



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی

تئوری آنتن

پروژه درس

سید علیرضا جاوید

۸۱۰۱۹۸۳۷۵

استاد

دکتر راشد محصل

۸ تیر ۱۴۰۲

فهرست مطالب

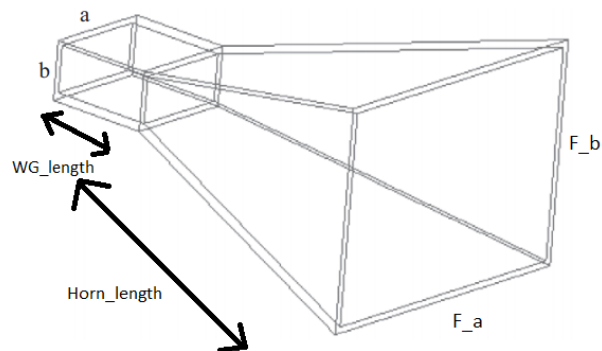
فهرست مطالب	
۱	مقدمه
۲	طراحی آنتن
۳	شیه سازی برای تک آنتن
۴	شیه سازی با دو آنتن و صفحه PEC
۷	شیه سازی با دو آنتن و صفحه تفلون
۱۱	

۱ مقدمه

آنتن هورن، از جمله انواع آنتن های دسته ی مایکروویو و رادار است که با دقت بالا و ولتاژ بالای خروجی کار میکند. این آنتن در شکل و شمایل شبیه به چوب هورن از نظر شکل ساختاری و شکل مخروطی در قسمت خروجی آن نشان داده شده است که برای مجموعه ای از فاصله ها بهینه شده است. دمای این آنتن در مقابل تغییرات هوا و رطوبت قابل مقابله و مقاوم است. این آنتن ها دقت بالا در دریافت و ارسال سیگنال دارند و به علت ساختار هرمی، قابلیت استفاده دوبل برای تفکیک بیشتر سیگنال ها را دارد. در این پروژه به بررسی آنتن هورن در باند C و فرکانس کاری 4.9 GHz می پردازیم.

۲ طراحی آنتن

ابتدا به شماتیک آنتن مطابق زیر توجه نمایید.



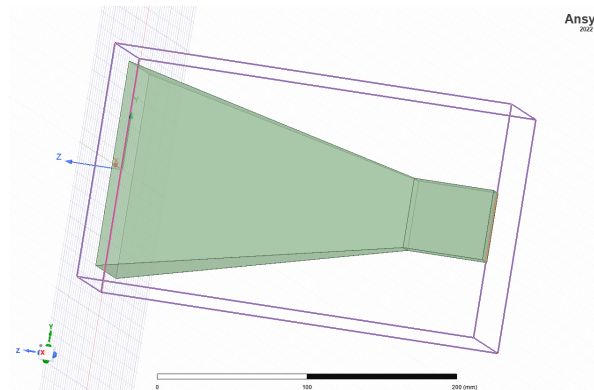
شکل ۱: شماتیک آنتن هورن

با مراجعه به مراجع درس آنتن و مقاله های موجود برای آنتن هورن در باند C پارامتر های زیر را ارائه می دهیم.

Name	Value	Unit	Evaluated V...
F_a	140	mm	140mm
F_b	100	mm	100mm
Horn_length	200	mm	200mm
WG_length	55	mm	55mm
a	47.55	mm	47.55mm
b	22.15	mm	22.15mm
wall_thickness	0.05	mm	0.05mm

شکل ۲: پارامتر های آنتن هورن در باند C

از نرم افزار HFSS برای طراحی استفاده می کنیم مطابق شکل زیر سازه را طراحی کرده و به کمک گزینه 3D Component Library مدل را برای بخش های بعدی ذخیره می کنیم. توجه کنید که در این مدل همانگونه که گفته شد درگاه تحریک به صورت wave port می باشد. در پیوست این سازه با نام horn_without_airbox وجود دارد.

