



毫米波雷達技術之自動化飲水機創新應用

指導教授：張盛富 教授 專題生：薛宇勝 徐健豪 朱清婷

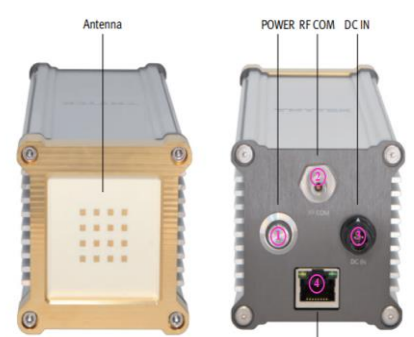
一、摘要

此次專題結合了天線收發功率與波束成型兩項技術，我們使用BBOX毫米波系統設計出自動化飲水機的概念，而這個裝置有三項主要功能，分別為：定位、量測杯高、供水。

在此裝置中，我們使用振盪器提供發射頻率為 28 GHz 的連續波作為訊號源，定位方面我們先調整TMXLAB Kit 軟體來控制Main beam的方向，並使用COCO Antenna來接收功率，藉此來得知杯子的方位，再藉由升降台調整高度發射波束，同樣用COCO Antenna接收功率，以此得知杯高，並延伸水龍頭至水杯上方十公分後，再運用Antenna Array與Horn Antenna收發來測量不同水位下的功率，利用收到功率的不同回推水位目前的高低，以達到供水至八分滿便停止供水的功能。

