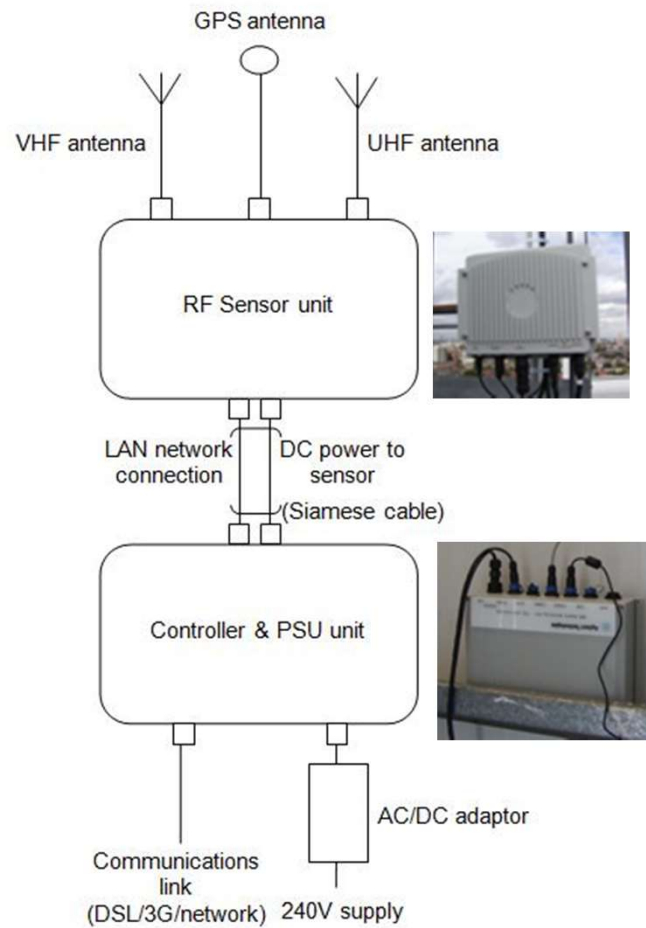
台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 固定站監測設備-UK





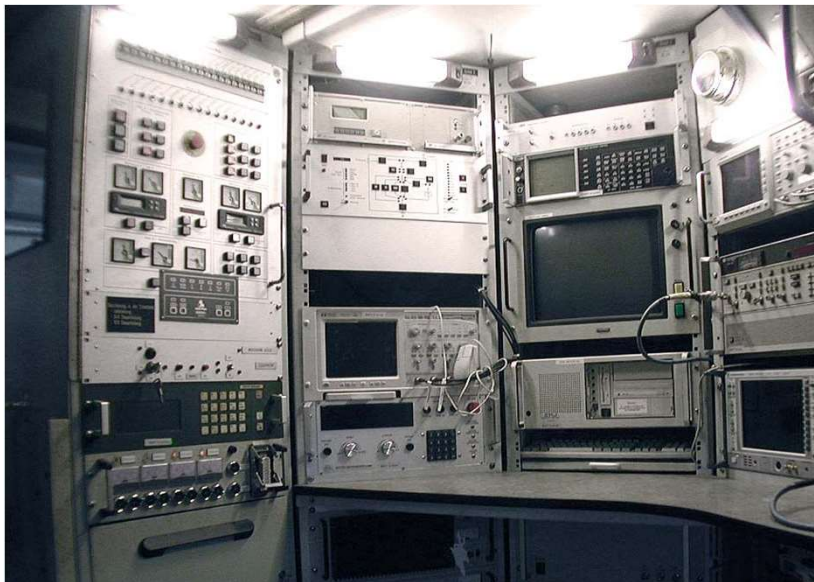
# RF Sensor configuration-UK



# Mobile Equipment - Germany



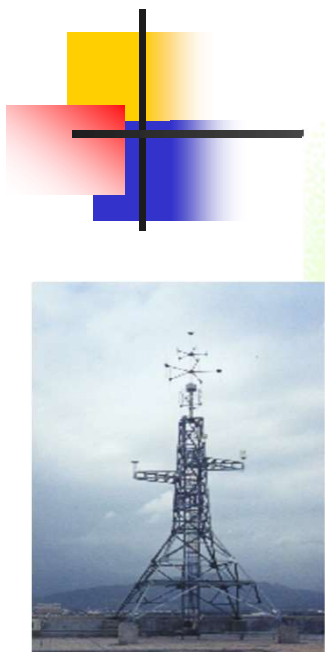
- Measurement vehicle type 4
  - Receivers and **analyzers** from 1 GHz to 40 GHz
  - Rotatable dish
  - **Specialized for all measurements above 1 GHz**



# Mobile Equipment -Frence



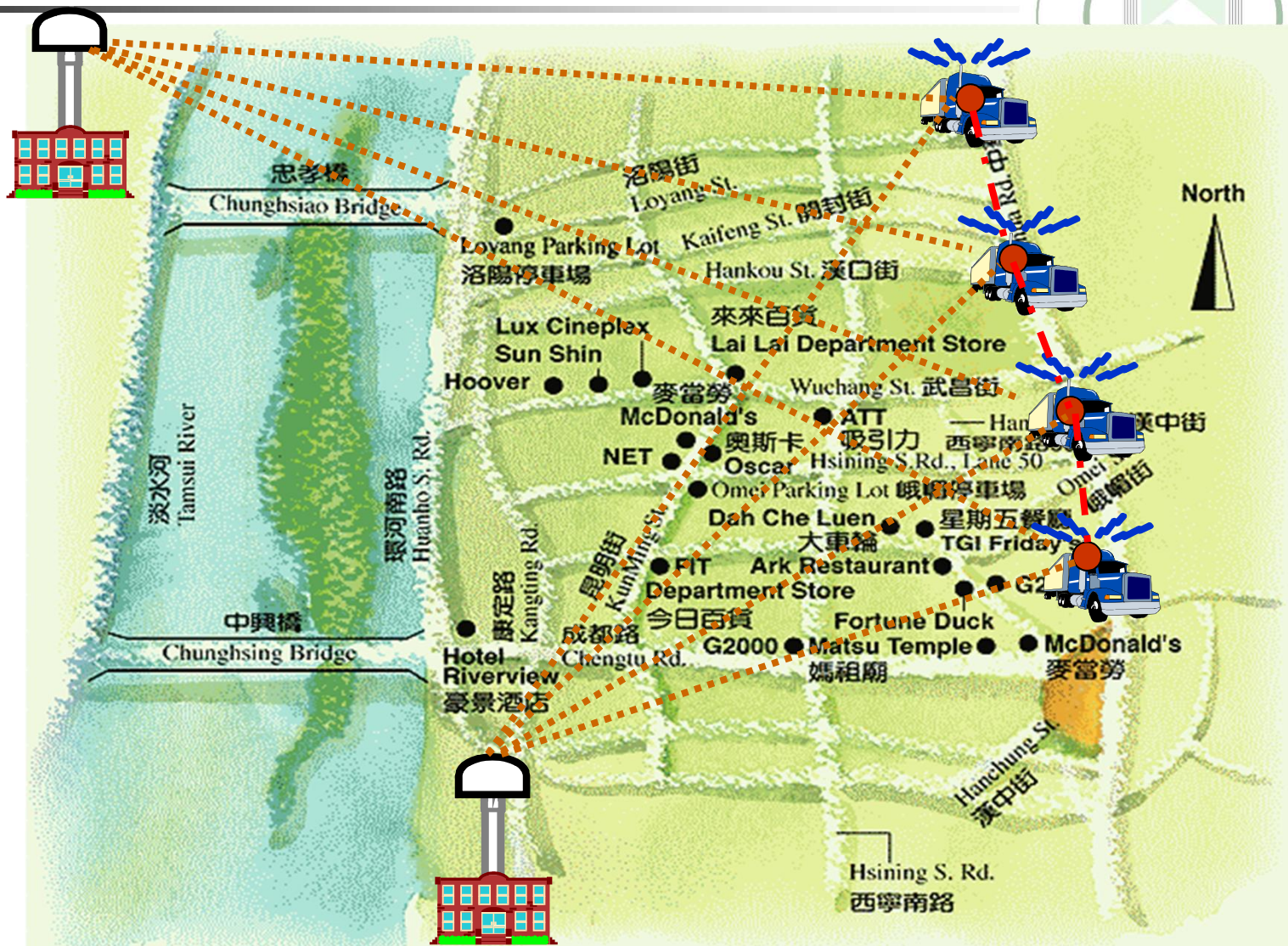
# 固定及行動定向站聯合定位



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 移動信號源追蹤



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 無線電監測-無線電測向自動化



測向設定

可信度(%) 50

帶寬(千赫) 50.0

持續時間(ms) 2000

頻率(兆赫) 101.200000

請求測向

調整輔助

頻寬(千赫) 300

參考準位 (dBm) -120

執行

停止

相對頻率

保留峰值

保留平均值 0 %

接收機設定

中頻頻寬 50 千赫

步幅大小 100 千赫

解調模式 調頻

拍頻位移 1000

自動增益控制 長

雷達顯示圖

方位 336.64

信號 (dBm) -44.0

Map

Cursor

- 度分秒
- 十進制度
- UTM

尺寸控制

- 放大
- 滑動
- 測量

縮小

全尺寸

顯示控制

South Taiwan

列印 圖層

清除顯示  儲存

測量結果

時間和日期	地點	頻率	方位	範圍	可信度	次數	Sigma
PM 09:03:58 2007/12/4	(22.69, 120.40)	101.200000	336.64	不適用	83	215	1.53

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 無線電監測-無線電定位自動化



交測

交測結果

22 40 37N 120 22 10E  緯經  UTM

目標追蹤

重複率(秒) 30

測向測量

可信度 70 % 頻率 101.200000 兆赫

代號 123 頻寬 50 千赫

#	時間和日期	站台	方位	信號強度	可信度	SNR
1	PM 08:36:40 2007/12/4	監測站 #1	350.20	-50	93	22.20
1	PM 08:36:41 2007/12/4	監測站 #2	241.97	-49	76	-8.85