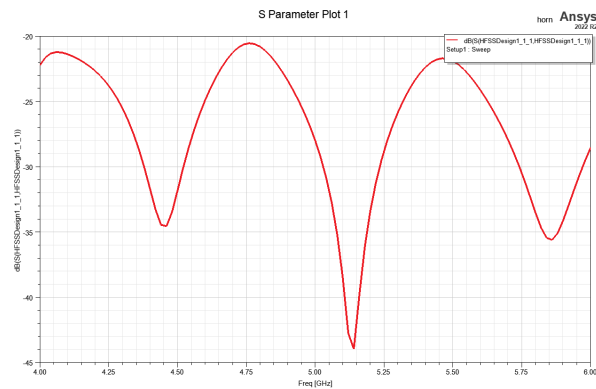


شکل ۳: آنتن طراحی شده

۳ شبیه سازی برای تک آنتن

حالا شبیه سازی را برای یک آنتن انجام می دهیم. نتایج شبیه سازی به صورت زیر می باشد.

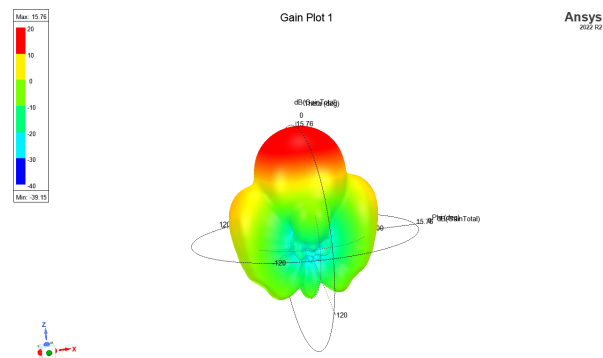
- در ابتدا توجه کنید که پارامتر S در یک آنتن نشان دهنده بازتاب است و ما تمایل داریم کوچک باشد. نمودار پارامتر S در زیر قابل مشاهده است.



شکل ۴: نمودار پارامتر S آنتن

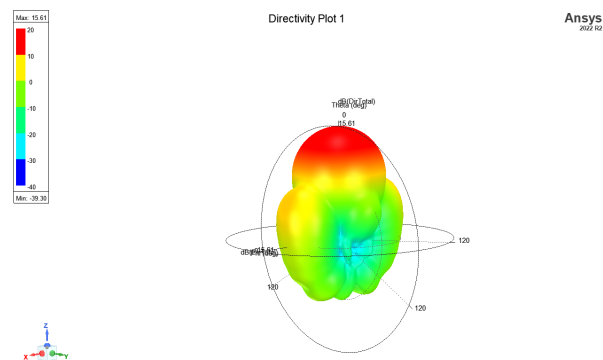
مشاهده می شود در اطراف 5 GHz که فرکانس کاری آنتن است به کمترین مقدار می رسید.

- نمودار راستاوری در راه دور نیز مطابق زیر می باشد.



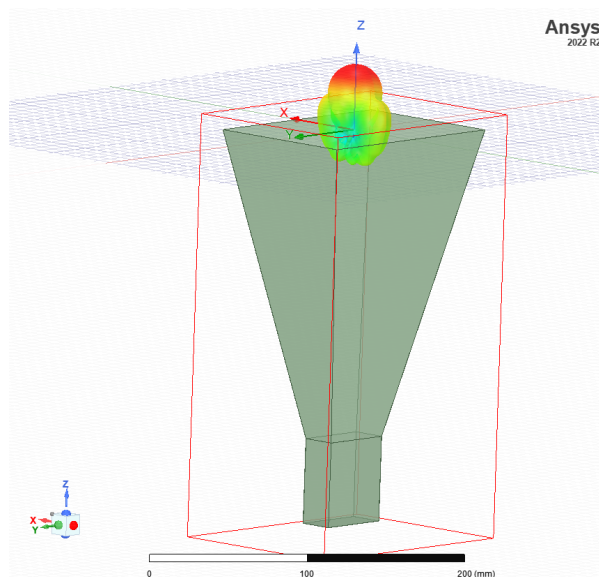
شکل ۵: نمودار راستاوری در راه دور آنتن

- نموداره بهره مطابق زیر بدست می آید که همانطور که مشاهده می شود مقدار نسبتا خوبی دارد و البته همانگونه که از آنتن هورن انتظار می رود دو لوب فرعی نسبتا بزرگی دارد.



