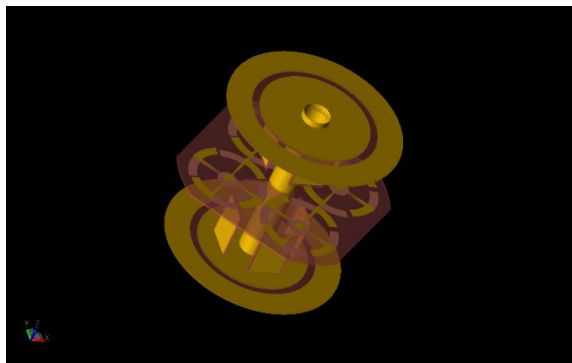


運用 XFDTD 建立用于基站的可調適陣列天線模型

這個案例中我們依照參考文獻的規格運用 XFDTD 建立了一個 MIMO 陣列天線，並透過仿真瞭解不同配置或工作模式的 **Return Loss**，耦合與增益場型。這個擬用于基站的 MIMO 陣列天線支持同時以水平及垂直極化波形在 1.7GHz~2.2GHz 的頻段工作，並且可以用全向和投射波束的模式運作。

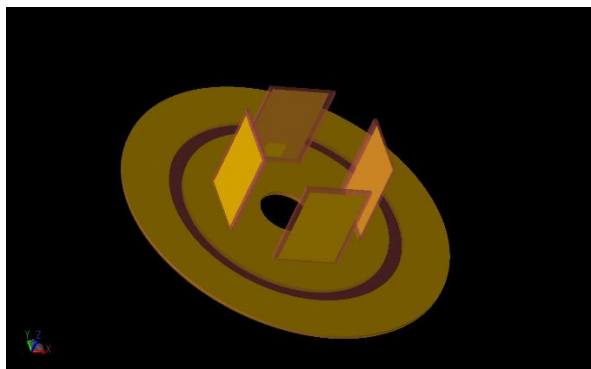
整體天線設計可見于圖一,天線本身結構分為三個部分，上中下為三個碟片結構，中間的結構可見于圖二，產生水平極化的波形，底部的結構可見于圖三，產生垂直極化波型，頂部結構和底部碟片相同，信號波形和底部有 180 度相位差，整個天線結構大約 170*170*150mm。



圖一：天線整體結構圖，其中金黃色的部分是銅，紅色的部分是介電材料 FR4.