地圖展示 經緯度

游標位置 22 40 37N 120 22 08E

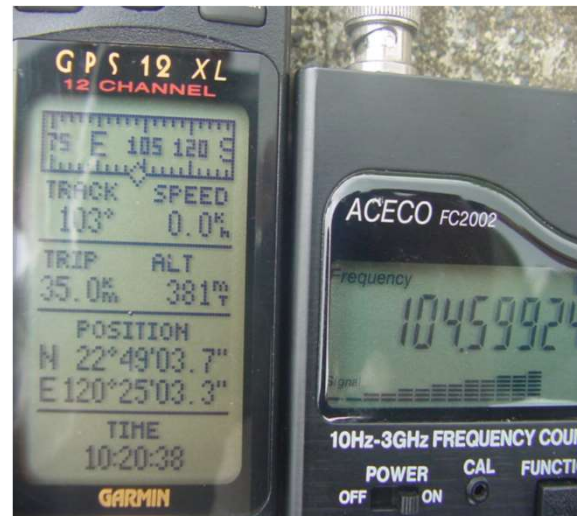
度分秒  十進制度  UTM

尺寸控制  放大  滑動  測量

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 非法電波源蒐證資料

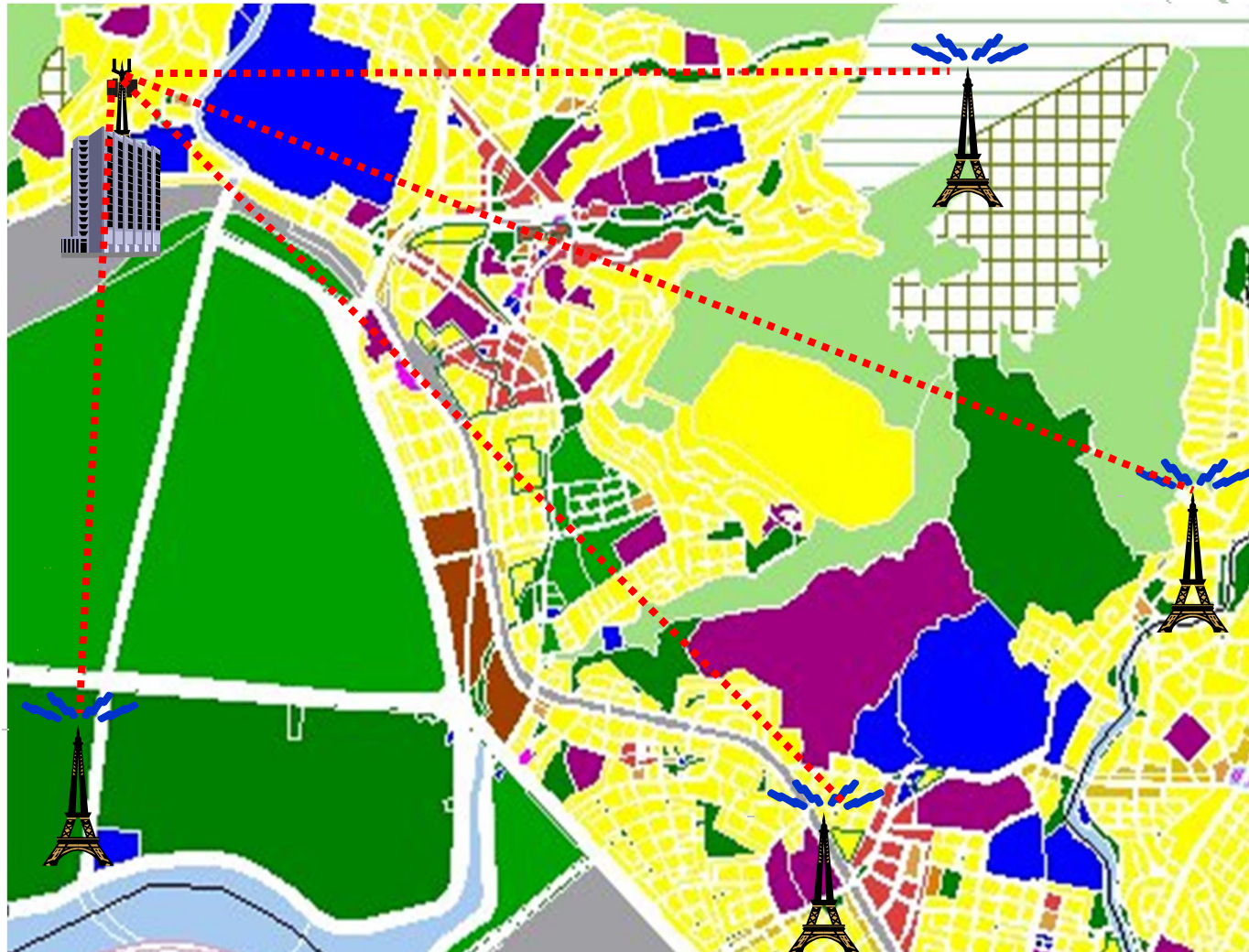


2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班



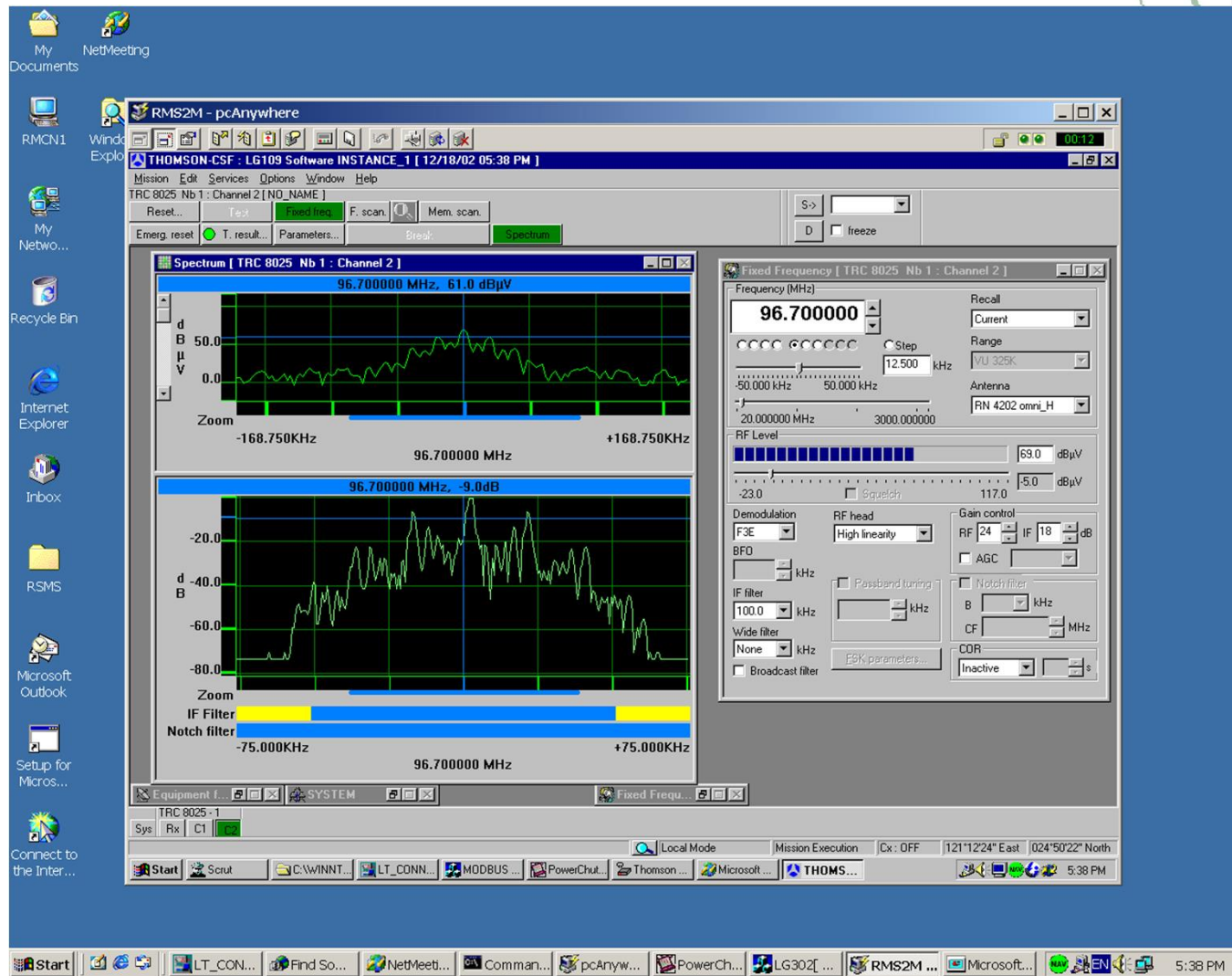
# 頻譜監測(Spectrum Monitoring)



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

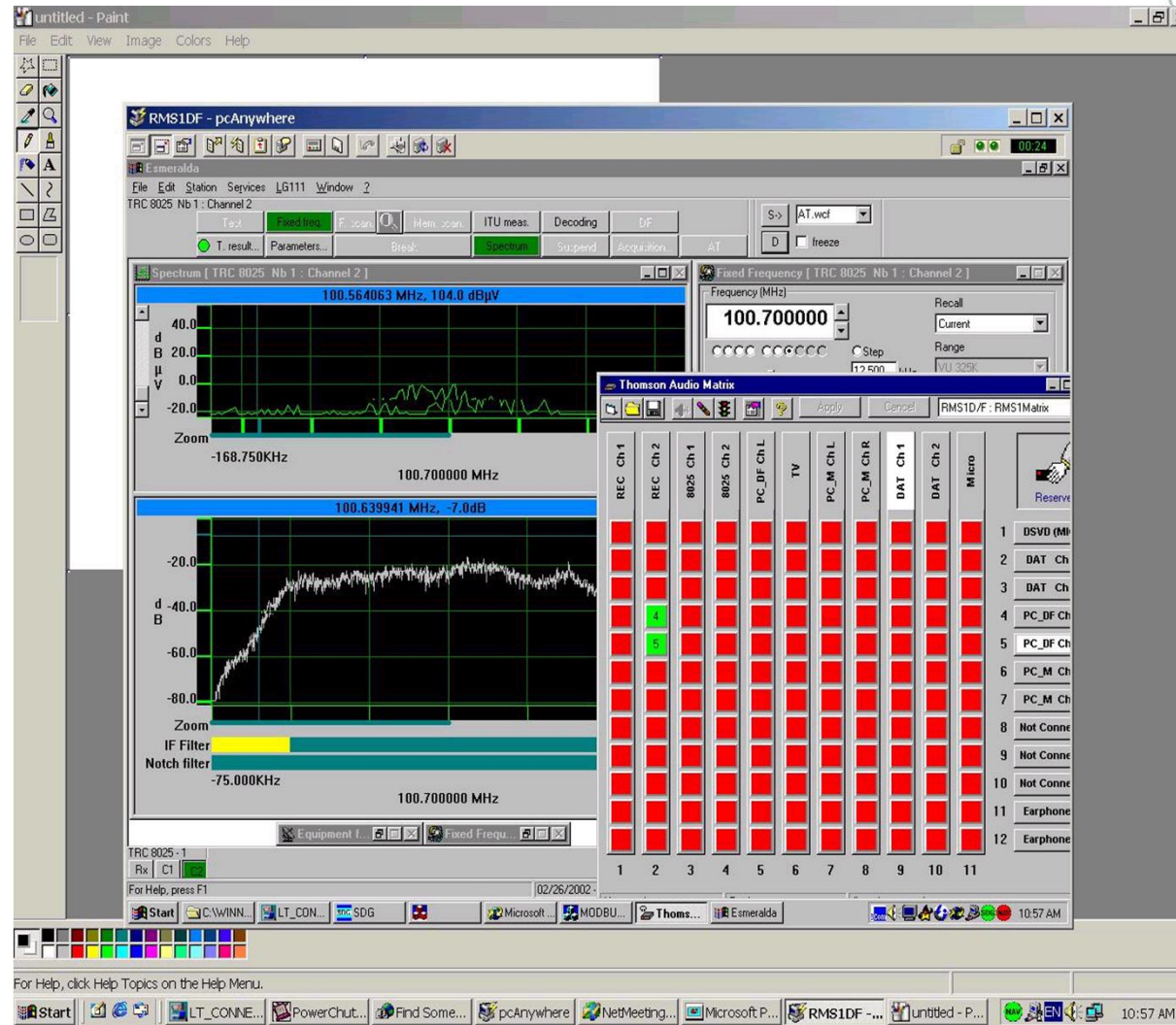
# 固定頻率頻譜圖



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

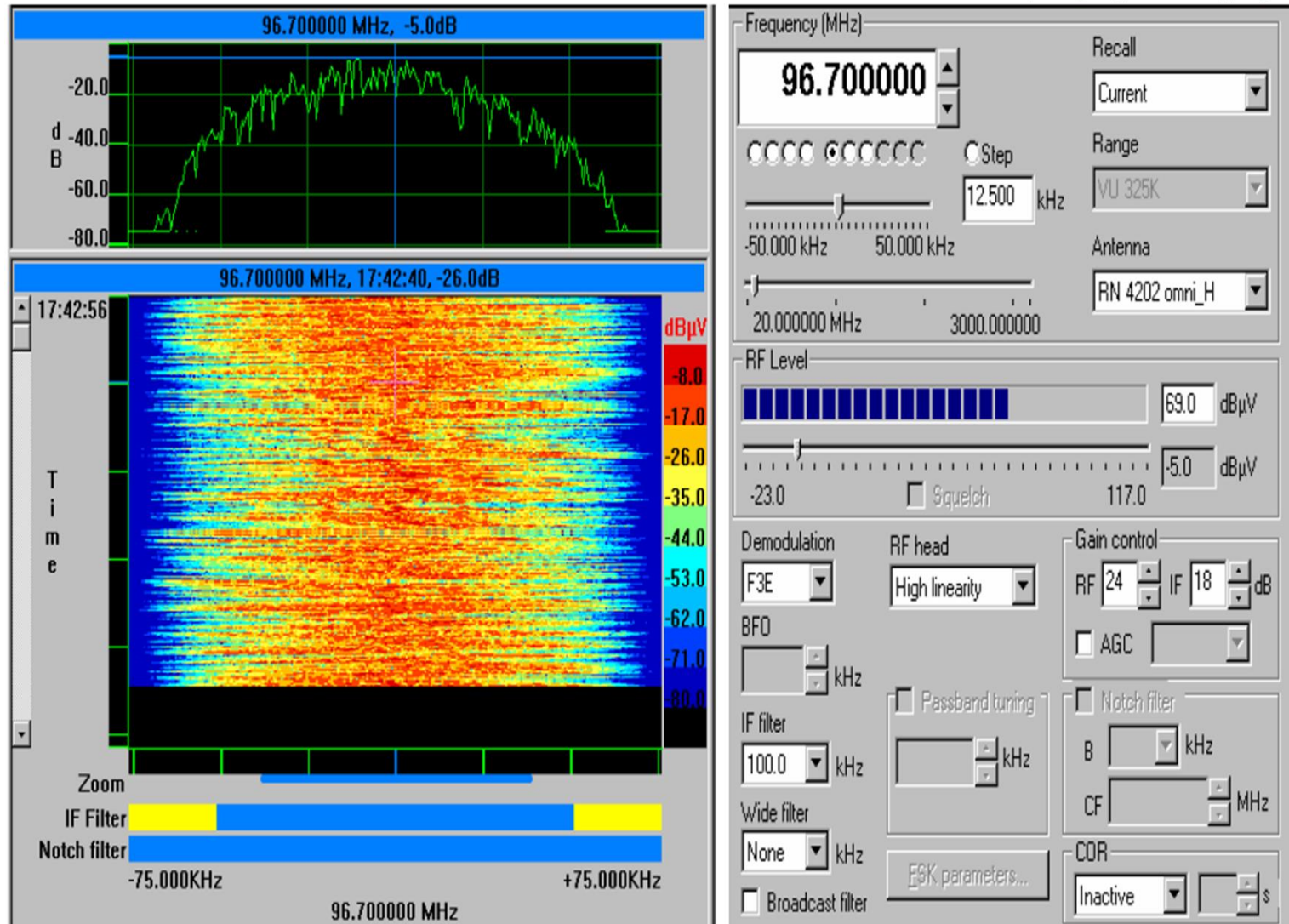
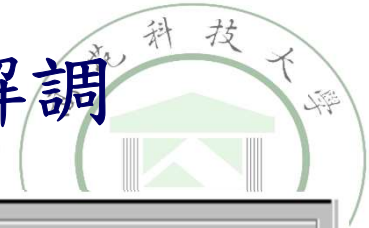
# 固定頻率頻譜及音頻矩陣圖