شکل ۶: نمودار بهره در راه دور آنتن

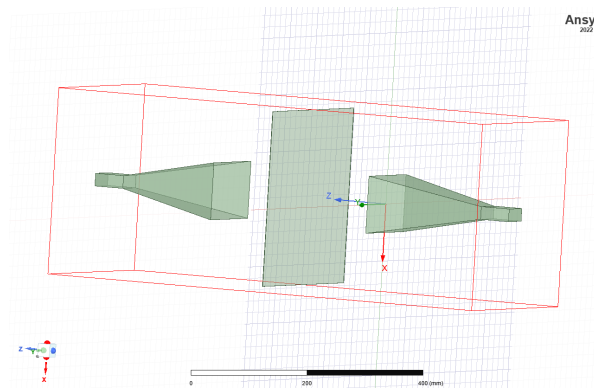
نمودار گین به همراه سازه آرایه در زیر قابل مشاهده است. همانگونه که انتظار می رود به سمت روزنه شاهد گین خوبی می باشیم.



شکل ۷: نمودار بهره در راه دور آنتن به همراه سازه آنتن

۴ شبیه سازی با دو آنتن و صفحه PEC

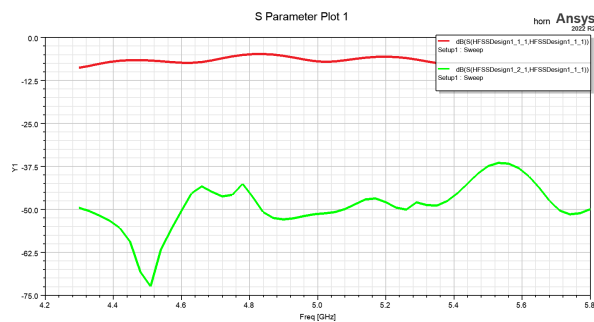
در این بخش ۲ آنتن هورن را در مقابل هم قرار می دهیم و بین آنها یک صفحه PEC قرار می دهیم. توجه کنید به علت فرکانس کاری در باند C میزان طول موج عدد نسبتا بزرگی خواهد شد و اجرای این بخش و بخش بعدی به علت بزرگی ابعاد میزان بسیار زیادی طول می کشید به همین علت مجبور شدیم تا بازه فرکانس مورد آزمایش را کوچک و تعداد نقاط شبیه سازی را هم به ۵۰ عدد کاهش دهیم. به همین دلیل ممکن است نمودارهای مربوط به پارامتر S دقت بالایی نداشته باشند.



شکل ۸: شماتیک سیستم شبیه سازی شده

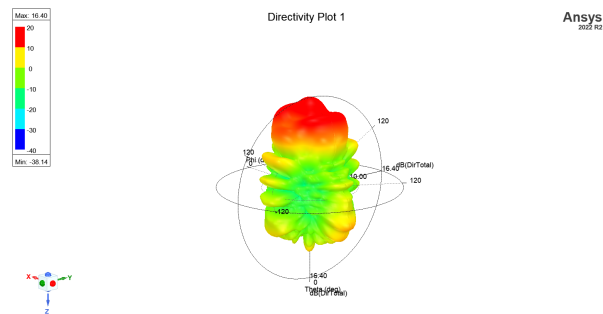
۱. نتایج شبیه سازی برای فاصله به میزان ۵۸ به صورت زیر می باشد.

- مقدار S_{11} ناشی از انعکاس میدان ارسالی از آنتن اول است که تمایل به کم بودن آن را داریم و S_{12} ناشی از میدان ارسالی آنتن اول و جذب شده در آنتن دوم است که به ۱ نزدیک بودن آن مورد نظر است. نمودار پارامتر S_{11} و S_{22} آنتن در زیر قابل مشاهده است.



