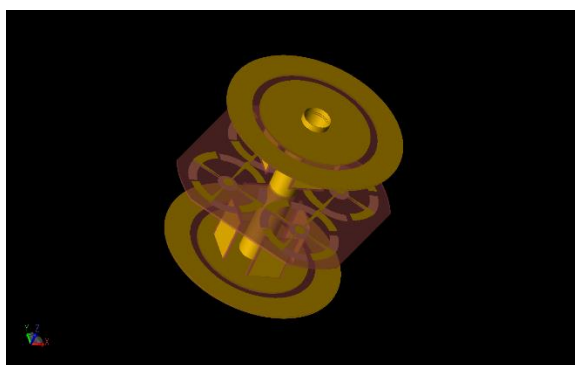


运用 XFDTD 建立用于基站的可调适阵列天线模型

这个案例中我们依照参考文献的规格运用 XFDTD 建立了一个 MIMO 阵列天线，并透过仿真了解不同配置或工作模式的 Return Loss, 耦合与增益场型。这个拟用于基站的 MIMO 阵列天线支持同时以水平及垂直极化波形在 1.7GHz~2.2GHz 的频段工作，并且可以用全向和投射波束的模式运作。

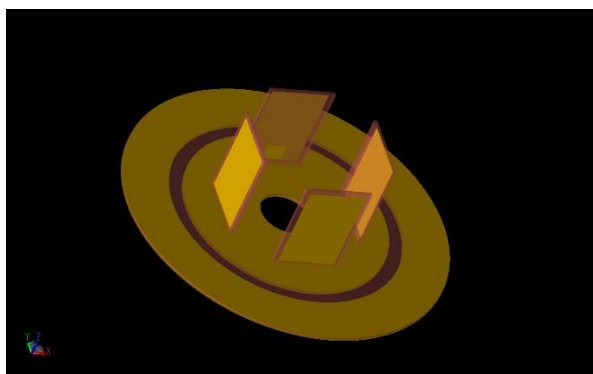
整体天线设计可见于图一,天线本身结构分为三个部分，上中下为三个碟片结构，中间的结构可见于图二，产生水平极化的波形，底部的结构可见于图三，产生垂直极化波形，顶部结构和底部碟片相同，信号波形和底部有 180 度相位差，整个天线结构大约 170*170*150mm。



图一：天线整体结构图，其中金黄色的部分是铜，红色的部分是介电材料 FR4.

