

## 既會解題又會設計：透過自製天線驗證高度理論專業內容

為使學生跳出「會解題但不會設計」的學習困境，教師於專業選修的【天線】課程中融入探究式教學設計。透過讓學生設計與自製可實際接收訊號的電視天線，讓過往停留紙上模擬的教與學歷程昇華至具有完整設計與驗證過程的學習模式，藉以務實培養學生的「理論—設計—驗證」連貫專業能力。

課程基本資料			
授課教師	陳晏竺	教學單位	電子工程系
課程名稱	天線（專業選修 / 3 學分）	修課人數	15
欲解決的教學現場問題	本課程屬於高度理論化的專業科目，學生常能理解公式推導，卻難以連結實際設計，形成「會解題但不會設計」的學習落差問題。為改善停留在紙上模擬、缺乏完整設計與驗證歷程的教與學問題，教師擬引導學生自行設計 DTV 天線並實測，培養「理論—設計—驗證」的專業能力。		
探究標的設定			
主題情境	在數位電視普及的環境下，市售天線常受限於價格、安裝空間或接收效能，導致訊號不穩定或畫質不佳。學生需思考如何設計一款符合 DTV 頻段的天線，兼顧小型化、匹配度、增益與製作成本，並能實際連接接收裝置進行驗證。 此情境能引導學生從「接收品質不佳」的現象出發，延伸出多面向的探究議題，例如：不同天線結構對效能的影響、材料與製作方式的限制、模擬結果與實測差異的成因、安裝環境對接收效果的影響等。		
探究議題	依據主題情境設定，可發展之欲探究議題如下： 1.不同天線結構（如偶極、單極、微帶天線）對於 DTV 頻段接收效能有何差異？ 2.阻抗匹配與天線尺寸如何影響接收訊號的強度與穩定性？ 3.模擬與實測差異的原因為何？哪些因素（材料、製作誤差、量測環境）會造成偏差？		
探究三步驟			
1.引導探問	引導探問階段，教師先以市售 DTV 天線接收畫面與量測數據作為引入，請學生觀察在相同頻段下，不同天線結構與安裝條件所呈現的接收差異。接著引導學生回顧課堂中已學過的電磁理論、阻抗匹配與天線參數，討論哪些因素可能影響接收效能。課堂中以小組討論方式，請學生整理觀察到的現象並提出初步問題，教師再透過提問與回饋，協助學生將零散想法轉化為可進一步探究的設計問題。		
2.促進探查	促進探查階段，學生依小組選定欲探究的天線設計議題，進行資料蒐集與方案規劃。教師引導學生使用電磁模擬軟體進行天線結構與參數設定，並說明模擬結果中		

	阻抗匹配、增益與輻射特性之判讀方式。各組依模擬結果修正設計後，進行實體天線製作與量測，將實測數據與模擬結果進行比對。過程中教師提供軟體操作、儀器使用與誤差判讀之即時指導，協助學生釐清模擬與實測差異的可能原因，並逐步完成探究分析。
3.總結回饋	各組學生於課堂中進行成果發表，說明其 DTV 天線之設計構想、模擬結果與實測數據並展示實體天線之接收表現。教師引導學生比較不同設計方案在效能與實測結果上的差異，並針對模擬與量測不一致之處進行討論，協助學生回顧探究歷程與關鍵決策。透過同儕提問與教師回饋，學生得以整理設計成果，並反思理論應用與實務操作間的落差。

### Rubrics 檢核

Rubrics 設計	此 Rubrics 用來評量學生的「探究與實作」能力。				
	Criteria	Excellent (10 points)	Good (7.5 points)	Sufficient (5 points)	Need Improvement (2.5 point)
	Special Features of Antennas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Use advanced techniques such as high gain, diverse polarization, reconfigurability, antenna arrays, or utilizing an out-of-band antenna for DTV reception.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporates some useful design feature (e.g., high gain, polarization diversity, or reconfigurability) with reasonable justification.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uses a basic antenna design with minimal enhancements.</li> <li>Limited choices and moderate improvements in reception quality.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antenna design is directly copied from existing designs without modifications.</li> </ul>
	Analysis of Performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprehensive and precise analysis using simulation or measurements.</li> <li>Uses well-structured data, graphs, and comparisons to justify performance improvements.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provides a reasonable simulated or measured results.</li> <li>Provide some data and interpretation.</li> <li>Some comparisons are made, but minor gaps exist.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basic performance analysis with minimal data.</li> <li>Explanations lack depth, and justification of performance results is weak.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weak or missing analysis of performance.</li> <li>No meaningful data or explanations to support the results.</li> </ul>
	English Proficiency and Slide Delivery	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fluent and precise English with technical accuracy.</li> <li>Ideas are expressed clearly and effectively.</li> <li>Well-organized slides with professional formatting and clear visual aids.</li> <li>Smooth, confident, and engaging delivery.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mostly clear English.</li> <li>Explanations are understandable but could be more refined.</li> <li>Well-structured slides with minor formatting inconsistencies.</li> <li>Delivery is solid but may lack engagement or clarity in some parts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noticeable language errors that somewhat affect clarity.</li> <li>Some difficulty in expressing technical details accurately.</li> <li>Basic slide design with some formatting issues.</li> <li>Delivery is somewhat unclear or lacks confidence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frequent language issues making explanations hard to follow.</li> <li>Poor structure and lack of technical clarity.</li> <li>Poorly structured slides with minimal visual support.</li> <li>Weak delivery, lack of preparation, or failure to engage the audience.</li> </ul>