二、專題器材介紹

1. 硬體



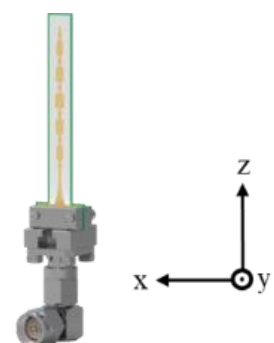
圖(一)、BBOX示意圖



圖(二)、SA示意圖



圖(三)、Horn Antenna 示意圖



圖(四)、COCO Antenna 示意圖

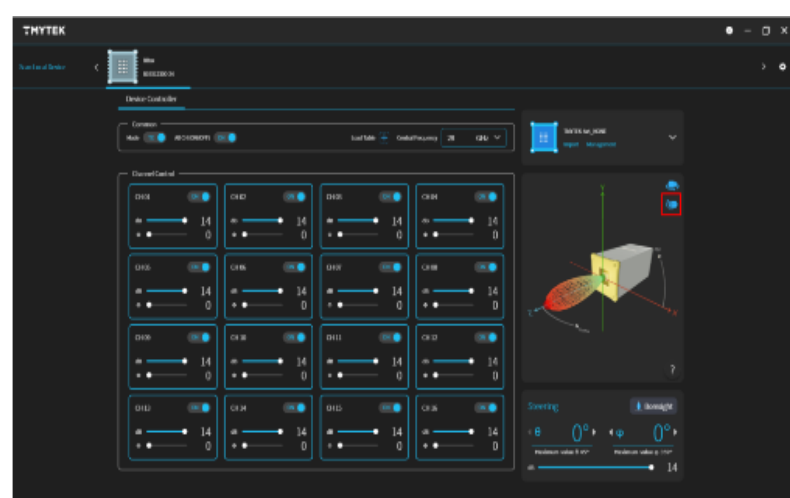


圖(五)、Cables 示意圖



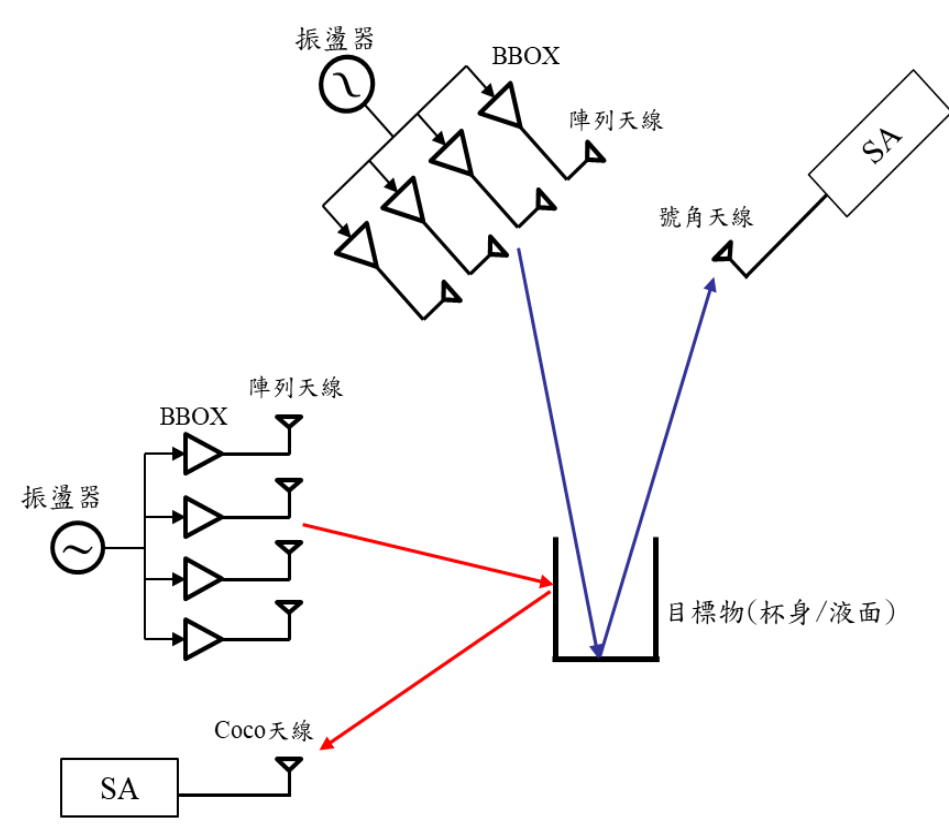
圖(六)、振盪器示意圖

2. 軟體



圖(七)、TMXLAB Kit 示意圖

3. 系統架構

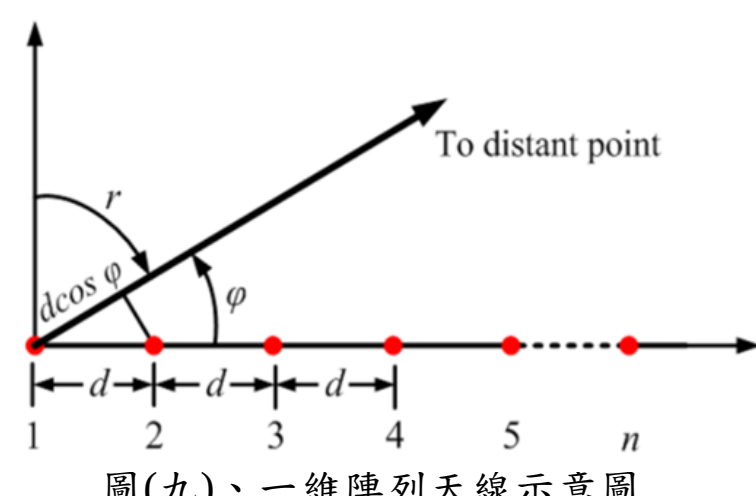


圖(八)、系統架構示意圖

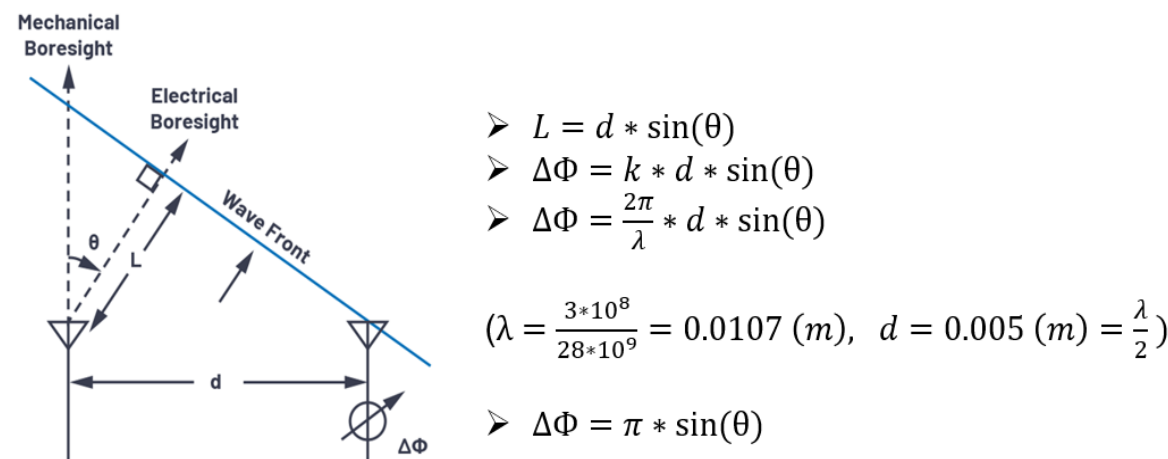