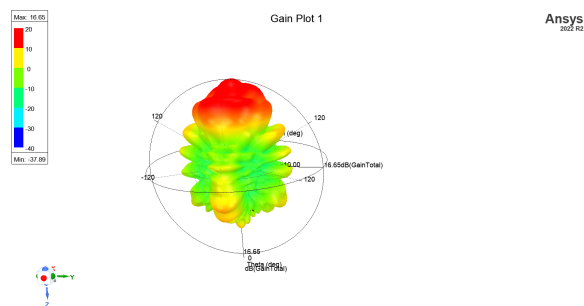
شکل ۹: نمودار S_{11} و S_{22} برای سیستم

- نمودار راستاوری در راه دور نیز مطابق زیر می باشد که در واقع وارون بخش قبلی می شود و راستای آنتن به سمت پشت می باشد.

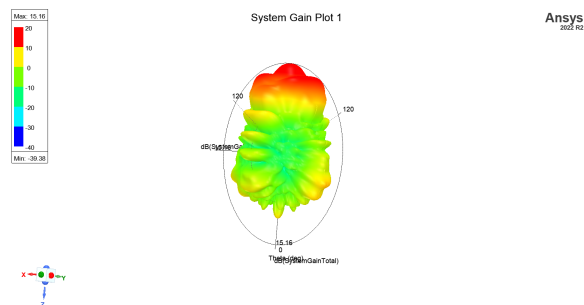


شکل ۱۰: نمودار راستاوری در راه دور

- نموداره بهره مطابق زیر بدست می آید که همانطور که مشاهده می شود شاهد لوب های فرعی بیشتری هستیم و گین هم مقداری افت می کند و همانطور که گفته شد راستای سیستم به سمت پشت می باشد.

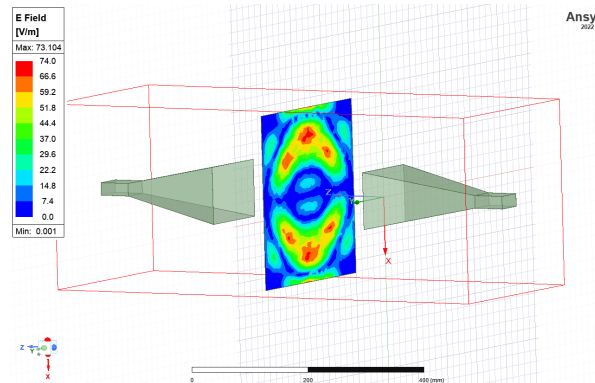


شکل ۱۱: نمودار بهره تک آنتنی در راه دور



شکل ۱۲: نمودار بهره کلی سیستم در راه دور

همچنین میدان الکتریکی بر روی صفحه PEC نیز مطابق زیر می باشد.

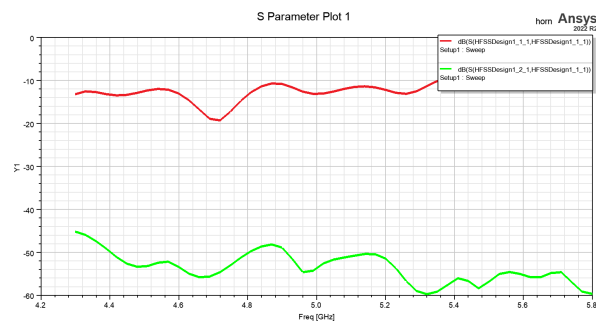


شکل ۱۳: میدان الکتریکی بر روی صفحه PEC

مشاهده می شود که همانگونه که انتظار داشتیم در وسط صفحه میدان کمی وجود دارد و آنتن روزنه ای میدان را به صورت مایل می تاباند که به موجب آن در دو سمت بالا و پایین صفحه H شاهد میدان نسبتاً زیادی هستیم.

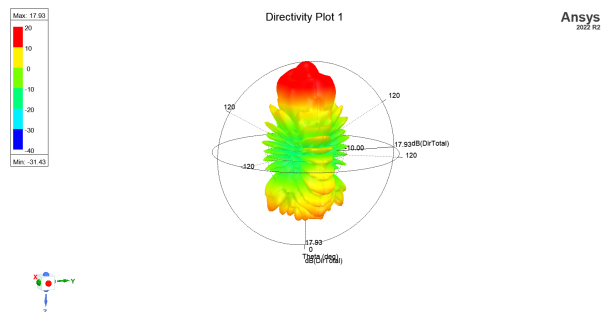
۲. شبیه سازی را برای فاصله 10λ تکرار می کنیم.

