

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告  
具有智慧型天線的寬頻 CDMA 基地站收發機研製（總計畫）

計畫編號：NSC89-2219-E-002-016

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：李學智 國立台灣大學電信工程學研究所

協同主持人：曹恆偉 國立台灣大學電信工程學研究所教授

關志達 國立台灣大學電機工程學研究所教授

林茂昭 國立台灣大學電信工程學研究所教授

### 一、中文摘要：

本整合型計畫之主要目的是依據 W-CDMA 的規格，建立具備智慧型功能之基地台收發機的雛型系統，並就建立的系統進行實驗測試。

總計畫之下設四個子計畫，分別為：

子計畫一：W-CDMA 收發機系統架構之模擬、建置與測試（曹恆偉教授主持）

子計畫二：W-CDMA 智慧型天線（李學智教授主持）

子計畫三：W-CDMA 收發機中即時基頻信號處理模組之研製（關志達教授主持）

子計畫四：用於第三代行動通訊系統的編碼及調變（林茂昭教授主持）

**關鍵詞：**W-CDMA，智慧型天線，波束形成器，第三代行動通訊系統，基地站收發機

### 英文摘要：

#### Abstract

The purpose of this group project is to build a prototype base station transceiver with smart antenna to be used in the third generation international mobile communication system. The transceiver will be implemented according to the wideband CDMA air interface specifications and its performance will be tested at the end of the project.

There are four subprojects, which are

Subproject 1 : Simulation, implementation and performance test of a W-CDMA transceiver system.

Subproject 2 : Smart antennas for W-CDMA system.

Subproject 3 : Real-time baseband signal processing modules for W-CDMA transceiver.

Subproject 4 : Coding and modulation techniques for the third generation mobile communication.

**Keywords :** W-CDMA, Smart Antenna, Beamformer, IMT-2000, Base Station Transceiver.

### 二、計畫緣由與目的

第三代行動通訊系統結合多種服務，如語音、數據、網際網路，以及多媒體於一機。欲達成此一目標，收發機包含天線、調變、編碼、信號處理等，應具備智慧的能力，以能夠適應無線通道環境的變化及服務需求的變化。

國際電信聯盟在 1999 年決定 IMT-2000 空中介面標準。在 IMT-2000 中，利用寬頻 CDMA，採用天線陣列、波束合成器及 RAKE 接收器，來估計通道參數，消除同頻干擾，提升信號干擾比，增加系統容量。

本計畫結合具通訊系統、數位信號處理、通道編碼、通道特性以及晶片設計等

專長之教授，共同提出整合型的研究計畫，期望建立具備智慧型天線功能之基地台收發機的離型系統，並對所建立的系統進行模擬測試。

### 三、研究方法及成果：

本總計畫之下分四個子計畫，子計畫一負責收發機離型架構的模擬建立及測試。子計畫二負責智慧型天線的研究，考慮實際的無線通訊環境以及 IMT-2000 的空中介面規格，提出適當的適應天線信號處理法則。子計畫三則根據子計畫一的系統架構及空中介面規格，在中頻基帶部份建立以 FPGA 所構成的 emulator system，來實現適應陣列天線及載波回復電路。而其終極目標則是將基帶信號處理器及波束合成電路製作在晶片上。子計畫四依 W-CDMA 的規格，研究新型的調變及通道編碼技術，以適應無線通道環境，並控制通道傳輸品質。

第一年度各子計畫的研究成果簡述如下：

**子計畫一：**完成 IMT-2000 發射機系統的規畫、模擬、電路設計及測試。測試結果和設計模擬結果吻合。完成的系統規格如下：

- a. IQ DAC : 12 bits
- b. IQ input bandwidth (analog): 5MHz
- c. IQ mismatch: < 3°(phase) , < 12dB (amp.)
- d. Gain control range: > 60dB
- e. IF frequency: 200MHz
- f. RF frequency: 1920 ~ 1980MHz

**子計畫二：**提出一種 W-CDMA 智慧型天線的信號處理法則，它可以有效地壓抑多用戶之間的干擾，而且可以正

確地估測主用戶的通道參數。經過陣列天線信號處理及 RAKE 結合器之後，信號與干擾比可以大幅提升，增加通信系統的總容量。

**子計畫三：**設計一個 W-CDMA 上傳基地台的基頻信號處理器的架構。完成了系統架構的模擬，fixed-point 架構的模擬，部份 verilog 的模擬以及硬體的 Emulation (Aptix 系統)

**子計畫四：**針對加減性白色高斯雜訊通道設計出一個具有低製作複雜度，強大錯誤更正能力的編碼調變架構。同時致力於以 FPGA emulator 完成具有迴旋處理器的二元迴旋碼，它只需要四個狀態就能達到傳統 64 狀態點的二元迴旋碼的除錯性能。

各子計畫第二年度研究成果之摘要如下：

### 子計畫一：收發機系統架構之模擬、建置與測試

本計畫延續前一年之 IMT-2000 相容的 W-CDMA 發射機研製成果和經驗，繼續針對和 IMT-2000 系統中之上傳頻帶 (1920MHz ~ 1980MHz)，一個頻道的頻寬為 5MHz，所採用的調變技術為 QPSK，基頻 I \ Q Chip Rate 為 4.096Mpc/s。內文首先針對前一年之研究成果做一介紹，之後即針對接收機系統架構設計、系統模擬、主動元件之選擇、應用電路之設計、接收機性能測試。此接收機包含了射頻電路、中頻解調電路、增益控制電路、類比數位轉換電路、頻率合成電路。

### 子計畫二：W-CDMA 智慧型天線

本文探討 W-CDMA 基地台智慧型天線陣