

實驗十

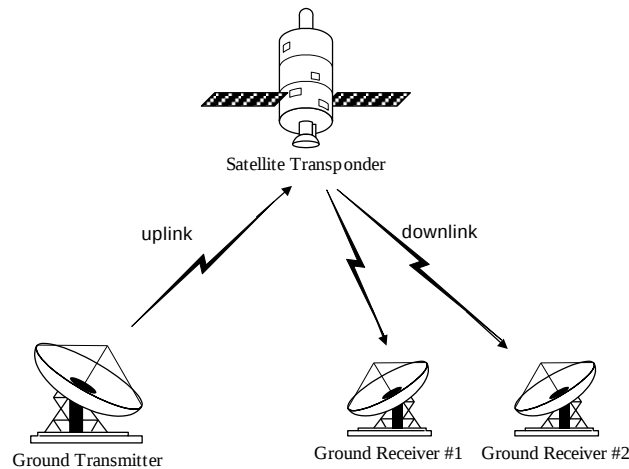
10

廣播衛星接收

10-1 廣播衛星接收

實驗原理：

廣播衛星是由地面的發射與控制中心將節目訊號，以上鏈頻道發射到位於同步軌道上之衛星，再經由衛星上之轉頻器(transponder)轉換頻率，並且放大之後，使用下鏈頻道將訊號發射回地面（圖一）。由於同步衛星距地面甚遠，故下鏈廣播訊號到達地面時已相當微弱，需使用夠大之反射面天線收集該訊號，才能得到足夠之訊號強度。同時，由於軌道高度較地球半徑大，故一顆同步衛星即可輕易涵蓋很大之地球表面範圍。本實驗所接收之亞太 6 號衛星(APSTAR-6)，便涵蓋了東南亞、印度、台灣、大陸沿海等地區，位於上列地區，只要有足夠大之反射面天線及接收機，即可接收到亞太地區其他衛星所廣播的電視節目。



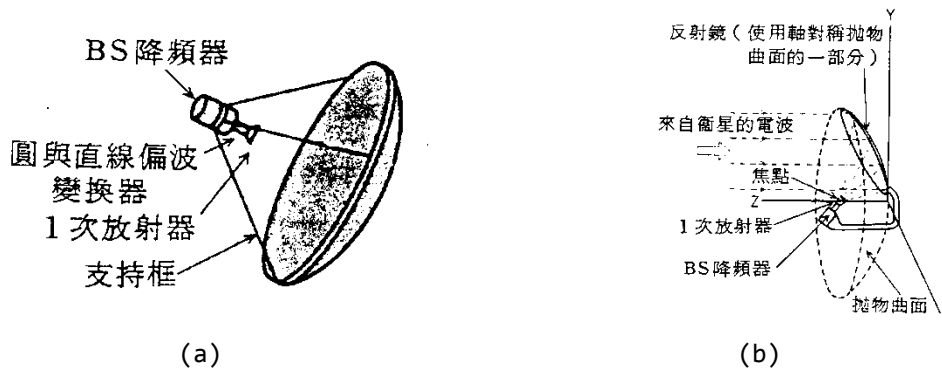
圖一、廣播衛星通訊鏈路示意圖。

廣播衛星之接收天線通常採用碟型天線。碟型天線為拋物面的一部份，該拋物面可由下述之拋物線方程式，相對於 z 軸旋轉而得

$$z = \frac{x^2 + y^2}{4F}$$

其中 F 為拋物線的焦距。

當電磁波沿 z 軸達到拋物面時，均被反射至焦點處，並由一個位在焦點的『集波器』收集聚焦之電磁波。如圖二所示，碟形天線之圓盤若對 z 軸對稱，稱為『中央型』(center-fed)碟型天線；若不是，則稱為『偏離型』(off-set)碟型天線。使用偏離型碟型天線可讓雨水或雪水排水良好，而且集波器不會因妨礙電波的接收，而造成天線增益衰減。



圖二、(a)『中央型』碟型天線，(b)『偏離型』碟型天線。

由反射面天線集中之電磁波能量，可經由集波器前端之開口波導管天線接收，並由置於其後之電路進行訊號處理。由於接收訊號相當微弱，故須先經一低雜訊放大器(LNA, low noise amplifier)將訊號放大。且由於載波頻率很高(C 頻段之 4 GHz 或 Ku 頻段之 12 GHz)，直接在同軸電纜內傳遞將造成過大衰減，因此集波器內之降頻器(down converter)會將頻率先降至 1 GHz 附近，再將降頻後的訊號利用同軸電纜傳送至接收機。因集波器上有些電子電路，故需由接收機提供適當的 DC 電源經同軸電纜傳送至集波器才能正常工作，Ku 頻段通常使用 DC 12-18V。