● نمودار پارامتر S_{11} و S_{22} آنتن در زیر قابل مشاهده است.



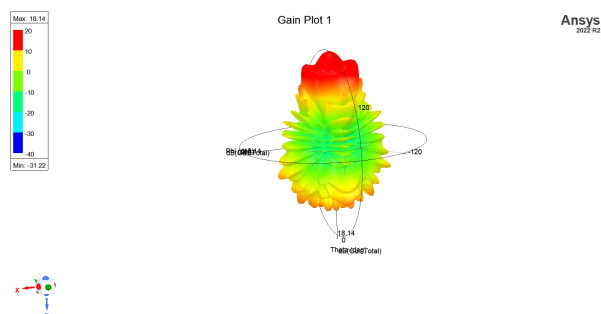
شکل ۱۴: نمودار S_{11} و S_{22} برای سیستم

- نمودار راستاوری در راه دور نیز مطابق زیر می باشد.

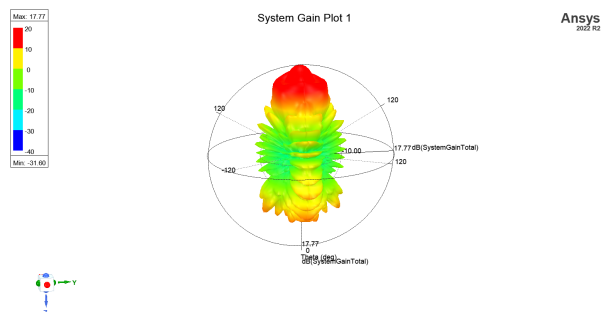


شکل ۱۵: نمودار راستاوری در راه دور

- نموداره بهره هم مانند زیر است

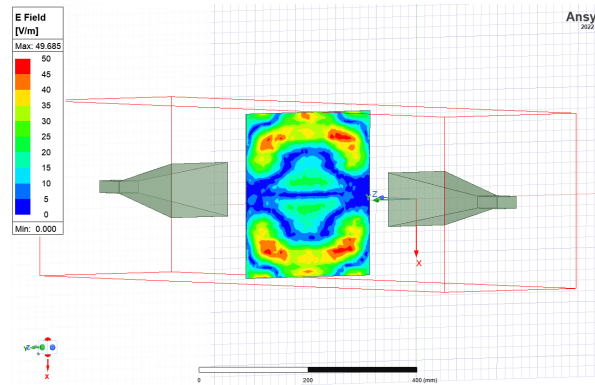


شکل ۱۶: نمودار بهره تک آنتنی در راه دور



شکل ۱۷: نمودار بهره کلی سیستم در راه دور

همچنین میدان الکتریکی بر روی صفحه PEC نیز مطابق زیر می باشد.



شکل ۱۸: میدان الکتریکی بر روی صفحه PEC

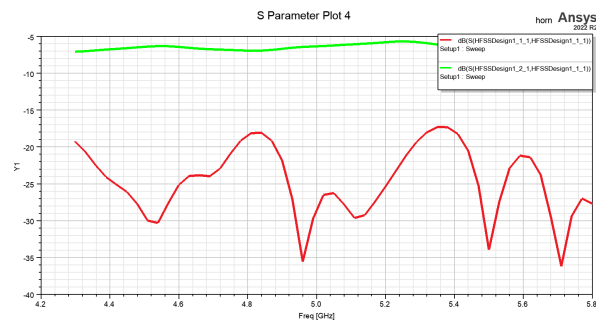
با مقایسه با بخش قبل می توان متوجه شد که با افزایش فاصله ۲ آنتن پارامتر S به شدت افت می کند یعنی S_{11} بالا می رود یعنی بازتاب افزایش می یابد و S_{12} کاهش و یعنی جذب کاهش می یابد. همچنین لوب های فرعی نیز به تعداد قابل توجهی افزایش می یابد.