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

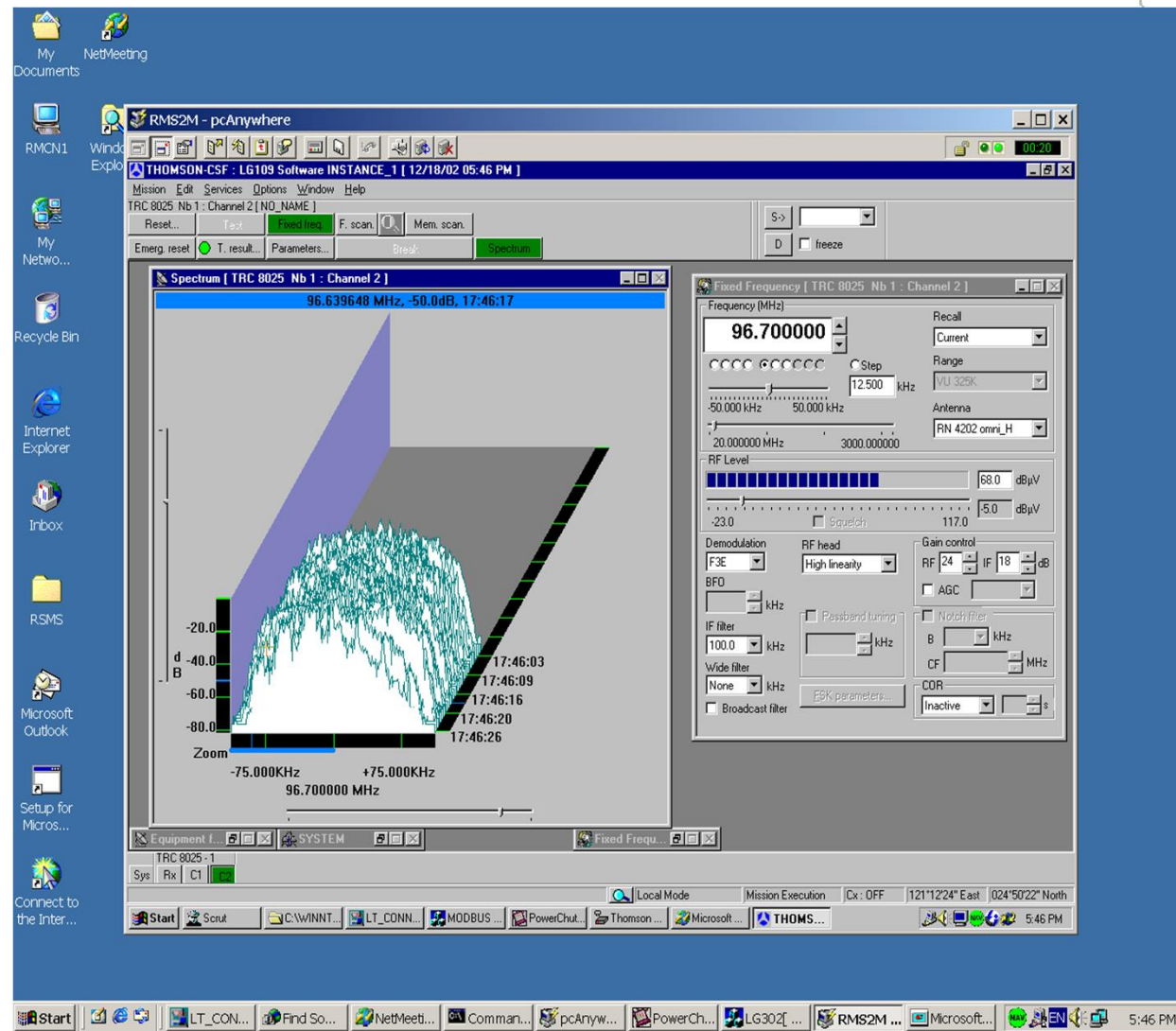
# 無線電頻譜監測技術-固定頻率解調



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

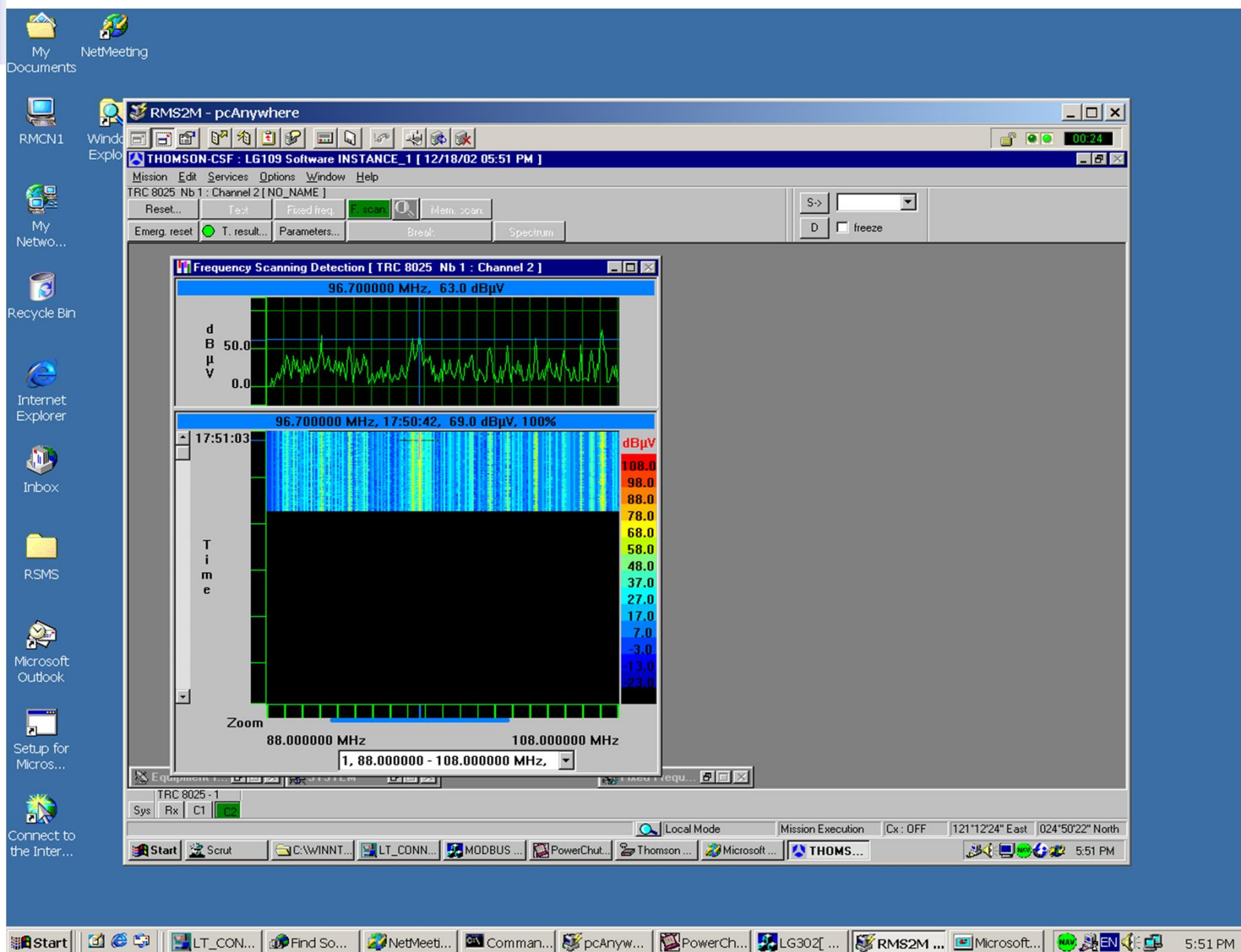
# 固定頻率(Fix Frequency)立體頻譜圖



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

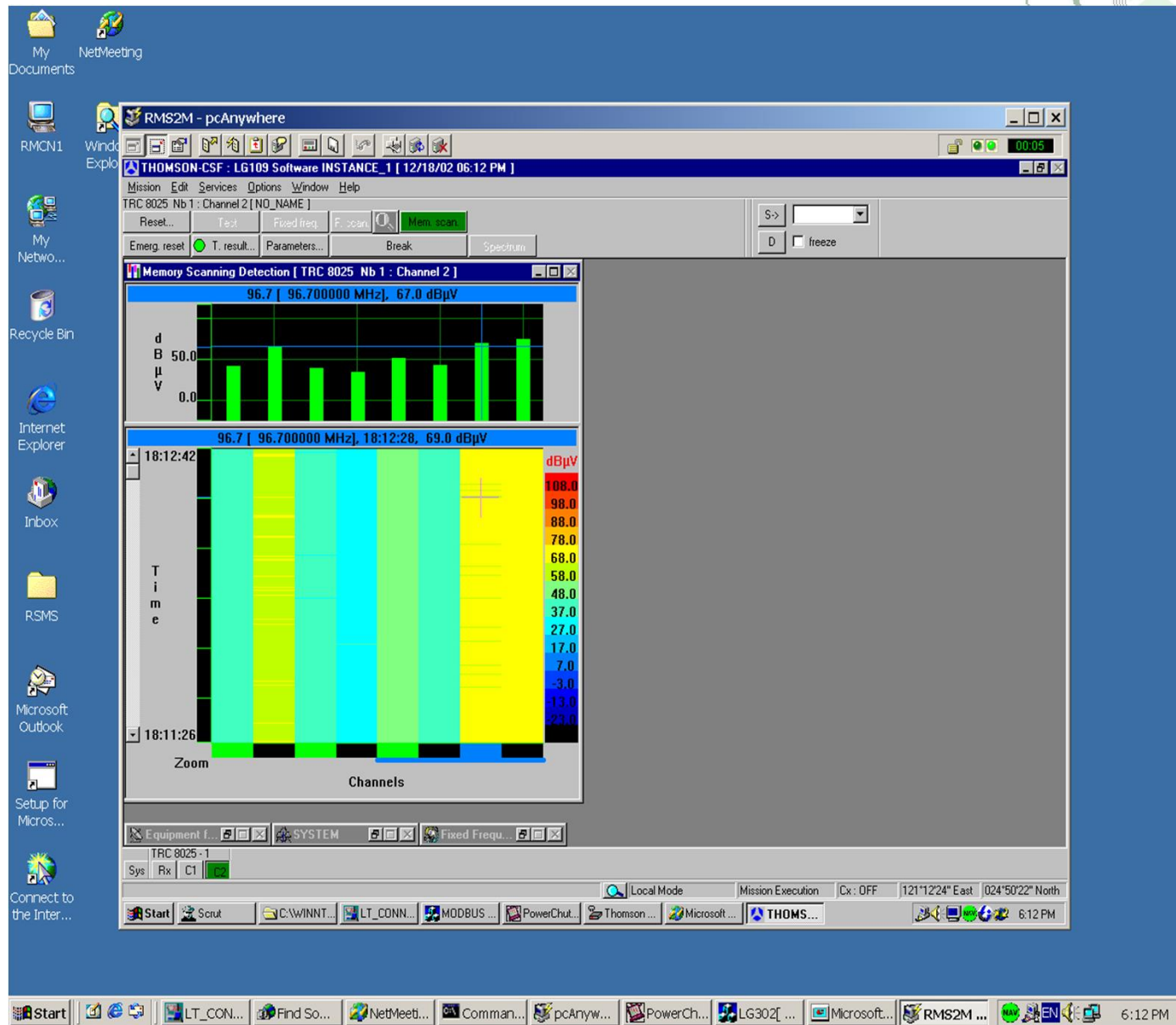
# 頻率掃描 (Frequency Scanning) 頻譜



2010-5-11

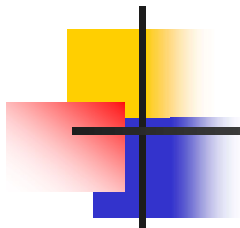
台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 記憶掃描(Memory Scanning)頻譜圖



2010-5-11

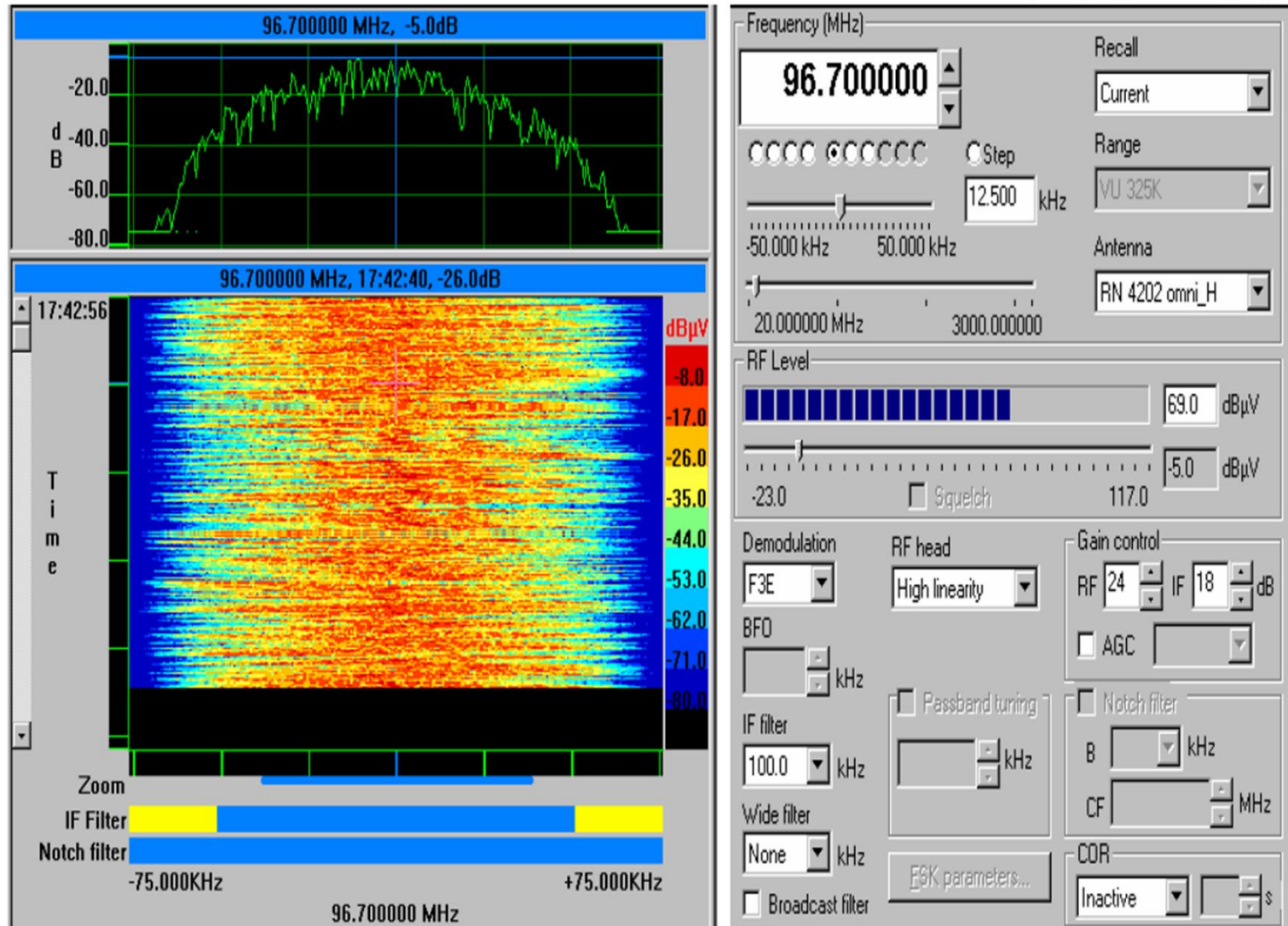
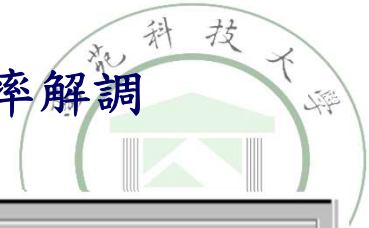
台北科大光電與通訊產業研發碩士專班