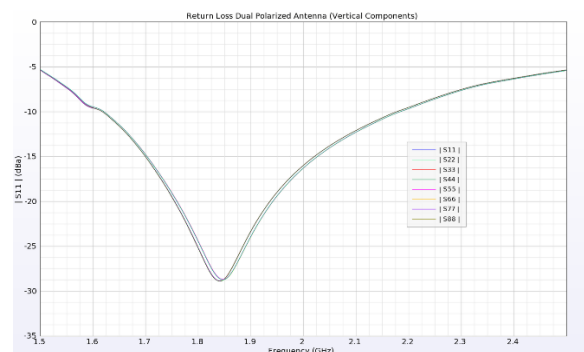


圖二：位于結構中間的偶極子陣列，四個偶極子單元分別被列印在基板上下兩面。

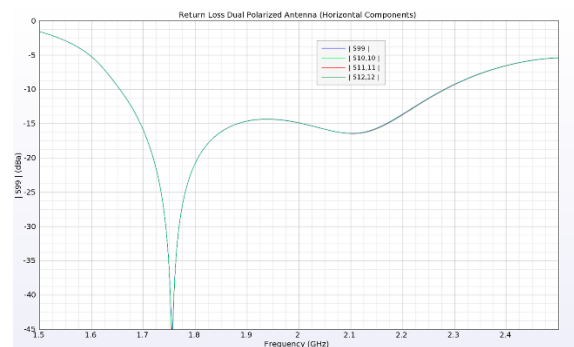


圖三：位于底部碟片的單極天線陣列，以底部的圓盤為地一共四個天線單元。

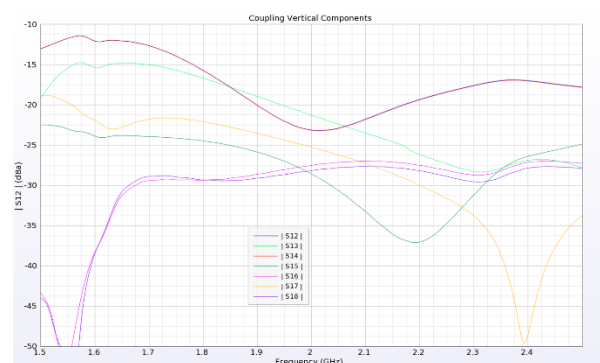
首先我們先一次啟動一個 port 來做仿真求得每一個天線單元的 return loss, 圖四可以看到上下兩個碟片上面一共 8 個單極子天線的 return loss 都非常接近, 在大約 1.7GHz 到 2.2GHz 的頻率範圍內都在-10dB 以下, 而位于中間碟片的 4 個偶極子天線的 return loss 可見于圖 5, 在同樣的頻率範圍內有良好表現, 圖六為單極天線之間的耦合情況, 圖七為偶極天線之間的耦合情況, 可以從圖六看出, 在同一側的單極天線之間, 工作頻率範圍內耦合都在-10dB 以下, 跟另一側的單極天線耦合都在-20dB 以下, 在中間碟片上的偶極天線則耦合都低于-10dB, 對角線方向的天線單元則低于-20dB。



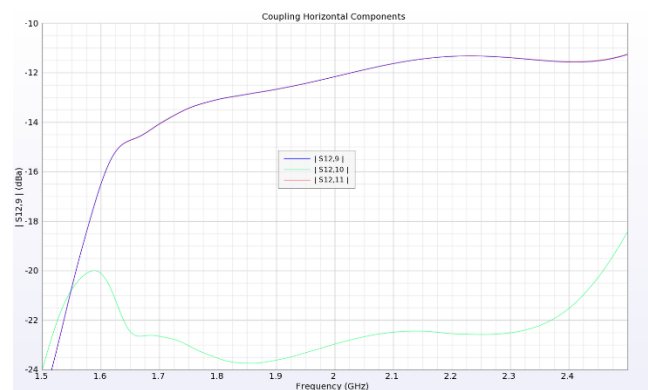
圖四：單極子天線在 1.7~2.2 GHz 範圍內的 return loss，可以看出有良好性能表現。