本實驗主要係使用衛星接收機接收廣播衛星之數位電視節目。數位電視廣播運用 MPEG 或 H.264 壓縮技術，可在原本一個類比頻道中，放入 4 個至 6 個或更多數位電視頻道，以增加可傳送的頻道數，因此在接收端則須使用數位解壓縮接收機。

實驗器材：

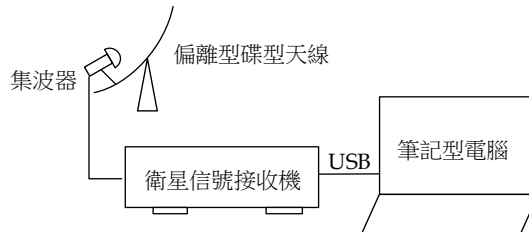
1. 偏離型碟型天線，長軸(long side axis):70cm，偏離角度(tilt angle of main beam): 24°
2. 集波器(Ku 頻段)，低雜訊放大器及降頻器(LNB):12.25~12.76GHz，本地振盪器(local oscillator):11.3GHz
3. 衛星信號位準測定器(MASPRO level checker LCN2: 950~1880MHz)，參見附錄 A-11
4. 衛星信號接收機 (TeVii DVB-S/S2)
5. 同軸傳輸線(5C-2V)
6. 電源延長線
7. 仰角器
8. 指南針
9. 遮陽傘

實驗目的：

藉由裝置碟形天線、連接信號傳輸線及調整天線，使同學了解廣播衛星接收系統之構成原理，並評估其接收品質。

實驗步驟：

1. 確認筆記型電腦之作業系統安裝有 Microsoft Direct X9.0 以上，並參見附錄 A-12 安裝衛星節目接收程式 Driver & MyTevii 和 Install ProgDVBPro 於筆記型電腦。
2. 參考 TVRO (<http://www.tvro.com.tw/SATELLITE/satdate.htm>) 網站，尋找 108.2° (NSS-11 衛星)、134° (APSTAR-6 亞太 6 號衛星) 和 138° (TelSTAR-18 亞太 5 號衛星) 三顆同步廣播衛星的節目表和對應的中頻頻率，參見附錄 A-13~A-15。其中 APSTAR-6 亞太 6 號衛星(東經 134°)仰角為 57.6°、方位角為 152.4°(參見附錄 A-13)。TelSTAR-18 亞太 5 號衛星(東經 138°)仰角為 55.4°、方位角為 145.1°(參見附錄 A-14)。NSS-11 衛星(東經 108.2°)仰角為 57.1°、方位角為 209.3°(參見附錄 A-15)。**建議**：先接收 TelSTAR-18 亞太 5 號衛星，再接收 APSTAR-6 亞太 6 號衛星，最後接收 NSS-11 衛星。
3. 使用 Star-big5.xls 軟體，計算此三顆同步廣播衛星相對明達館(北緯 25.017798°，東經 121.544111°)的仰角和方位角。
4. 打開天線支架，**建議**：支架中心柱對準地面“十”字格，利用指南針測定南方方位，並以一目標目作為基準。安裝集波器，確定極化方向，集波器出口端向下為垂直極化方向，向左或右為水平極化方向，將螺絲鎖緊。
5. 使用同軸傳輸線，連接集波器輸出端子與衛星信號接收機後側之『LNB IN』端子。使用 USB 信號線連接衛星信號接收機至筆記型電腦，廣播衛星接收系統如圖三所示。