۵ شبیه سازی با دو آنتن و صفحه تفلون

در این بخش مطابق بخش قبلی ۲ آنتن هورن روبروی هم قرار می دهیم اما در بین آنها به جای PEC، صفحه تفلون قرار می دهیم. در الکترومغناطیس میدانیم که صفحه تفلون به رسانایی کم آن مشهور می باشد. شبیه سازی های بخش قبل را در این قسمت نیز تکرار می کنیم.

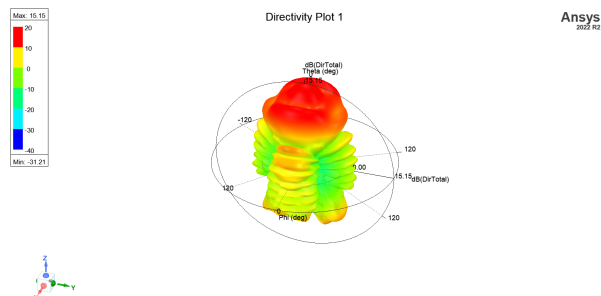
۱. ابتدا شبیه سازی را با فاصله 5λ و ضخامت تفلون 0.01λ انجام می دهیم.

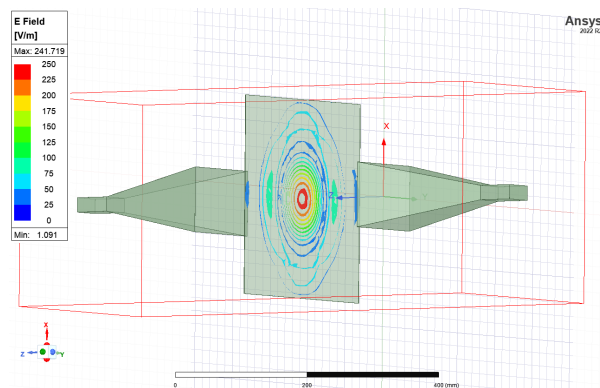
● نمودار پارامتر S_{11} و S_{22} آنتن در زیر قابل مشاهده است.



شکل ۱۹: نمودار S_{11} و S_{22} برای سیستم

- نمودار راستاوری در راه دور نیز مطابق زیر می باشد.

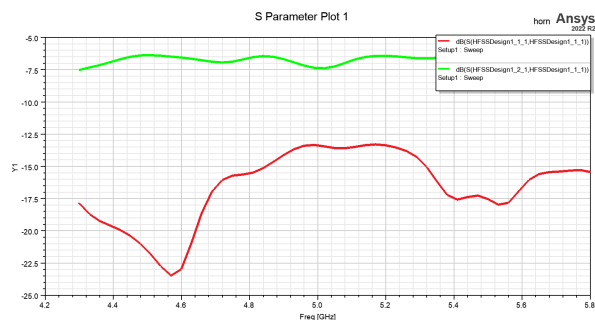




شکل ۲۳: میدان الکتریکی بر روی صفحه تفلون

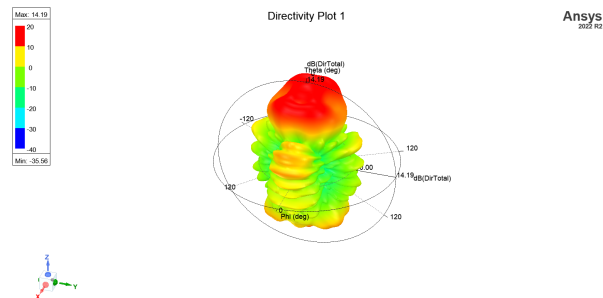
مشاهده می شود که پارامتر S افت قابل توجهی نسبت به شبیه سازی مشابه در بخش قبل دارد ولی راستاوری آنتن دیگر به سمت پشت نمی باشد و به سمت جلو است. البته کاهش اندازه بهره نیز قابل مشاهده می باشد. به دلیل رسانایی کم تفلون میدان ایجاد شده در صفحه نیز بسیار ناچیز می باشد و برخلاف PEC از مرکز است. اکنون به شبیه سازی های دیگر پرداخته و در انتها نتیجه گیری می کنیم.

۲. شبیه سازی را با فاصله 5λ و ضخامت تفلون 0.5λ انجام می دهیم.