圖五：中央碟片的偶極子天線的在 1.7~2.2GHz 的 return loss。

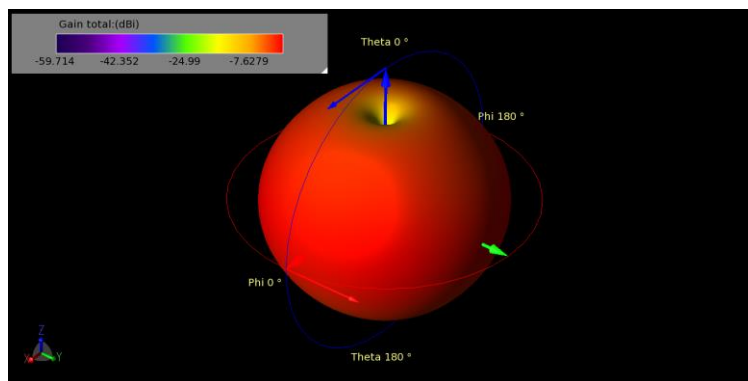


圖六：頂部以及底部的單極天線耦合情形，工作頻率範圍內都低於 -10 dB 。

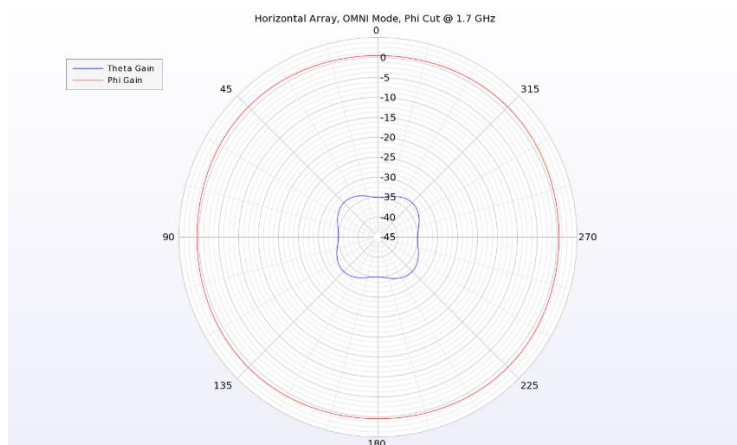


圖七：中央碟片的偶極子天線單元耦合情形，工作頻率範圍內都低於 -10 dB 。

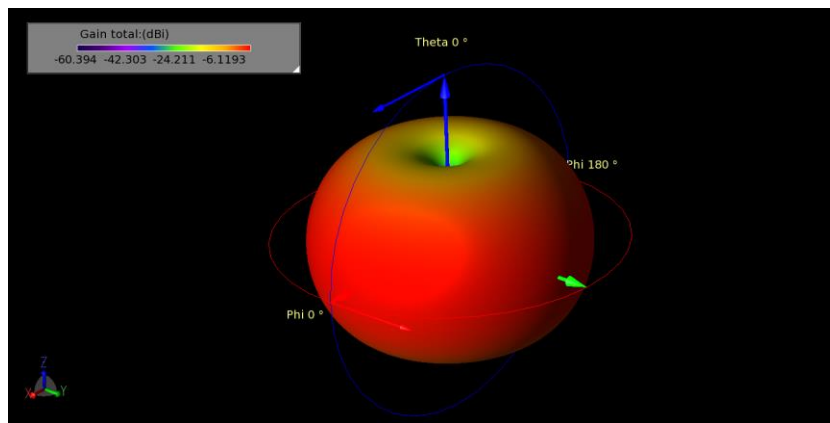
這個陣列天線被設計成能透過改變信號相位而在多種模式下運作，不同陣列的天線單元可以分別產生水平以及垂直極化的波形，當所有的天線單元都在同相位下運作時，會在 1.7GHz 的工作頻率，中央碟片的偶極子陣列產生水平極化波形時產生如圖八的全向天線場型，圖九為二維的增益圖，同樣的，由單極天線產生的垂直極化波形也會在 1.7GHz 產生垂直極化波形產生如圖十的全向天線場型，二維增益圖則如圖十一，在 1.7GHz 工作頻點這些陣列同時啟動就會同時產生具有水平以及垂直極化特性的全向天線場型，圖十二為這個模式下的二維增益場型圖。



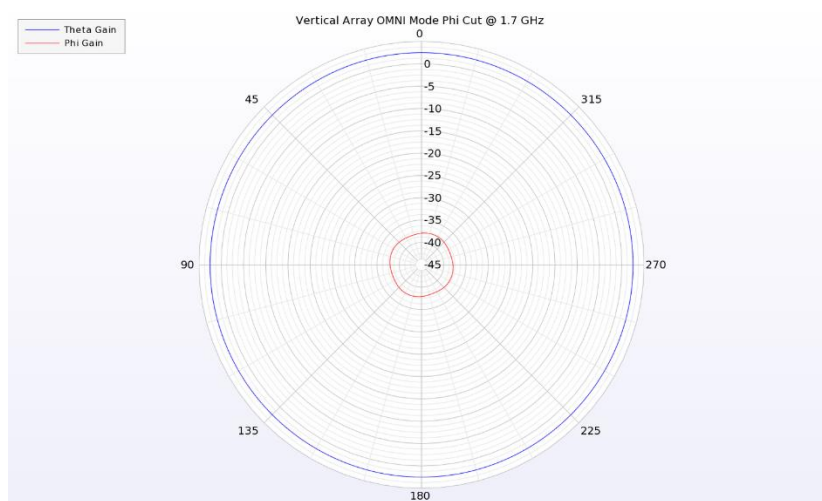
圖八：中央碟片水平極化的偶極子天線在 1.7GHz 的頻率產生的全向天線三維增益場型。



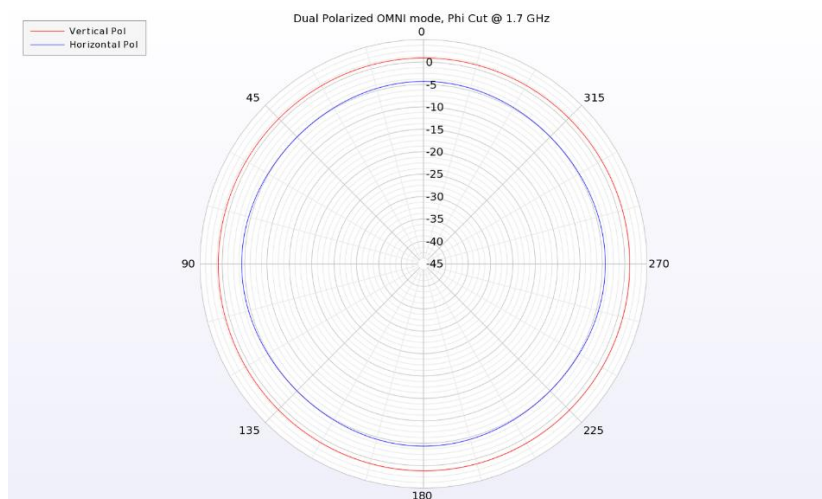
圖九：水平極化偶極子天線陣列 OMNI 模式的二維增益場型圖，各方向具高度一致性。