2010-5-11  
台北科大光電與通訊產業研發碩士專班



# 無線電頻譜監測技術-固定頻率解調



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 頻譜管理自動化-無線電頻譜監測自動化



Center frequency  
Signal (MHz)  
**97.90003960**

Offset  
39.60 Hz

Last measurement  
Date 04/12/07 Time 21:12:42  
# 20  
Samples 32768 Duration 218.453 ms

Levels	Medium	Peak	RMS	Quasi-peak	Lin-log
Antenna	-45.5	-41.2	-45.2	-44.1	-46.0 dBm
Field-str.	76.4	80.7	76.7	77.8	75.9 dB $\mu$ V/m

Modulation rate	Frequency deviation	Phase deviation
RMS 34.7 %	RMS 39407.8 Hz	RMS 109.06 rad
Peak - 99.9 %	Peak - 300000.0 Hz	Peak - 238.81 rad
Peak + 78.5 %	Peak + 74883.6 Hz	Peak + 197.65 rad

Bandwidth	B	X1	X2	XdB ref.
Band	101534.5	118081.1	118081.1 Hz	-64.3 dBm
Freq -	-49571.3	-59109.4	-59109.4 Hz	
Freq +	51963.2	58971.7	58971.7 Hz	

Noise		
Spectrum density	-95.1	dBm/Hz
Power	-45.1	dBm
SNR	-0.4	dB

Frequency (MHz)  
**97.900000**

Recall  
97.9MHz

Range  
VU 325K

Antenna  
RN 1026 omni\_V

RF Level  
-46.0 dBm

Demodulation  
F3E

RF head  
Normal

Gain control  
RF 32 IF 14 dB

BFO  
kHz

IF filter  
100.0 kHz

Wide filter  
None kHz

Broadcast filter

Squelch

AGC  
 Short

B  
kHz

CF  
MHz

COR  
Inactive

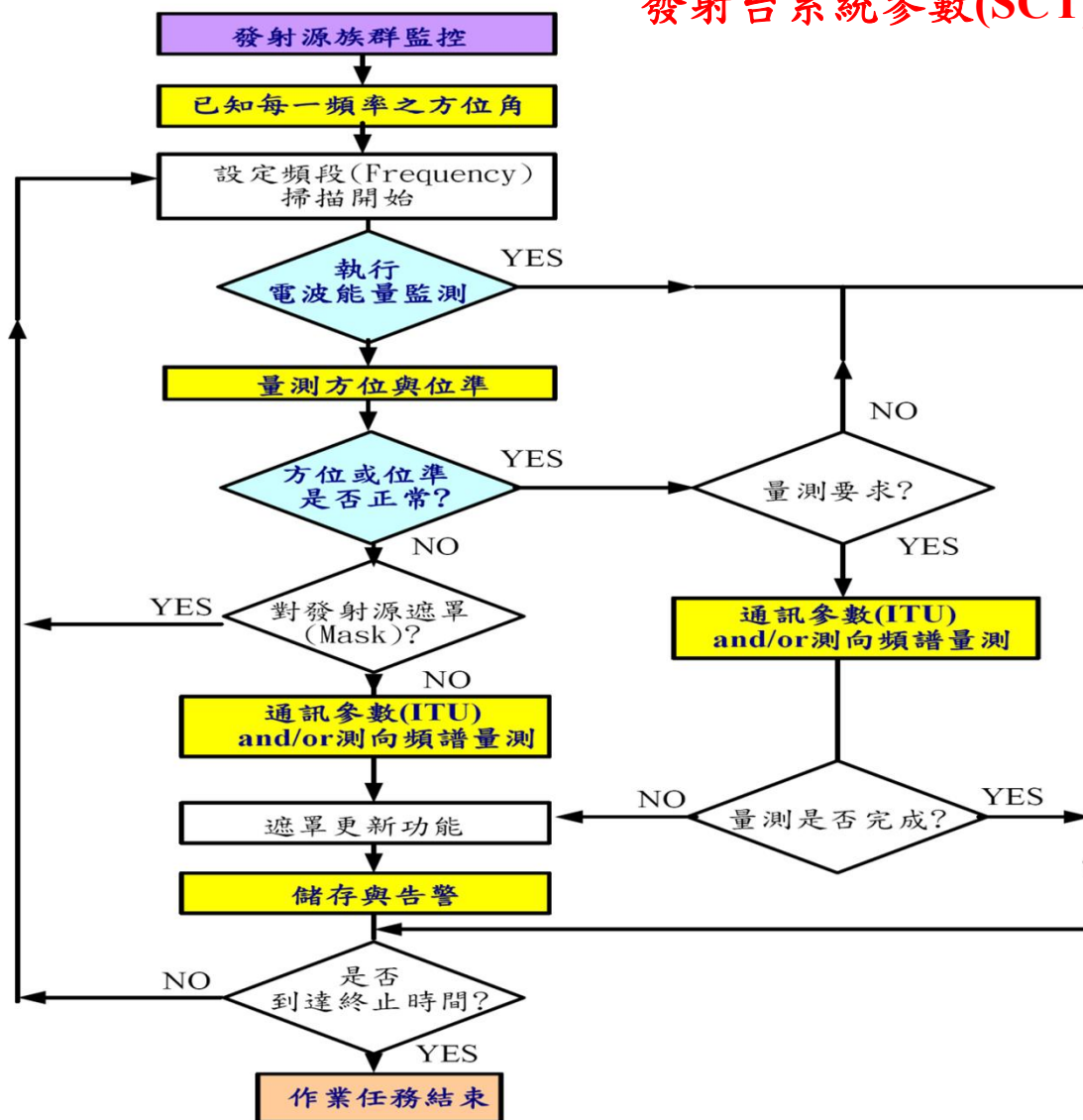
2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 頻譜管理自動化的設計實現 - (已知電台系統參數監控)



## 發射台系統參數(SCT)自動化監控



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 頻譜管理自動化的設計實現 - (已知電台系統參數監控)



測量

任務行事曆

任務結果

### 任務行事曆

09:55 PM	100.7
10:00 PM	
10:05 PM	
10:10 PM	
10:15 PM	
10:20 PM	
10:25 PM	
10:30 PM	
10:35 PM	
10:40 PM	
10:45 PM	
10:50 PM	
10:55 PM	
11:00 PM	
11:05 PM	
11:10 PM	
11:15 PM	
11:20 PM	

十二月 2007

星期日	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

測量 | 頻寬 | 調變模式 | 場強 | 頻率 | 方位 | 任務選擇

頻率  兆赫  
 頻寬  千赫  
 代號   
 站名

頻寬   
  調變模式   
  場強   
  頻率   
  方位

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 頻譜管理自動化的設計實現 - (已知電台系統參數監控)



## 任務結果

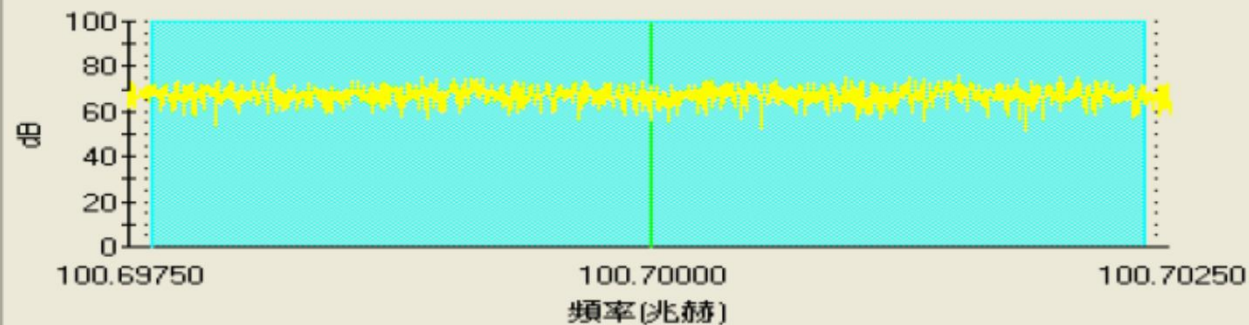
### 任務資料

日期	時間	頻率	頻寬	代號
2007/12/04	21:55:49	100.700000 兆赫	5.0 kHz	100.7

### 已請求的測量

型態	次型態	結果
頻寬	Beta %	4.770 千赫 (標準差=127 赫)
調變模式	調幅	深度: m+ = 337% m- = -99% m = 218%
場強	線性	Flux Density=53.8 dBpW/m <sup>2</sup> EField=79.6 dBuV/m (標準差=1) 信號=-45.3 dBm
頻率	即刻	偏差= 9 赫 頻率= 100.700009 兆赫 (標準差=22)
測向	測向	示向度=10.49 Rg=不適用 次數=19 可信度=92%

### 頻譜分析



2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 頻譜管理自動化的設計實現 - (已知電台系統參數監控)



測向掃瞄

雜訊值: 20 dB  
 持續時間: 2 分  
 儲存間隔: 15 秒  
 測向解析度: 1 度  
 站名: S高雄東照山監測站

排定時間  
 即刻的  
 延遲  
 日期: 2007/12/4  
 時間: PM 09:47:14

方位範圍  
 開始: 0  
 停止: 360

波段清單  
 所有單一頻道

開始頻率 (兆赫)	結束頻率 (兆赫)	頻寬	排除	代號
1	88.000000	108.000000	100 千赫	

現行任務  
 8604  
 9311  
 ----

## 測向 掃瞄摘要報告

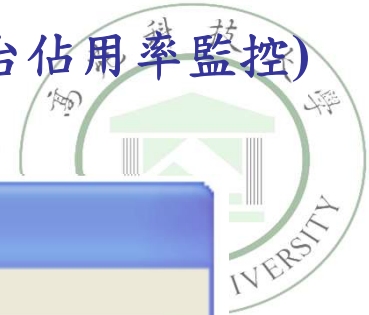
任務號碼:	9763	儲存間隔:	15 秒
操作員 ID:	SCCWS	噪音區臨界值:	20 dB
排定時間:	04/12/2007 09:23:46 PM	固定持續時間:	2 分
完成時間:	04/12/2007 09:25:48 PM	測向解析度:	1 度
地點:	北 22 41' 24.3" 東 120 23' 44.6"	示向度範圍:	0 --- 360
		所有單一頻道:	<input type="checkbox"/>

頻道號碼	頻率 (兆赫)	所有次數	摘要取用 之次數	範圍 (公 里)	示向度 (度 )	場強 (dBuV /m)	標準差
1	88.000000	0	--	--	--	--	--
2	88.100000	0	--	--	--	--	--
3	88.200000	0	--	--	--	--	--
4	88.300000	0	--	--	--	--	--
5	88.400000	0	--	--	--	--	--
6	88.500000	81	81	--	100.0	98	1.53
7	88.600000	1	1	--	98.5	97	1.00
8	88.700000	0	--	--	--	--	--
9	88.800000	0	--	--	--	--	--
10	88.900000	41	41	--	109.3	97	1.78
11	89.000000	0	--	--	--	--	--
12	89.100000	0	--	--	--	--	--
13	89.200000	0	--	--	--	--	--
14	89.300000	122	122	--	94.8	98	1.07
15	89.400000	0	--	--	--	--	--
16	89.500000	0	--	--	--	--	--

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 5. 頻譜管理自動化的設計實現 - (已知電台佔用率監控)



**頻譜佔用**

**圖形表示**

- 佔用 vs 頻道/頻率
- 場強 vs 頻道/頻率
- 佔用日期 vs 日程圖
- 訊息 vs 頻道

**排定時間**

即刻的  
 延遲

日期: 2007/12/4

時間: PM 08:28:45

**臨界值**

定值: 5 dBuV/m  
 雜訊值: 10 dB

**持續時間**

定值: 5 分  
 可信度

位準: %  
精確值: %

儲存間隔: 15 秒  
訊息秒數間隔: 15 秒  
站名: S高雄東照山監測站

**波段清單**  所有單一頻道

	開始頻率 (兆赫)	結束頻率 (兆赫)	頻寬	排除
1	88.000000	108.000000	100 千赫	<input type="checkbox"/>

**現行任務**

- 9134
- 9516
- ...