三、實驗原理

1. Beamforming(定位、杯高量測)

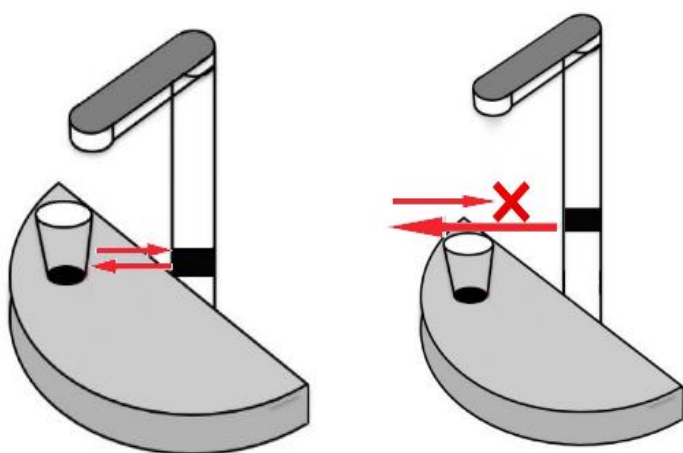
此專題的量測使用平面掃描，因此我們以一維的天線陣列來做推導。圖(九)為1*n的線性陣列，可以從該圖求出激發相位差 $\Delta\Phi$ 與波束轉向角度的關係。



圖(九)、一維陣列天線示意圖



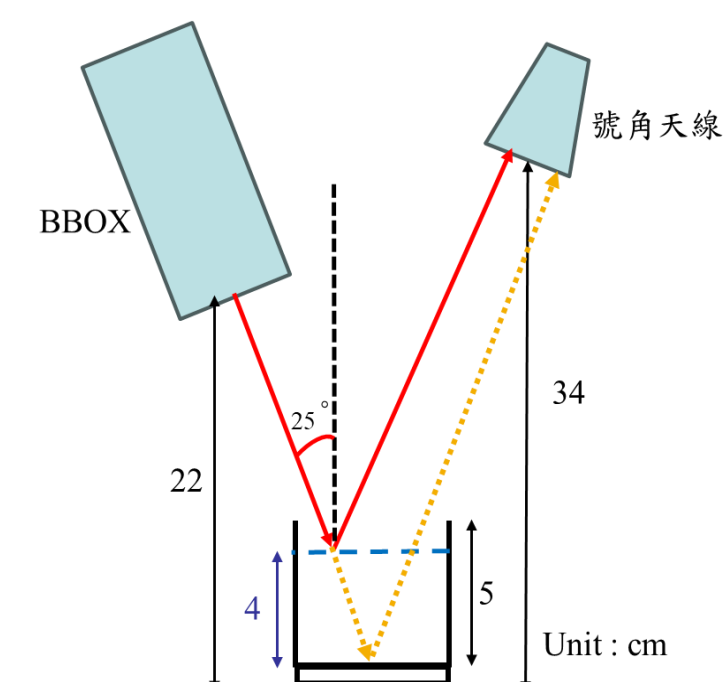
圖(十)、激發相位差與波束轉向角度關係式推導



圖(十一)、杯高度量測示意圖

2. 液面測試

我們使用陣列天線發射電磁波，號角天線當作接收端，利用電磁波碰到不同介質時產生的反射現象，從這個方向去設計我們的系統；並且隨著液面上升，導致反射的途徑減少來使號角天線收到的功率增加。