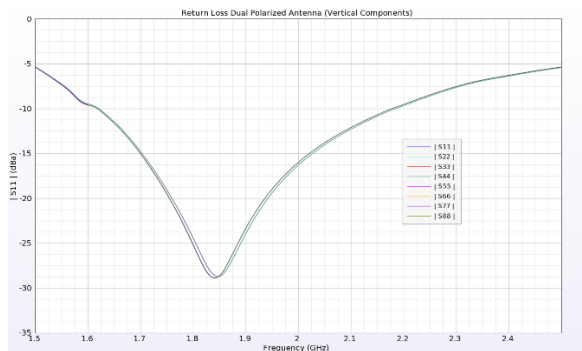


图二：位于结构中间的偶极子阵列，四个偶极子单元分别被列印在基板上下两面。

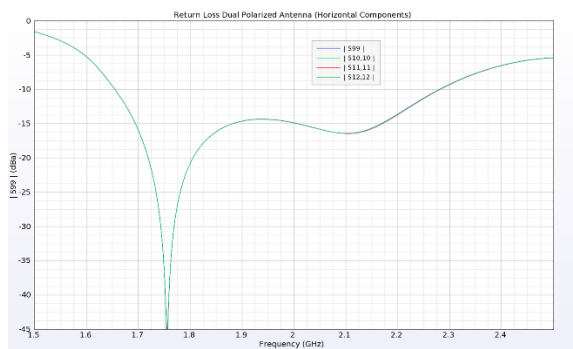


图三：位于底部碟片的单极天线阵列，以底部的圆盘为地一共四个天线单元。

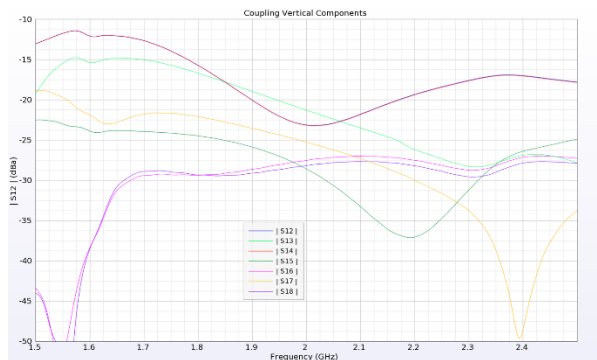
首先我们先一次激活一个 port 来做仿真求得每一个天线单元的 return loss, 图四可以看到上下两个碟片上面一共 8 个单极子天线的 return loss 都非常接近, 在大约 1.7GHz 到 2.2GHz 的频率范围内都在-10dB 以下, 而位于中间碟片的 4 个偶极子天线的 return loss 可见于图 5, 在同样的频率范围内有良好表现, 图六为单极天线之间的耦合情况, 图七为偶极天线之间的耦合情况, 可以从图六看出, 在同一侧的单极天线之间, 工作频率范围内耦合都在-10dB 以下, 跟另一侧的单极天线耦合都在-20dB 以下, 在中间碟片上的偶极天线则耦合都低于-10dB, 对角线方向的天线单元则低于-20dB。



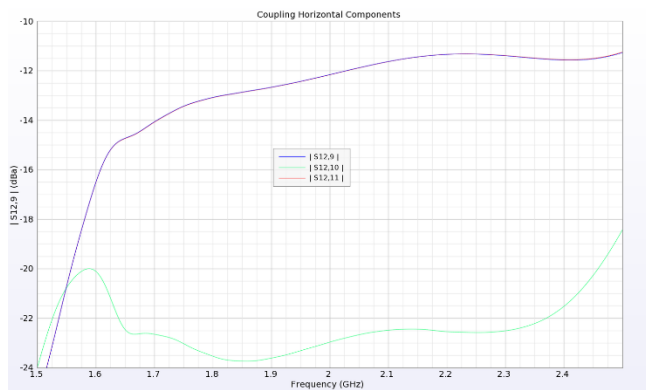
图四：单极子天线在 1.7~2.2 GHz 范围内的 return loss, 可以看出有良好性能表现。