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 5. 頻譜管理自動化的設計實現 - (已知電台佔用率監控)



## 佔用 vs 頻道

任務號碼:	9762	儲存間隔:	15 秒
操作員 ID:	SCCWS	信息長度:	15 秒
排定時間:	04/12/2007 09:08:39 PM	臨界值方法:	噪音區 10 dB
完成時間:	04/12/2007 09:14:03 PM	持續時間:	定點: 5 分
地點:	北 22 41' 24.2" 東 120 23' 44.6"	頻道號碼:	1
開始頻率:	88.000000 兆赫	頻寬:	100 kHz
終止頻率:	108.000000 兆赫	頻道號碼:	201

頻道:	頻率:	最大佔用:	平均佔用:	場強	
				最大	平均
1	88.000000	26	9	67	64
2	88.100000	100	100	76	74
3	88.200000	100	100	77	76
4	88.300000	47	27	74	68
5	88.400000	34	12	73	69
6	88.500000	100	100	80	79
7	88.600000	42	16	75	71
8	88.700000	0	0	0	0
9	88.800000	52	20	78	72
10	88.900000	100	100	80	78
11	89.000000	94	48	78	69
12	89.100000	100	100	70	69
13	89.200000	73	39	71	65
14	89.300000	100	100	75	73
15	89.400000	47	15	70	66
16	89.500000	4	0	60	59
17	89.600000	21	13	76	70
18	89.700000	100	100	84	83
19	89.800000	40	14	78	72
20	89.900000	0	0	0	0
21	90.000000	100	90	87	79

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班



# SSL測向結果



頻譜監控系統工作站 - Scorpio Client

檔案(F) 檢視(V) 作業方式(M) (目前是 連線) 說明(H)

測量

設備控制

測向測向

測向定點

監控接收器

全量顯示

交測

交測定點

DF

Pushbutton 測向

工具列

診斷

可行

連接南州監測站伺服器: NUM 上(連線) CH 2:49 PM

開始 DGT3 Trainig ppt 國際電波監測... 簡報1 ppt CAWIN\_CHS... 8515-4503-02 S... 卸除式磁碟 (E:) 172.16.205.203... 頻譜監控系統...

Pushbutton 測向 - 連線

測向設定

置信基準 70 頻率(兆赫) 10.023540

帶寬(千赫) 1

持續時間(微) 2000

請求測向

調整輔助

頻寬(千赫) 25

參考單位(dBm) -140

執行

停止

相對頻率

接收機設定

步幅大小

中頻頻寬 9 千赫 10 千赫

解調模式 拍頻位移 自動增益控制

振幅 1000 長

雷達顯示圖

方位 350.56

地圖

奇標

度分秒

十進制度

UTM

尺寸控制

放大 滑動

測量

縮小

全尺寸

顯示控制

World

列印 圖層

清除顯示

儲存

測量結果

時間和日期	地點	頻率	方位	範圍	置信基	次數	Sigma
下午 02:44:22 2004/4/21	(22.52, 120.60)	10.023540	352.14	698.98	76	10	4.21
下午 02:44:07 2004/4/21	(22.52, 120.60)	10.023540	3.40	883.08	75	8	3.60
下午 02:43:41 2004/4/21	(22.52, 120.60)	10.023540	350.77	613.79	78	18	3.20
下午 02:43:15 2004/4/21	(22.52, 120.60)	10.023540	348.76	678.67	75	19	3.39
下午 02:42:53 2004/4/21	(22.52, 120.60)	10.026415	175.31	685.99	78	6	2.81

2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 國際電波監測系統(崙坪、南州)交測結果



The screenshot shows the Scorpio Client software interface. The main window is titled "類譜監控系統工作站 - Scorpio Client". It features a sidebar on the left with various control buttons like "測量", "設置控制", "歸向測向", "歸向定點", "監控接收器", "全量顯示", "交測", "交測定點", "DF", "Pushbutton 測向", "工具列", and "診斷".

The main area is divided into two panels:

- 交測 (Measurement):** Contains "交測結果" (Measurement Results) with coordinates "34 26 29N 110 40 54E" and "測向測量" (Directional Measurement) settings including "置信基準" (Confidence Level) 57, "頻率" (Frequency) 15.000000 MHz, "代號" (Code) 15, and "頻寬" (Bandwidth) 3 kHz.
- 地圖展示 (Map Display):** Shows a map of China with a red shaded area indicating the measurement location. The "游標位置" (Cursor Position) is "27 12 23N 125 30 45E".

A green callout box on the right contains the following information:

- 標頻電台資料 (Standard Frequency Station Data)
- Freq: 15MHz
- Location: 大陸西安附近 (Near Xi'an, China)
- Distance: 1600km

The status bar at the bottom shows "2010-5-11 可行" (2010-5-11 Feasible), "連接崙坪監測站 (NFS1SV)伺服器:" (Connected to Kungping Monitoring Station (NFS1SV) Server:), "NUM", "上 (連線)" (Up (Connected)), "2004/11/15 10:00 AM".

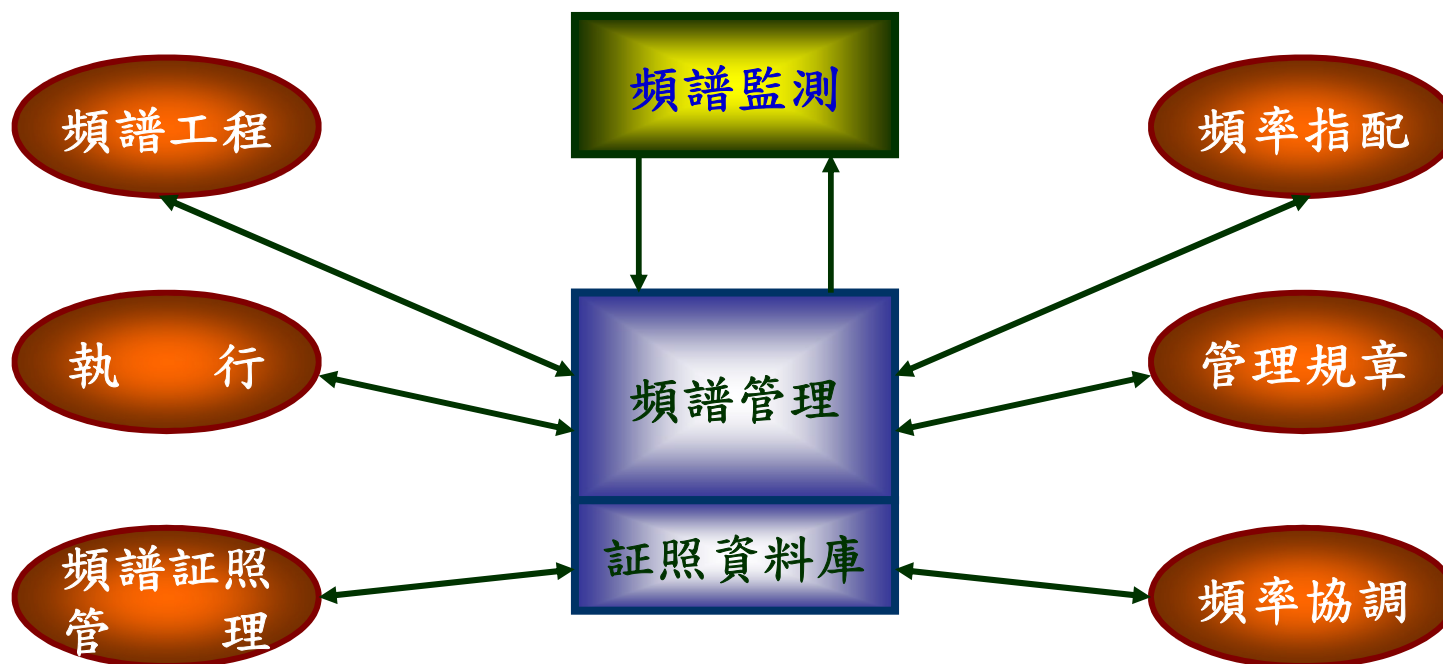
2010-5-11 可行

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班

# 未來規畫方向與工作-進階式頻譜管理系統

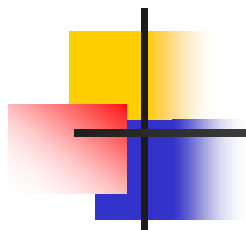


- 通訊頻譜的範疇將往低功率、寬頻高速網路邁進。因此突發信號(Burst)與移動性(Mobility)發射電台將對電信監理業務與頻譜管理技術帶來更大的挑戰與衝擊。
- 頻譜管理系統擴展整合至頻譜證照資料庫，提昇整體的行政效能。



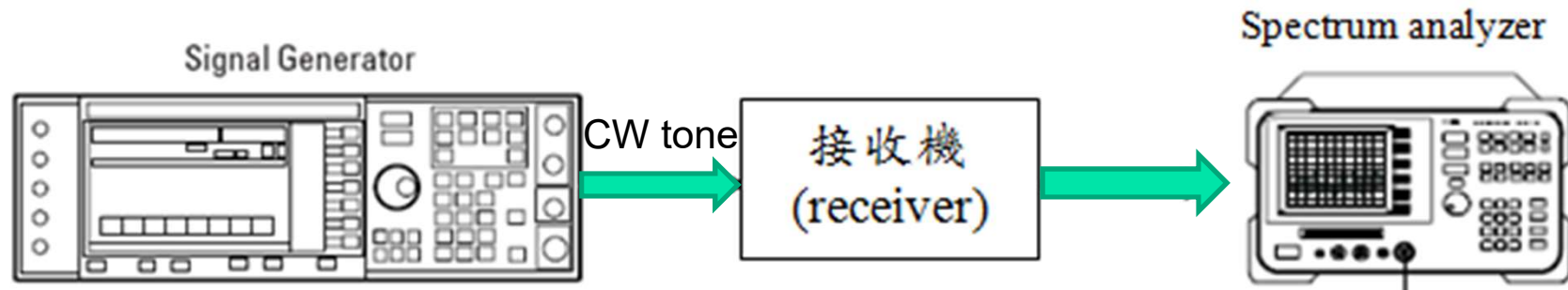
2010-5-11

台北科大光電與通訊產業研發碩士專班



# 監測頻譜分析儀驗證程序

# 如何量測接收機之相位雜訊(phase noise)



若量測之主訊號為x dBm，offset處之訊號為y dBm，

$$\begin{aligned}\text{phase noise} &= x - y - 10 \log \text{RBW} \\ &= x - y - 10 \log 1\text{k} \\ &= x - y - 30 \text{ (dB)}\end{aligned}$$

參數設定:

Offset : 10kHz

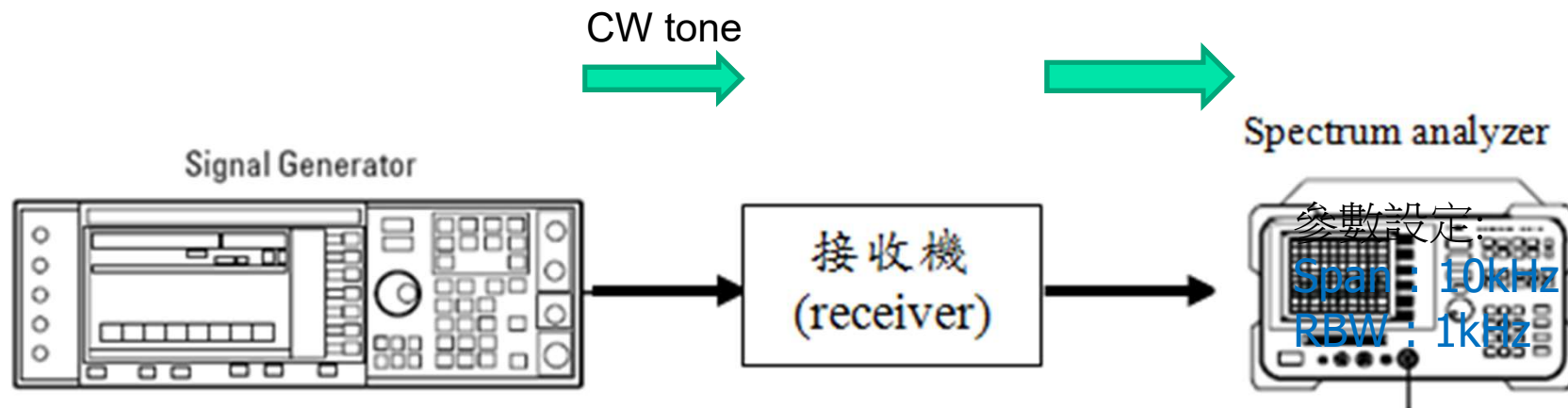
Span : 50kHz

RBW : 1kHz

**注意事項:** 1.若接收機提供Lo輸出埠，可將頻譜儀接到此Lo輸出埠，量測時先將**頻譜儀reset**，調整頻譜儀之頻率範圍，使CW tone位於頻譜儀螢幕中央位置，再將span縮小至50kHz，其餘量測步驟如上段所述。

2.為了降低noise level，接收機之**gain**要儘量降低。

# 如何量測接收機之selectivity?

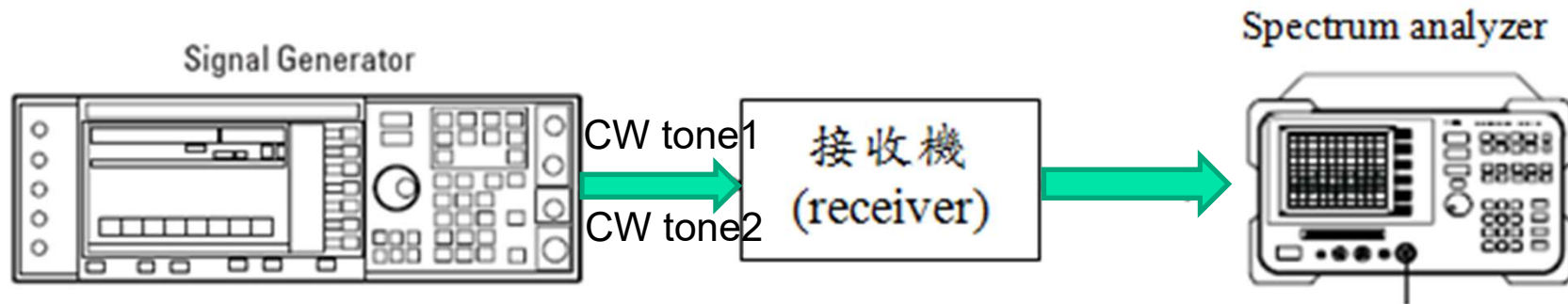


量測到的60dB頻寬與20dB頻寬之比值即為此接收機之selectivity。

**注意事項:** 1. 頻譜儀以至少能看到完整RBW之頻率範圍並能觀察到60dB頻寬為原則。



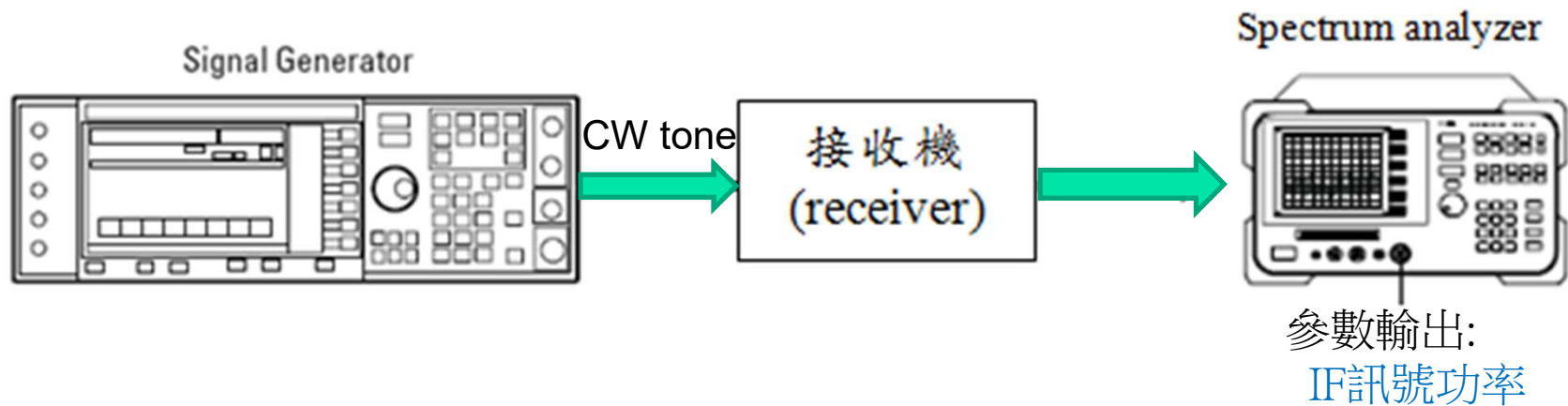
# 如何量測接收機之Image Rejection



參數輸出:  
頻率:  $f_1 - IF$  及  $f_1 - 2IF$   
功率:  $P_{IF1}$  及  $P_{IF2}$

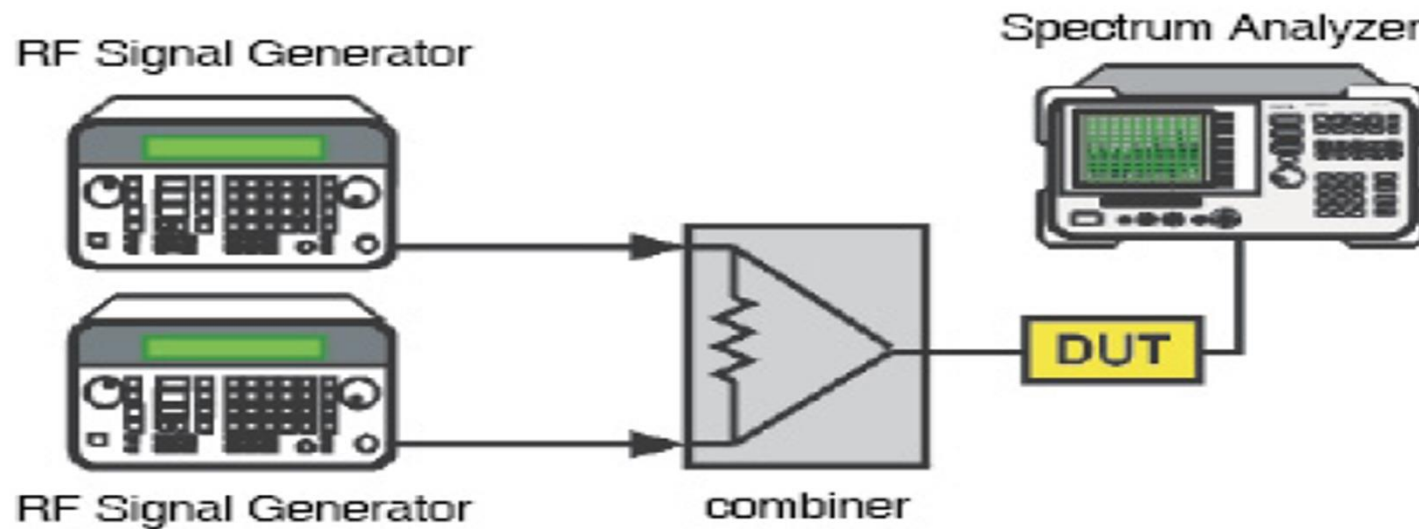
將接收機之IF輸出埠接到頻譜儀，再使用訊號產生器輸入一個CW tone，假設頻率為100 MHz ( $f_1$ )，記錄頻譜儀所觀察IF訊號之頻率和功率 $P_{IF}$ 。此時本地振盪器頻率應為 $f_1 - IF$ 。重新輸入一個相同功率之CW tone，頻率設為 $f_1 - 2IF$ ，記錄頻譜儀所觀察IF訊號之頻率和功率 $P_{IF\_img}$ ，兩次所量測功率dB值之差，即為頻接收機之image rejection。

# 如何量測接收機AGC之範圍



如AGC範圍是120dB，分別由訊號產生器輸入10dBm及-100dBm之訊號，若IF訊號之功率相同，則此接收機之AGC可達120dB。





IP2之量測架構和IP3相同，其公式如下：

$$IP2 = 2P_f - IM2$$

$$IP3 = 0.5(3P_f - IM3)$$

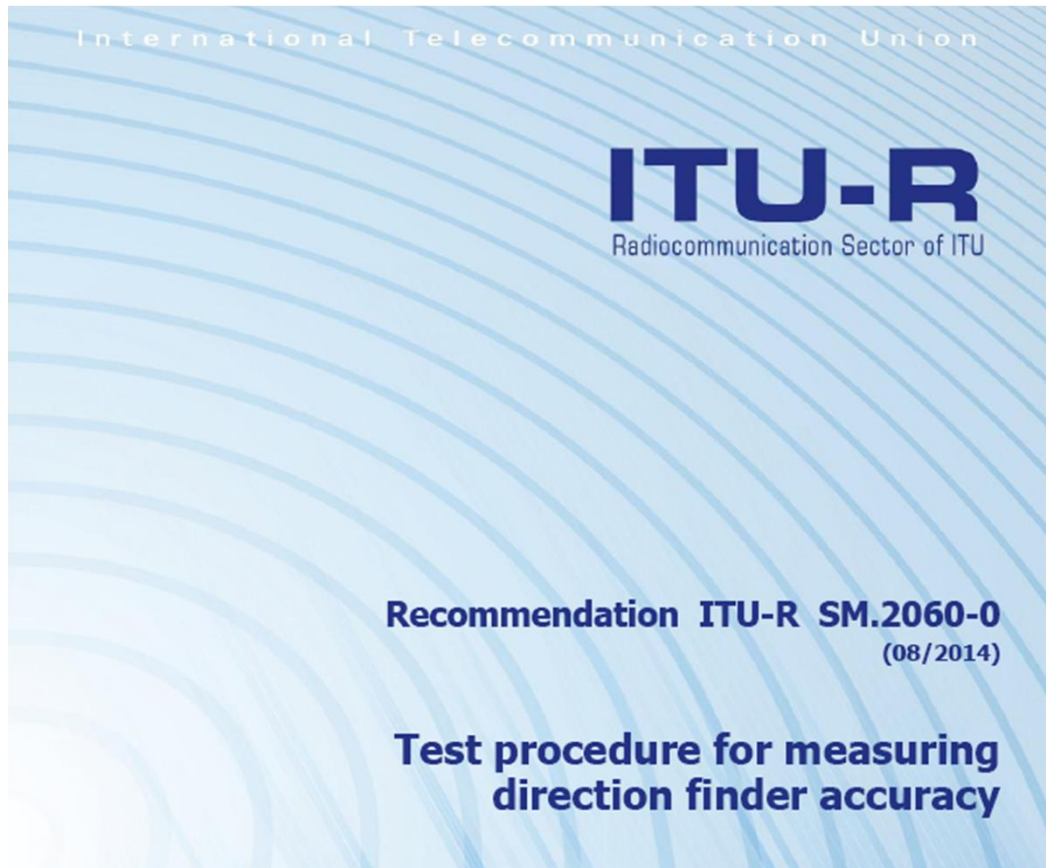
其中， $P_f$ 為兩根等強度相鄰訊號之功率

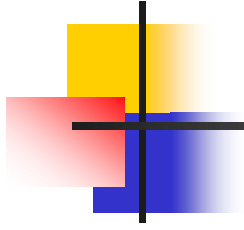
$IM2$ 為二階互調變訊號功率

$IM3$ 為三階互調變訊號功率

**注意事項：**兩個相鄰之訊號功率，不可超過接收機之線性區。

# 測向定位儀驗證程序





# 測向系統精確度量測

ITU-SM.2060

# 測試場域要求

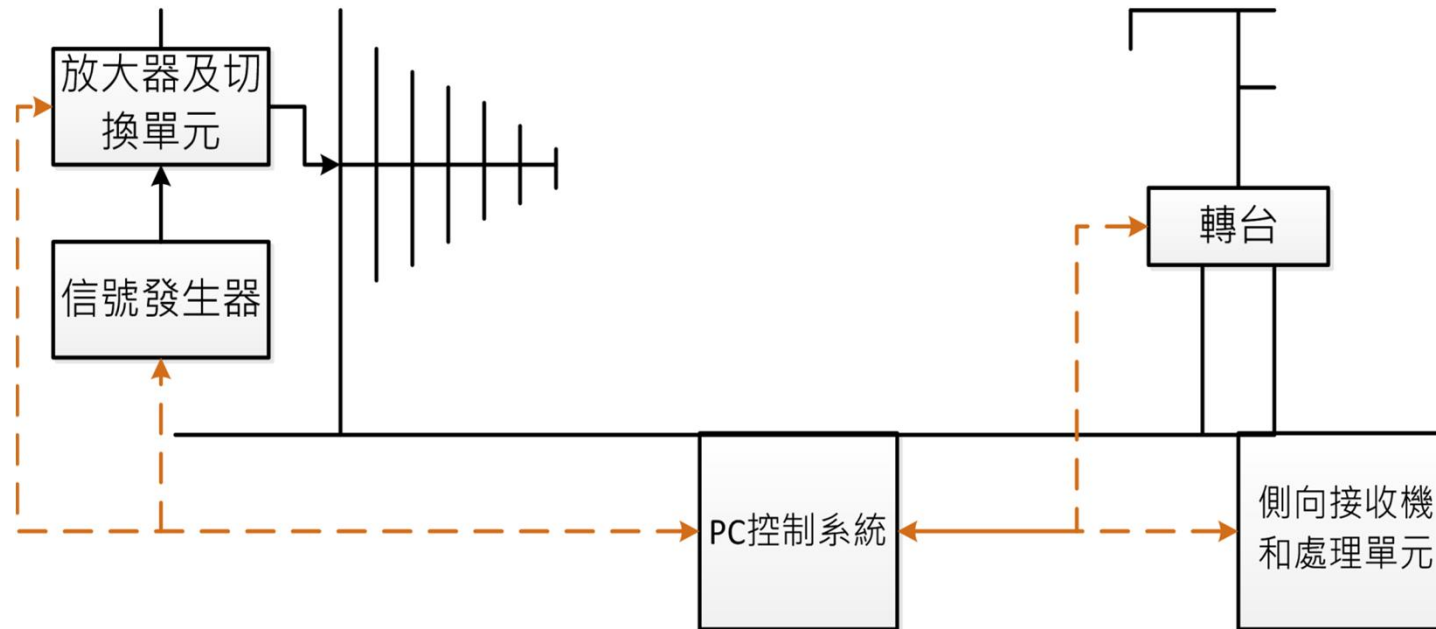


- ANSI C63.7、CISPR或EN55 022
- 只有直射波（LOS），沒有干擾、沒有其它信號，符合遠場條件 (ITU-R BS.1698)
  - 沒有建築物
  - 周圍沒有金屬體
  - 遠離道路，以避免由車輛引起的干擾
  - 遠離任何可能引起干擾的發射機
  - 遠離高壓輸電線、電話線等