圖(十二)、液面測試裝置示意圖

四、量測數據

1. 定位

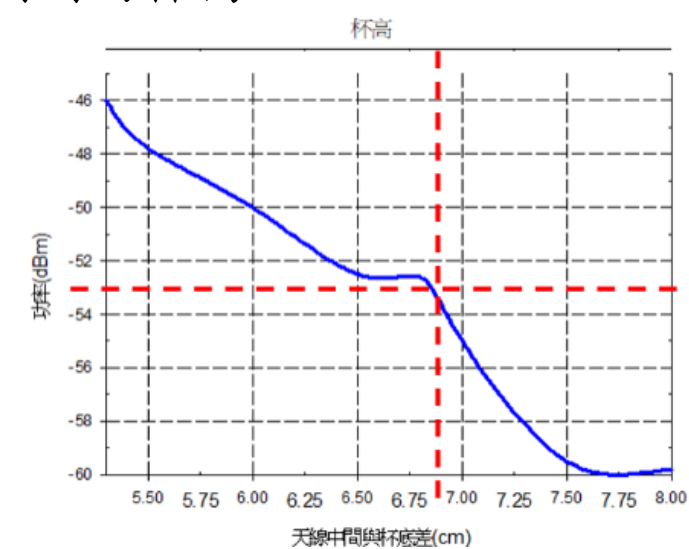
由於杯子本身涵蓋的角度約為 15° ，而誤差發生在 5° 內，符合我們的預期，且出水口的位置都會在杯子的範圍內。

杯子放置角度	測量到的角度	誤差度數
-40	-35	5
-35	-35	0
-30	-30	0
-25	-25	0
-20	-20	0
-15	-15	0
-10	-10	0
-5	-10	5
0	0	0
5	0	5
10	10	0
15	15	0
20	20	0
25	25	0
30	30	0
35	35	0
40	40	0

表(一)、杯子放置角度與量測角度關係表

2. 杯高度量測

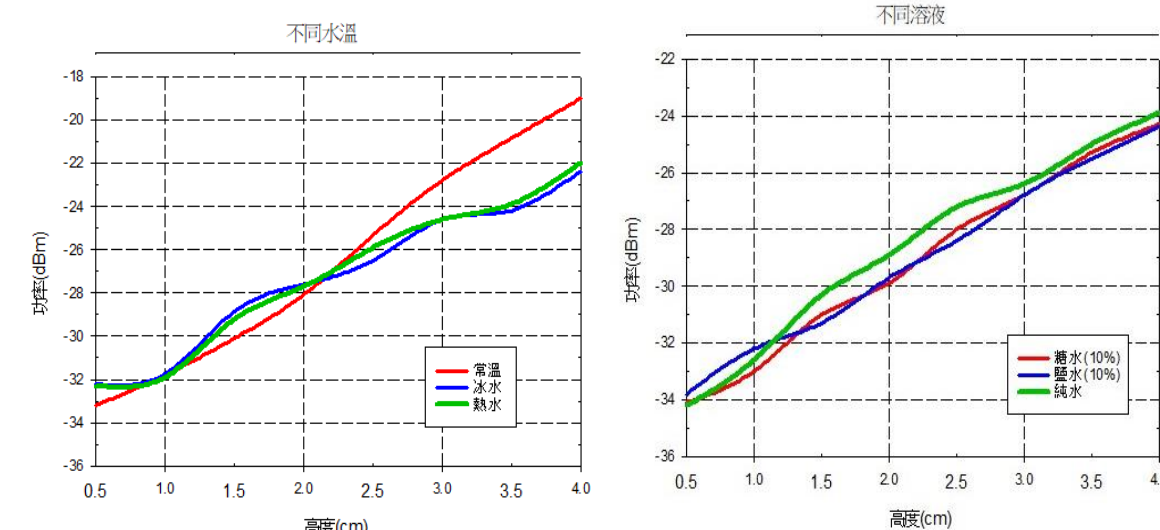
我們取-53 dBm為有杯子的最低值。橫軸的數值則等同於量測到的杯高。



圖(十三)、天線高度與接收功率關係圖

3. 液面測試

為了測試水溫、以及溶液濃度不同對於接收到的功率所造成的影響，因此我們特地使用不同溶液去做量測並比較。



圖(十四)、不同水溫、濃度下接收功率比較圖

五、結論

- 此專題初步完成了飲水機供水及定位的部分，系統結合了天線的收發與波束成型兩項技術，讓我們能進行精準定位與自動供水及停水。此飲水機系統包含兩個部分：
 1. 定位：將水杯放置在底座上，由軟體控制波束方向使天線掃描預設的範圍，並將量測到的最大功率處換算成角度後，再把供水器移置水杯上方，成功定位杯子與杯口高度。
 2. 供水與停水：運用Antenna Array與Horn Antenna的收發來測量不同水位下的功率，以完成供水至八分滿以及停水的功能。
- 期望之後杯子的可放置範圍能擴大，並且結合軟體，來實現完全自動化的目標。
- 由於不同溶液在八分滿時測量到的功率不盡相同，因此在後續設計有關停止供水的演算法時需要將此考量進去。