图五：中央碟片的偶极子天线的在 1.7~2.2GHz 的 return loss。

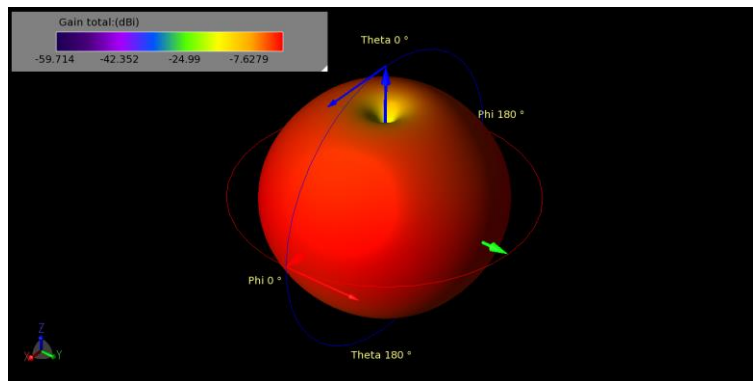


图六：顶部以及底部的单极天线耦合情形，工作频率范围内都低于 -10 dB。

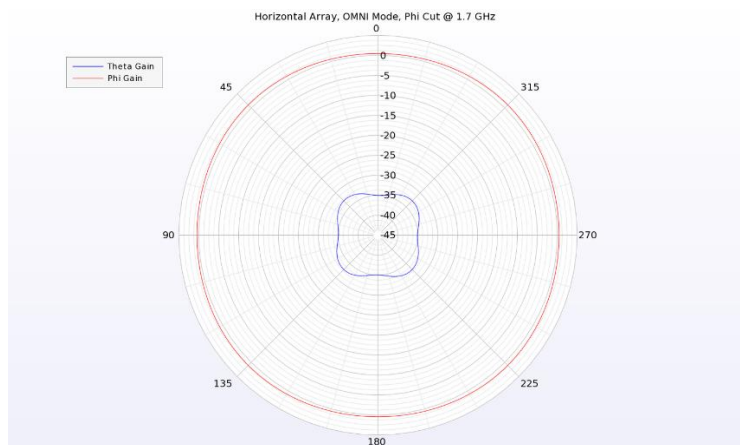


图七：中央碟片的偶极子天线单元耦合情形，工作频率范围内都低于-10dB。

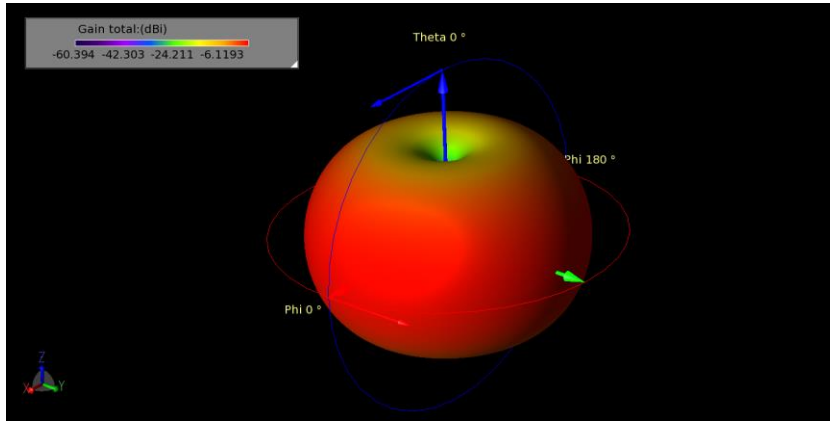
这个阵列天线被设计成能透过改变信号相位而在多种模式下运作，不同阵列的天线单元可以分别产生水平以及垂直极化的波形，当所有的天线单元都在同相位下运作时，会在 1.7GHz 的工作频率，中央碟片的偶极子阵列产生水平极化波形时产生如图八的全向天线场型，图九为二维的增益图，同样的，由单极天线产生的垂直极化波形也会在 1.7GHz 产生垂直极化波形如图十的全向天线场型，二维增益图则如图十一，在 1.7GHz 工作频点这些阵列同时激活就会同时产生具有水平以及垂直极化特性的全向天线场型，图十二为这个模式下的二维增益场型图。



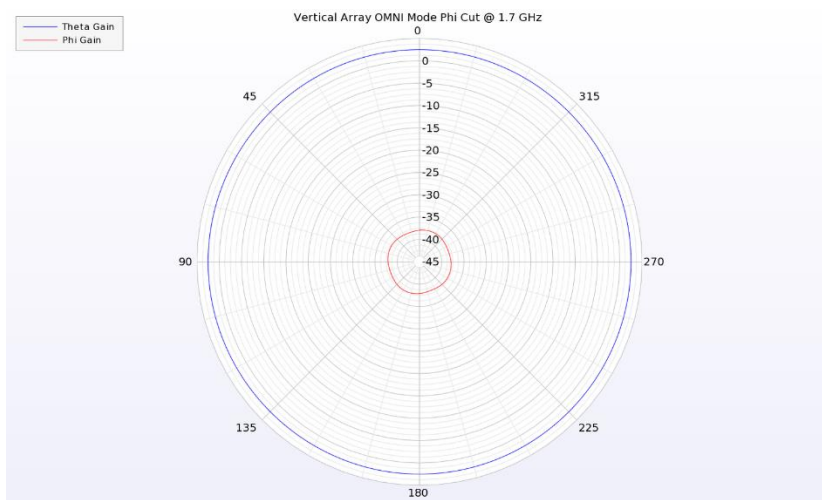
图八：中央碟片水平极化的偶极子天线在 1.7GHz 的频率产生的全向天线三维增益场型。



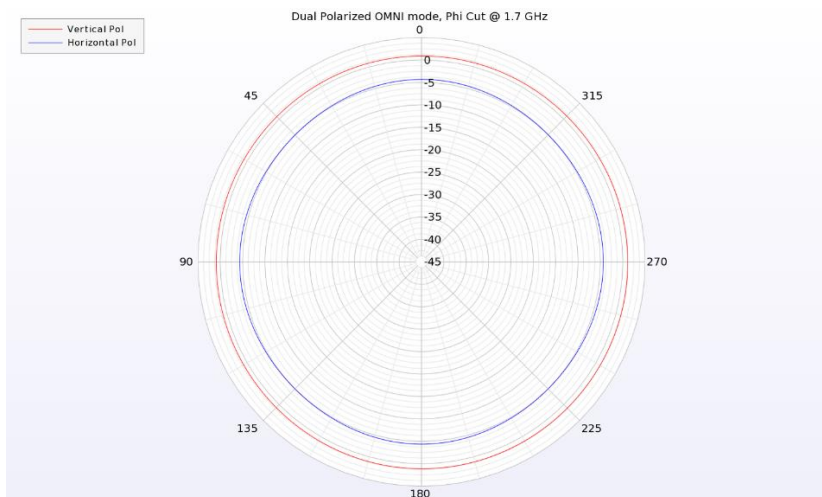
图九：水平极化偶极子天线阵列 OMNI 模式的二维增益场型图，各方向具高度一致性。