發射天線(Tx)

測向天線(Rx)

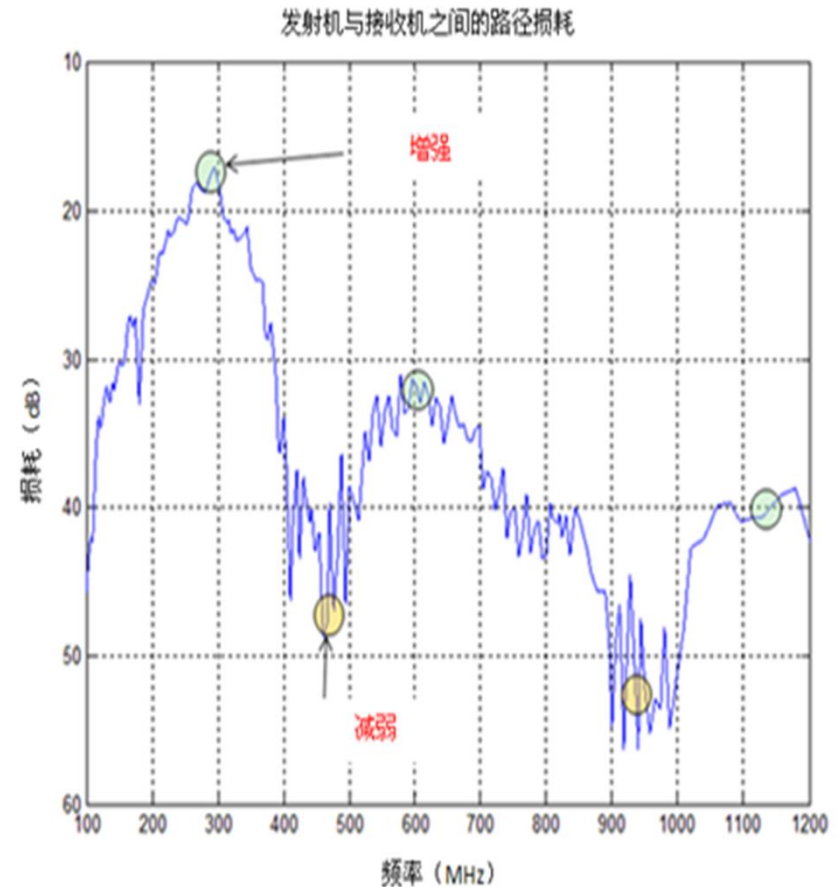


選擇測試頻率  
待測物的設置  
測試距離  
測試的角度  
測試數據

# 選擇測試頻率



- 在開放場域中進行“系統測向量測”，實際上仍會受到多重路徑的影響。因此，要儘量減少地面反射和其他異常情況帶來的影響。
- 在30MHz至3000MHz的測向系統，至少要選擇20個測試點。
  - 30MHz至50MHz，頻率間隔5MHz
  - 50MHz至150MHz，頻率間隔10MHz
  - 150MHz至500MHz，頻率間隔20MHz
  - 500MHz至3000MHz，頻率間隔50MHz



# 待測物的設置



- 發射天線的高度與測向天線的高度保持一致
- 離地最小高度應大於測向系統，最低測試頻率波長的一半。
- 調整發射機的發射訊號功率，以測向天線所接收到的測試信號的SNR為20dB。
- 測向頻寬應設置在10kHz至15kHz（或系統設定的最小值）
- 所有測試設備（包括發射機、發射天線和轉檯等）應進行校正。

# 測試距離



- 發射天線和測向天線之間的距離，大於測試頻率波長10倍距離。或由下列公式計算，選擇兩者之間較大的數值

$$R > \frac{2D^2}{\lambda}$$

$R$  :距離長度（發射天線和測向天線之間的距離）

$D$  :被測測向系統的天線孔徑（對於環形陣列天線指陣列直徑）

$\lambda$  :被測頻率波長

（以公尺單位。）



# 測試的角度



- 360度範圍內四個象限均應有測試角度
- 在計算時選取測試角度的數量，應符合統計特性可接受的樣本數（要大於16個角度）。

# 測試數據



- 每一個測試角度，在測向系統工作頻段範圍內，按照設定好的測試頻率，設置信號發生器，以掃描形式發射測試信號來進行測試。
- 所有的測試資料均應記錄。測試資料結果應保存在一個檔內，以備用於後續的統計計算。



# 數據計算



- 測試角度誤差值  $\theta_{(F,\theta)} = (\theta_{mes} - \theta_{theo})$
- 所有的測試角度誤差的均方根值
- 測向誤差補償

$$\theta = \theta - \frac{\sum_{\theta} \sum_{F} \theta_{(F,\theta)}}{N}$$
$$\theta = \sqrt{\frac{\sum_{\theta} \sum_{F} \theta_{(F,\theta)}^2}{N}}$$

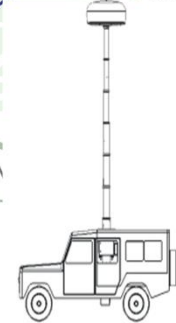
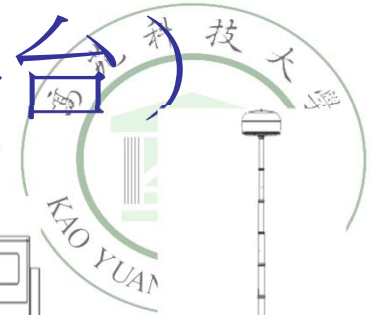
- 測向系統測向精確度： $\leq 2.5^\circ$  的均方根值  
(30 MHz 至 3 000 MHz)



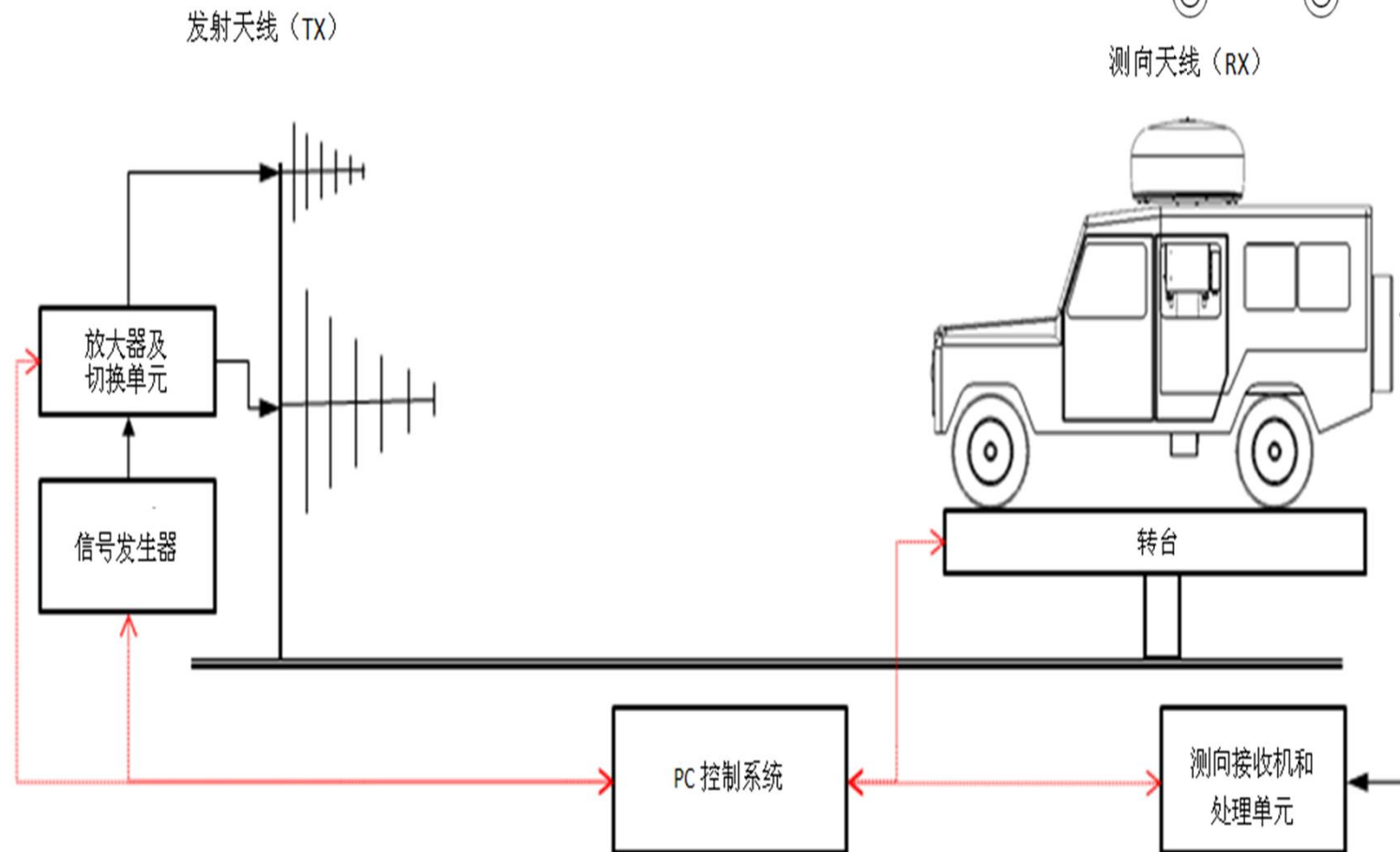
## 其它建議事項

- 在無反射實驗室，可視同在開放性場域
- 發射天線的與測向天線的極化方向要一致
- 較低頻或**HF**頻段，要額外考慮距離與天線性能

# 移動測向系統的量測 (平台)



SM200004

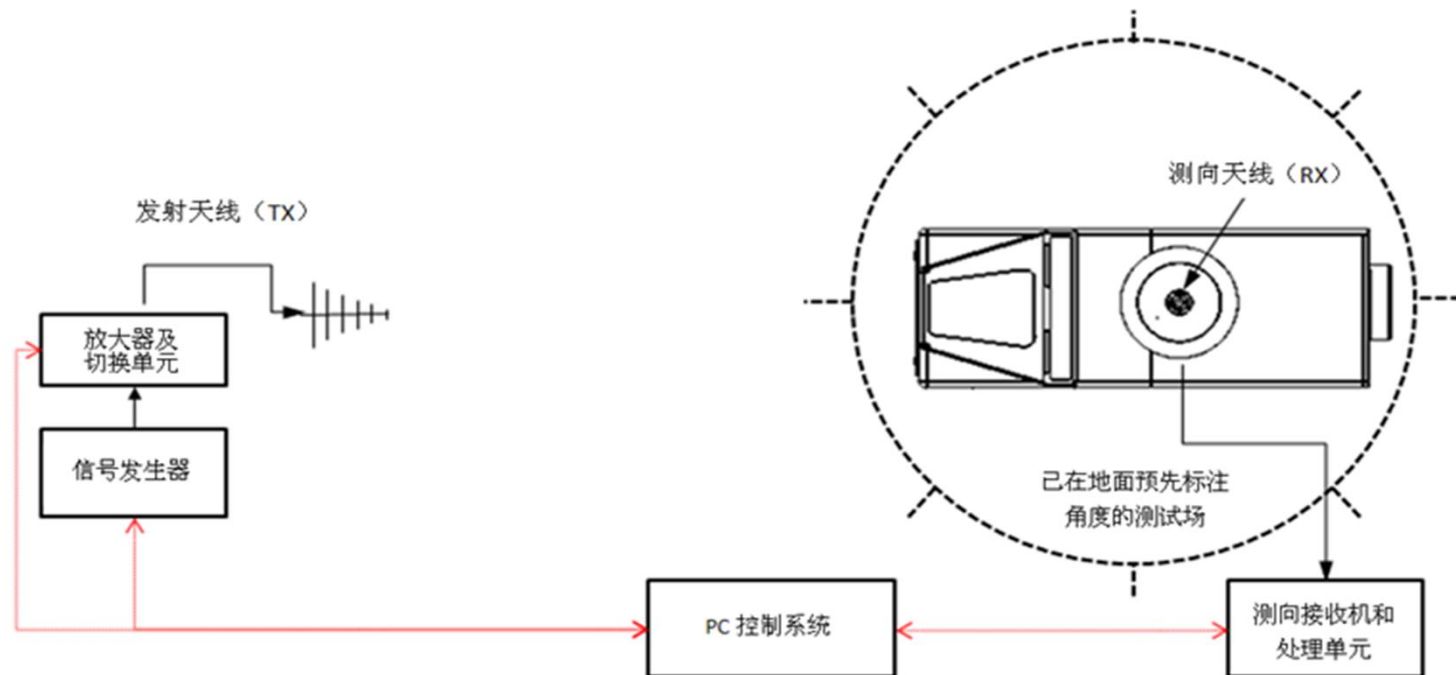


測試頻率與功率在SNR=20dB

# 移動測向系統的量測（定點）



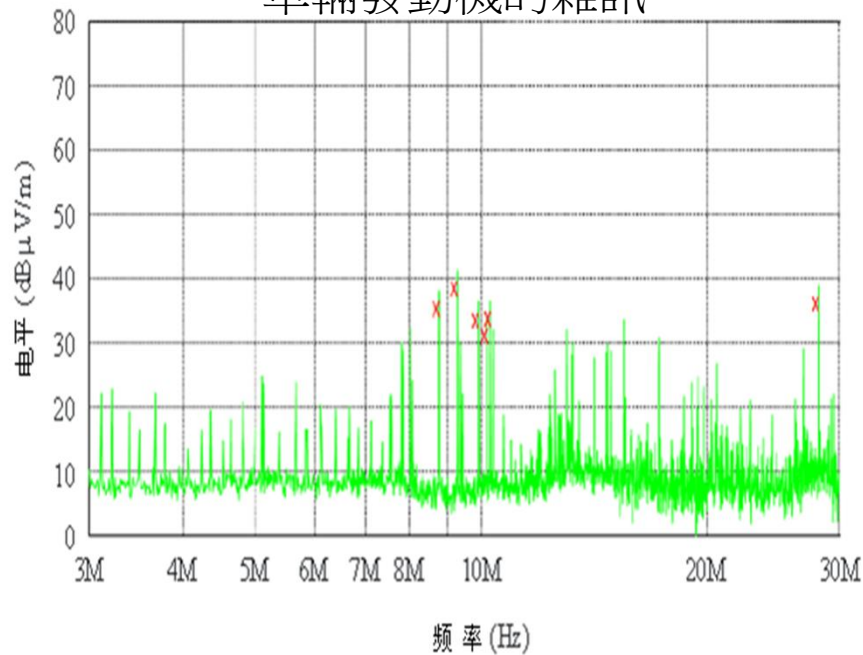
- 要克服來自車頂的其他天線、金屬材質物體和其他其他散射效應的物體，所產生的耦合效應。
- 若沒有轉盤測試平台，則要在開放性場域，選擇測試定點，由車輛移動到定點進行測試。