圖十：垂直極化的單極天線陣列在 1.7GHz 頻率 OMNI 模式的三維增益場型



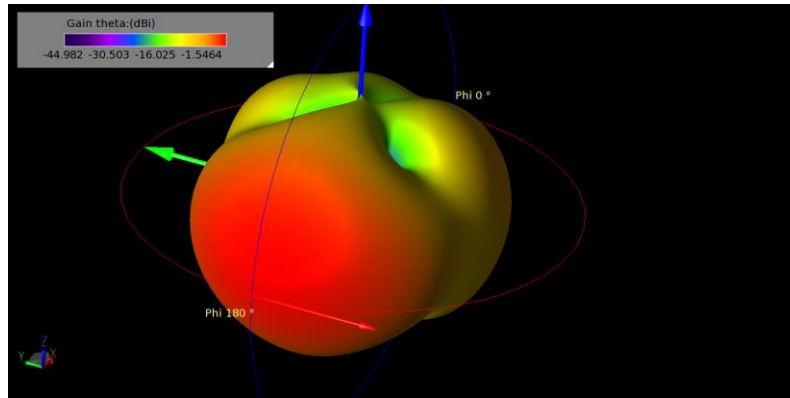
圖十一：垂直極化單極天線陣列在 1.7GHz OMNI 模式的二維天線場型。



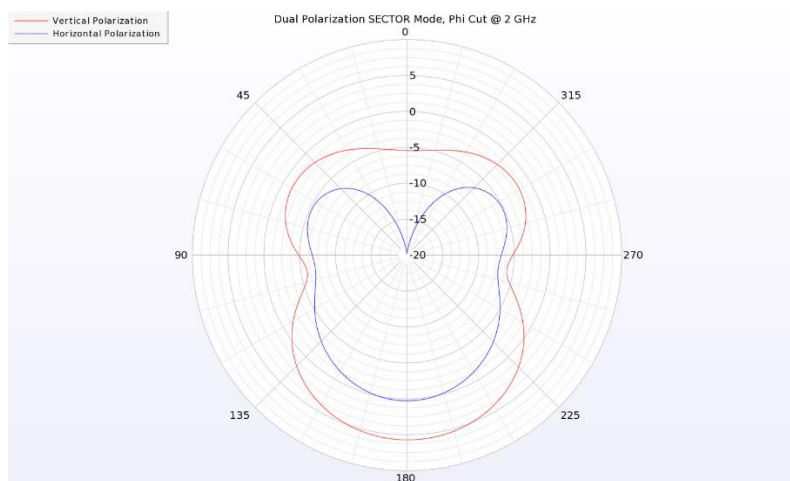
圖十二：兩組不同極化的陣列在 1.7GHz 的頻率同時為 OMNI 模式工作的二維增益場型圖，可以看出非常均勻。

這個天線也可以換一個模式(Sector Mode)工作，透過調整陣列中的天線單元相位差來產生波束，將一組各單元相位差為[0, 90, 180, 90]的脚本應用于全部

三組陣列，並且頂部和底面的單極陣列碟片相對應位置有 180 度相位差，此時此時會產生聚焦于一面的波束，圖十三為 Sector Mode 在 2GHz 頻率的三維增益場型圖，圖十四為同頻率二維增益場型圖。



圖十三：于 2GHz 在 Sector 模式工作的陣列天線三維增益場型，波束指向-X 方向。



圖十四：于 2GHz 在 Sector 模式工作的陣列天線二維增益場型。

仿真結果顯示，這個陣列天線在一個寬廣的頻率範圍內有很好的性能表現，可以同時產生水平以及垂直極化的波形，並且可以在全向于波束模式之間切換，因而適合配置在基站上使用。

Reference:

[1] K. Prionidis, "MIMO configurable array for sector/omni-directional coverage," Department of Signals & Systems, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden 2014.