圖三、廣播衛星接收系統。

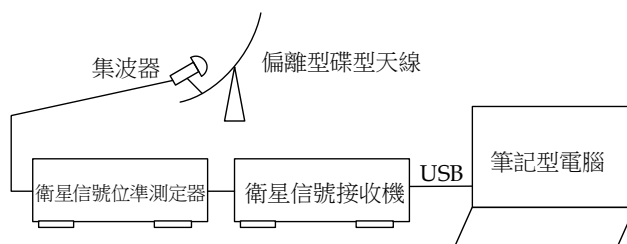
6. 依據計算之衛星仰角和方位角，使用指南針設定天線方位角向。仰角器之吸鐵吸附於碟盤中央標誌上，**注意**：因係使用偏離型碟型天線，架設時仰角器度數=計算出之仰角-24°。
7. 電腦執行接收程式，參見附錄 A-12。**注意**：輸入值要確實正確，A-12 範例為 NSS-11 衛星，先使用 TelSTAR-18 亞太 5 號衛星，頻率:12538GHz，垂直極化，中頻為 1137MHz。
8. 執行接收程式至附錄 A-12 步驟二之第 1 項至第 13 項。
9. 若接收天線之方位角和仰角調整正確，此時會看到 Signal: Lock，且 Quality:>25%。
10. 若 Signal: unlock，則重新微調天線之方位角和仰角，直到 Signal: Lock。**注意**：調整天線方向，須有一目標參考點，依次微調天線之方位角，在改變仰角。
11. Signal: Lock 後，執行接收程式至附錄 A-12 步驟二之第 15 項，選擇下方 Scan，掃描電台。
12. 執行接收程式至附錄 A-12 步驟二至第 19 項，適當調整集波器旋轉方向，改變接收天線極化方向之訊號，使接收信號最強，此時，鎖緊天線環形立架及集波器的螺絲。儲存接收節目畫面，依照實驗紀錄表所示記錄相關資料，如表一所示。**注意**：TelSTAR-18 亞太 5 號

衛星同一頻率有多台電視節目。

衛星名稱		NSS-11		經度位置		東經 108.2°		仰角 57.1°		方位角 209.3°	
頻率 (MHz)	中頻 (MHz)	傳 輸 速 率	FEC	極化 方向	位準測定器 信號強度	程式信 號強度	程式信 號品質	數位頻道 名稱	傳輸 速率	畫面 點數	H.264 或 MPEG
								高點育樂台	-	-	-
								三立新聞	130kbit	544x480	MPEG
								壹電影	-	-	-

表一、實驗記錄表範例。

13. 接收成功後再連接衛星信號位準測定器，量測接收信號強度位準。使用同軸傳輸線連接衛星信號位準測定器及集波器，如圖四(a)。衛星信號位準測定器開關置於『チューナー (tuner)』，調整『衛星選擇鈕』，使測定模式顯示為『周波數 (頻率)』，此時調整『頻道/頻率選擇鈕』，設定中頻頻率(MHz)，按『給電』ON，按『電壓固定』顯示 11V 至極波器，紀錄接收衛星之信號強度。



(a)



(b)

圖四、(a)衛星信號位準測定器安裝及(b)說明。

14. 重複上述步驟進行 APSTAR-6 亞太 6 號衛星及 NSS-11 衛星觀測及記錄，觀測結束後從天線座取下集波器，開口正對天空，量測背景雜訊強度。

※各組思考問題 10-1：

1. 人造衛星靠著萬有引力在地球高空處作圓周運動，就同步衛星言，我們希望衛星與地面電台的相對位置保持不變。由於地球自轉的關係，我們須讓衛星繞地球運行的週期等於地球自轉的週期。利用牛頓力學的方法，求出地球同步軌道（geostationary orbit）的高度。
2. 供衛星使用的頻帶（band）有那些？其頻率範圍為何？
3. 由紀錄之資料，計算當訊號要比背景雜訊大多少才能收到電視畫面？
4. 本實驗所使用的碟型天線，其 3dB 波束寬(beamwidth)為多少，在本實驗中要如何在實際操作中得知？
5. 集波器內部的低雜訊放大器及降頻器各有何功用？
6. 於業餘衛星接收網站 <http://www.tvro.com.tw/> 下載衛星仰角計算軟體，並選定台北上空可接收之衛星，計算接收天線之仰角及方位角。（台北的位置為東經 121.5°、北緯 25.0°）
7. 有線電視（CATV，即第四台）頻道中有許多節目是從廣播衛星接收下來，經過信號轉換後，再送到用戶的家中。請說明整個有線電視系統的架構，以及開設有線電視公司所需的儀器與設備。

參考資料：

- [1] 網站：尋星族園地，網址：<http://www.tvro.com.tw/>
- [2] G. Maral, M. Bousquet, translated by J.C.C. Nelson, *Satellite Communications Systems: Systems, Techniques, and Technology*, John-Wiley, 1993.
- [3] 白光弘著，衛星通信，東華書局，中華民國八十二年二版。

實驗十 實驗紀錄表

組別：

10-1 廣播衛星接收

廣播衛星電視節目接收記錄

● 背景雜訊強度：_____dBuV

[illegible][illegible]