# 來自車輛發電機的干擾

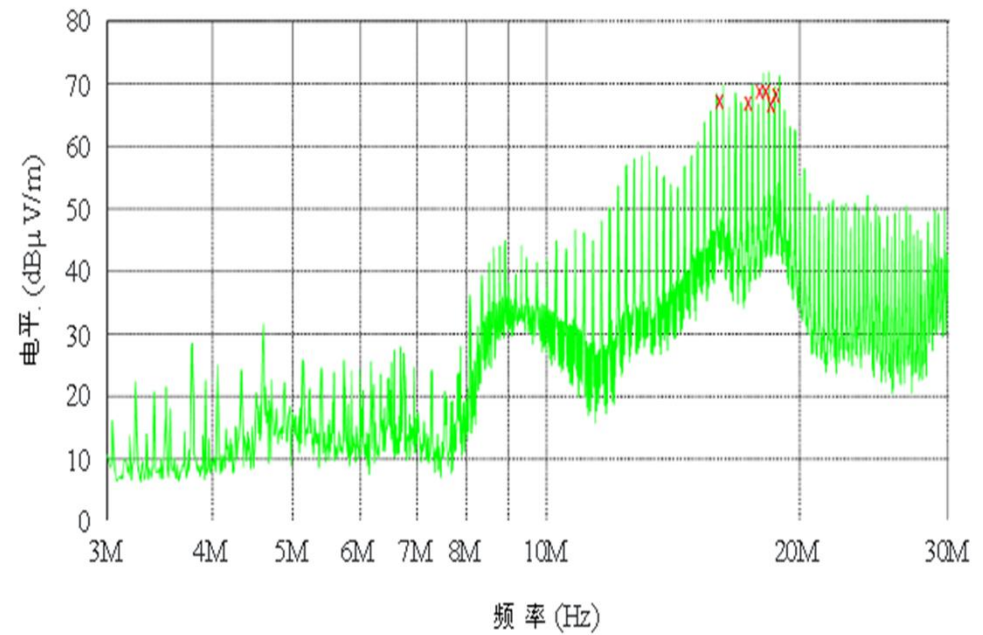


## 車輛發動機的雜訊



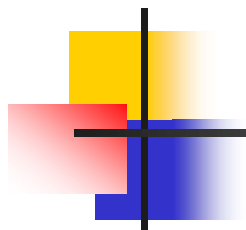
MES 0312-15\_ 红色 峰值  
MES 0312-15\_ 前一个

## 發電機產生的雜訊



MES 0313-15\_ 红色 峰值  
MES 0313-15\_ 前一个





# 電波監測 多重路徑抗干擾測試

**ITU-SM.2061**

# 測試場域要求



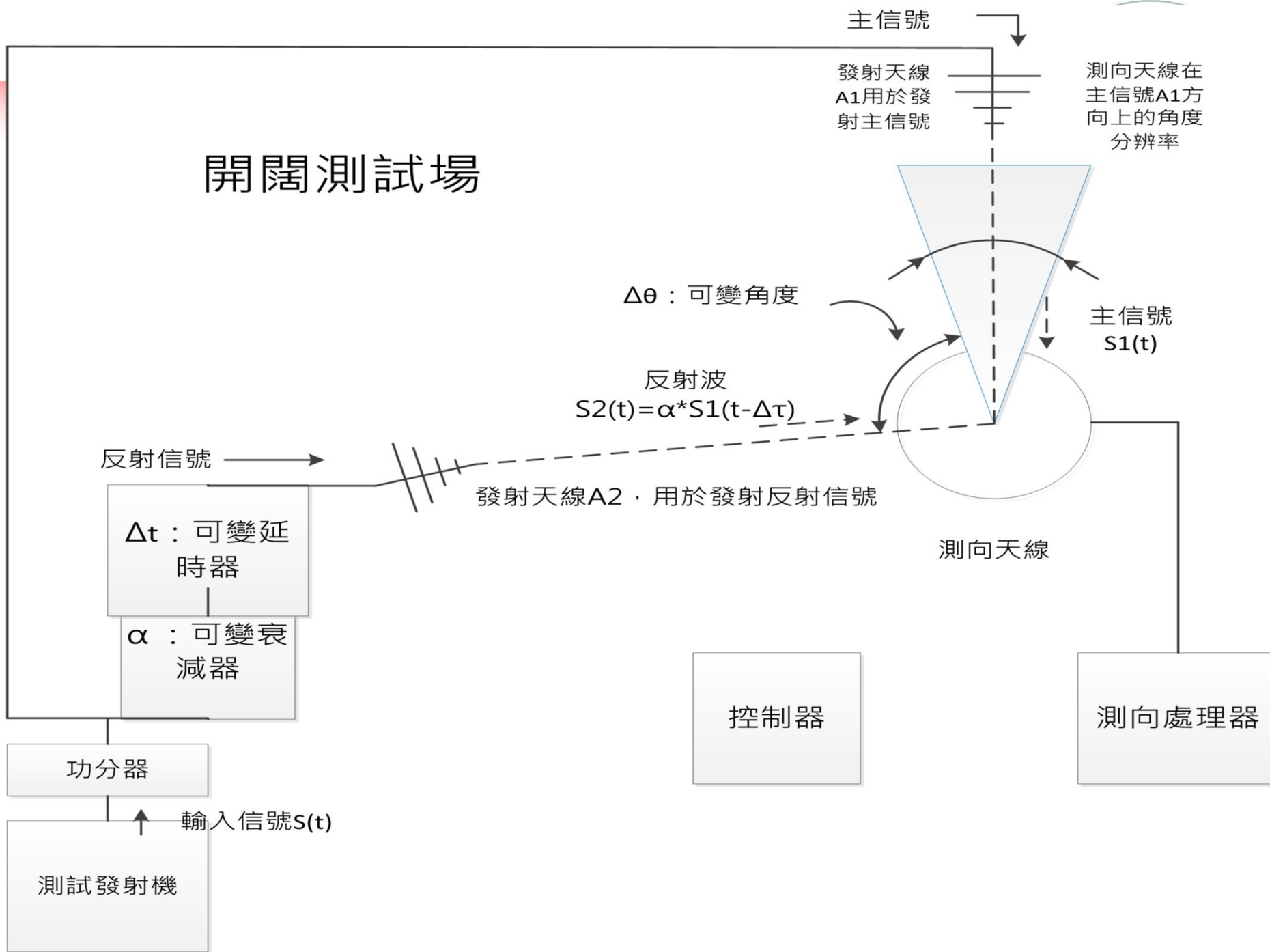
- ANSI C63.7、CISPR或EN55 022
- 只有直射波（LOS），沒有干擾、沒有其它信號，符合遠場條件（ITU-R BS.1698）
  - 沒有建築物
  - 周圍沒有金屬體
  - 遠離道路，以避免由車輛引起的干擾
  - 遠離任何可能引起干擾的發射機
  - 遠離高壓輸電線、電話線等

# 模擬多重路徑的傳播環境（測試程序1）

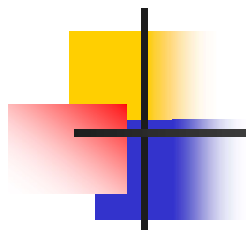


- 使用訊號產生器在測向系統工作頻段範圍內，產生CW訊號S；
- 利用分配器將S分為S1和S2兩個訊號；
- S1由天線A1發射。
- S2通過天線A2以不同於S1的角度發出，並調整衰減和改變相位；
- S1和S2的訊號強度，以確保兩者SNR=20dB（以確保系統雜訊不對測試結果產生影響）。

# 開闊測試場







# 結語



紅樓夢

洞察世事皆學問 人情練達皆文章

處處留心皆學問 人情練達皆文章

## 分享與互勉

聽了研究說明與報告，就馬上去做研究驗證的工程師

聽了研究說明與報告，還問為什麼，再去做研究驗證的工程師

聽了研究說明與報告，需後面催趕並帶著做研究驗證的工程師



**Thanks for your Attentions.**



## 參考文獻



- [1] S. C. Swales, J. E. Maloney, and J. O. Stevenson, "Locating mobile phones and the US wireless E-911 mandate, 1999," IEEE Colloquium on Novel Methods of Location and Tracking of Cellular Mobiles and Their System Applications, pp. 2/1–2/6, London, May.
- [2] A. H. Sayed, A. Tarighat, and N. Khajehnouri, 2005, "Network-based wireless location: challenges faced in developing techniques for accurate wireless location information," IEEE Signal Processing Magazine, vol. 22, no. 4, pp. 24–40, Jul.
- [3] A. Waadt, G. Bruck, and P. Jung, 2009, "An overview of positioning systems and technologies," 2nd International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, pp. 1–5, Bratislava, Nov.
- [4] M. Ylianttila, J. Makela, and K. Pahlavan, 2000, "Geo-location information and inter-technology handoff," IEEE International Conference on Communications, vol. 3, pp.1573-1577, Jne.
- [5] G. L. Turin, F. D. Clapp, T. L. Johnston, S. B. Fine, and D. Lavry, 1972, "A statistical model of urban multipath propagation," IEEE Trans. Vehicular Technology, vol. 21, no.1, Feb.
- [6] M. Hata, T. Nagatsu, 1980, "Mobile location using signal strength measurements in a cellular system", IEEE Trans. Vehicular Technology, vol. 29, pp. 245–252.
- [7] K. D. Wong, 2001, "Geo-location in urban areas using signal strength repeatability," IEEE Communications Letters, vol. 5, no. 10, pp.411-413, Oct.
- [8] W. C. Y. Lee, 1982, Mobile Communications Engineering, McGraw-Hill, NY.
- [9] M.P. Wylie, J. Holtzman, 1996, "The non-line of sight problem in mobile location estimation," IEEE International Conference on Universal Personal Communications, vol. 2, pp. 827–831.
- [10] J. Syrjarinne, 2001, "Studies of Modem Techniques for Personal Positioning," Doctor of Technology thesis work, Tampere University of Technology, Mar.
- [11] H. B. Lee, 1975, "A novel procedure for assessing the accuracy of hyperbolic multilateration systems," IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, vol. AES-11, no. 1, pp. 2–15, Jan.
- [12] T. S. Rappaport, 1996, Wireless communications: principles and practice, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, pp.69-133.
- [13] I. Sharp, K. Yu, and Y. J. Guo, 2009, "GDOP analysis for positioning system design," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 58, no. 7, pp. 3371–3382, Sept.
- [14] Y. C. Liang, A.R. Leyman, and B. H. Soong, 1997, "Multipath time delay estimation using higher order statistics" Higher-Order Statistics, Proceedings of the IEEE Signal Processing, pp. 9-13, Jul.
- [15] C. L. Nikias, R. Pan, 1988, "Time delay estimation in unknown spatially correlated noise," IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Processing, vol.36, no. 11, pp. 1706-1714, Nov.



# References



- [1]交通部電信總局全球資訊網， “<http://www.dgt.gov.tw>”
- [2]國家通訊傳播委員會全球資訊網， “<http://www.ncc.gov.tw>”
- [3]通訊傳播法規彙編，“通訊傳播基本法”，1-2頁，2007
- [4]通訊傳播法規彙編，“國家通訊傳播委員會組織法”，3-8頁，2007
- [5]通訊傳播法規彙編，“電信法”，25-50頁，2007
- [6]通訊傳播法規彙編，“電波監理業務管理辦法”，529-584頁，2007
- [7]交通部電信總局編印，“無線電波頻率資源規畫與管理” 12頁，2005
- [8]交通部電信總局全球資訊網，“<http://www.dgt.gov.tw/chinese/Frequency-management/7.1/fm-action.shtml>”
- [9]張耀堂、劉昭育、王建春、梁溫馨，“赴法國實習「無線電頻譜監測系統」報告書”，國家圖書館，冊號C880877，1999
- [10] Bernard Sklar,“Digital:Communications”,Second Edition,Pearson-Hall International. Inc, 1995
- [11]國家通訊傳播委員會頻率資料庫查詢系統，<http://freqdbo.ncc.gov.tw>  
(政府資訊公開法)