图十：垂直极化的单极天线阵列在 1.7GHz 频率 OMNI 模式的三维增益场型



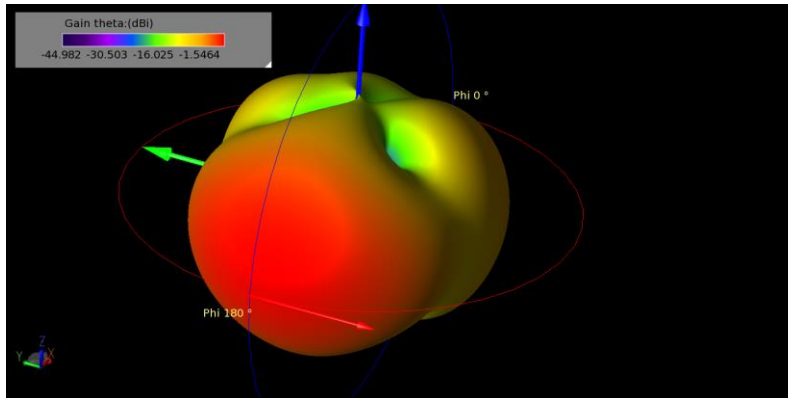
图十一：垂直极化单极天线阵列在 1.7GHz OMNI 模式的二维天线场型。



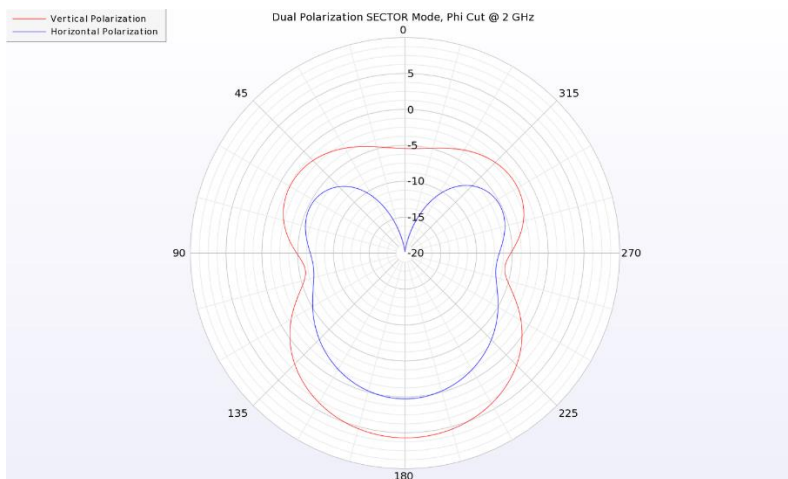
图十二：两组不同极化的阵列在 1.7GHz 的频率同时为 OMNI 模式工作的二维增益场型图，可以看出非常均匀。

这个天线也可以换一个模式(Sector Mode)工作，透过调整阵列中的天线单元相位差来产生波束，将一组各单元相位差为[0, 90, 180, 90]的脚本应用于全部

三组阵列，并且顶部和底面的单极阵列碟片相对应位置有 180 度相位差，此时此时会产生聚焦于一面的波束，图十三为 Sector Mode 在 2GHz 频率的三维增益场型图，图十四为同频率二维增益场型图。



图十三：于 2GHz 在 Sector 模式工作的阵列天线三维增益场型，波束指向-X 方向。



图十四：于 2GHz 在 Sector 模式工作的阵列天线二维增益场型。

仿真结果显示，这个阵列天线在一个宽广的频率范围内有很好的性能表现，可以同时产生水平以及垂直极化的波形，并且可以在全向于波束模式之间切换，因而适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.