使用方法	於課程正式開始前，教師向學生詳細說明這套量表，明確界定探究過程的評分標準，使學生能以此作為準則進行自我檢核與修正。
應用成效	1.學生更知道這專題需要的是什麼，不至於迷失方向。 2.Rubrics 使同儕互評更有效力。

### 學生回饋

探究心得	1.透過實際進行 DTV 天線的設計、製作與量測，學生表示對課堂中電磁理論與天線參數的理解較以往更為具體，能將公式與實際效能表現連結。
------	---

	<p>2.學生反映在比較模擬結果與實測數據的過程中，開始意識到製作誤差、量測環境與安裝條件對天線效能的影響。</p> <p>3.學生認為以小組方式進行探究，有助於釐清設計思路，並透過討論修正原先對天線設計的假設。</p>
探究成果	<p>1.DTV Log-Periodic Dipole Array Design            小組以雙頻段對數週期天線陣列為概念，設計仿造聖誕樹造型的天線架構，以利用長度與間距按對數比例縮放的偶極振子，實現寬頻帶、中等增益的定向輻射。</p> <p>2.Hand On Project Self made Antenna            小組以「Your next trash is not trash」為設計動機，將回收的可樂鋁箔空罐作為粗偶極子天線設計主結構，製作成可接收寬頻帶的自製天線。</p> <p>3.Design and Radiation Characteristics of a V-shape Copper Wire Antenna            小組以半波長偶極子設計為基礎，運用厚紙板與銅線，製作出 V 型銅線天線，以透過調整 V 型夾角優化阻抗匹配與方向性，來提升輻射增益。</p>



依據天線設計理論，學生自行設計能滿足商業需求的自製天線，並在探究成果發表時說明設計概念，透過量測儀器公開展示自製天線的實際操作結果。

### 計畫整體回饋

學生學習狀況或成效變化	<p>執行本計畫後，學生在學習過程中由原本以理解公式與完成計算為主，逐漸轉向關注設計參數對實際天線效能的影響。在進行模擬與實測比對時，學生能主動檢視阻抗匹配、頻率偏移與量測環境等因素，並嘗試修正設計以改善結果。課堂討論中，學生提出的問題也由單一解題導向，轉為針對設計選擇與實務限制進行分析，顯示其學習重心以從理論理解延伸至基本的工程應用與驗證層次。</p>
後續會如何使用探究式教學優化課程設計	<p>本次執行顯示，探究式教學能有效結合「天線」課程中理論推導與實際設計與量測活動，教學流程與課程內容具高度相容性。透過以具體工程問題作為探究主軸，學生能在既有課程時程內完成模擬、時作與驗證，不須額外調整課程架構或大幅增加授課負擔。</p> <p>後續擬將探究式教學導入「電路學」課程，以實際電路情境作為探究主題，例如由量測結果或功能需求出發，引導學生進行電路分析、模擬與實作驗證。相較於「天線」課程，電路學將以較小尺度的設計問題切入，並逐步引導學生檢視理論假設與實測結果間的差異，以協助學生建立由電路分析延伸至實務應用的學習歷程。</p>

**對探究式教學  
計畫的期許與  
建議**

未來擬以本次探究式教學經驗為基礎，延伸申請教育部教學實踐研究計畫，持續優化課程中理論與實務結合的教學設計。相關支援需求包含教學助理協助課堂與實驗操作、模擬與量測設備之使用支援，以及學生學習歷程資料整理與分析之人力協助。