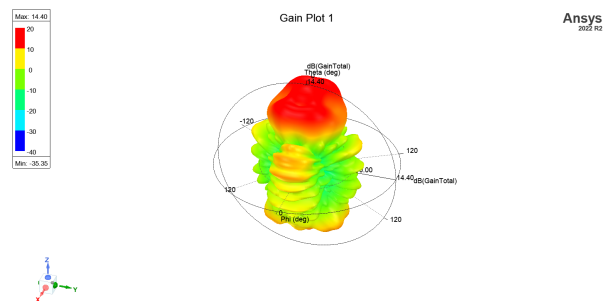
شکل ۲۴: نمودار S_{11} و S_{22} برای سیستم

- نمودار راستاوری در راه دور نیز مطابق زیر می باشد.

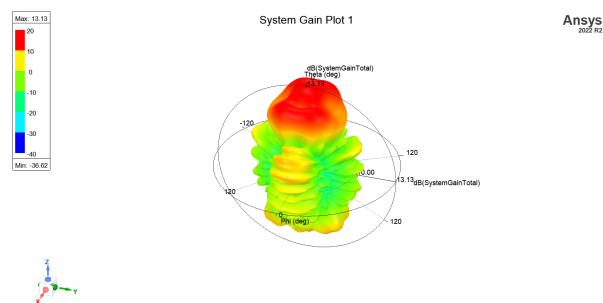


شکل ۲۵: نمودار راستاوری در راه دور

- نموداره بهره هم مانند زیر است

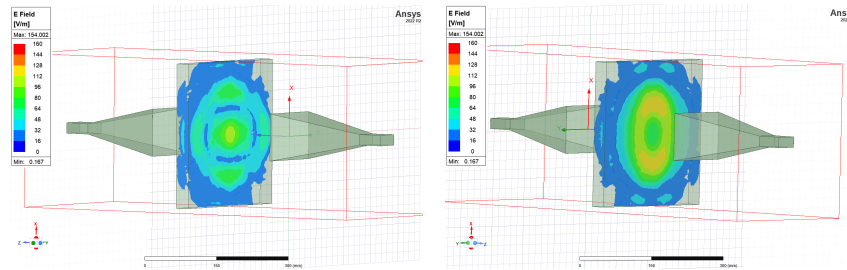


شکل ۲۶: نمودار بهره تک آنتنی در راه دور



شکل ۲۷: نمودار بهره کلی سیستم در راه دور

همچنین میدان الکتریکی بر روی صفحه تفلون نیز مطابق زیر می باشد. توجه کنید که به دلیل ضخامت بالا میدان پشت و جلو متفاوت است.

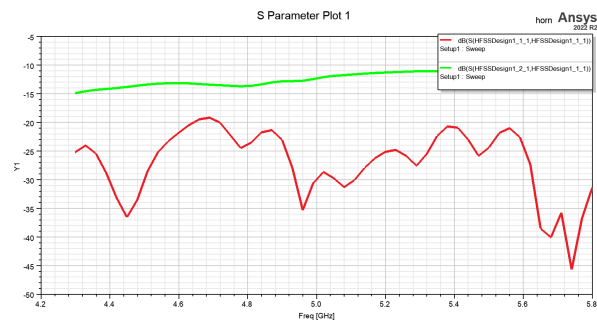


(ب) میدان الکتریکی جلو

(آ) میدان الکتریکی پشت

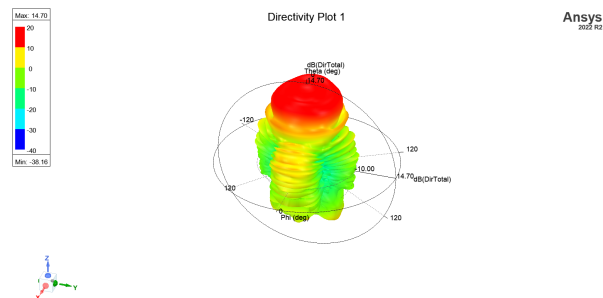
شکل ۲۸: میدان الکتریکی بر روی صفحه تفلون

۳. شبیه سازی را با فاصله 10λ و ضخامت تفلون 0.01λ انجام می دهیم.



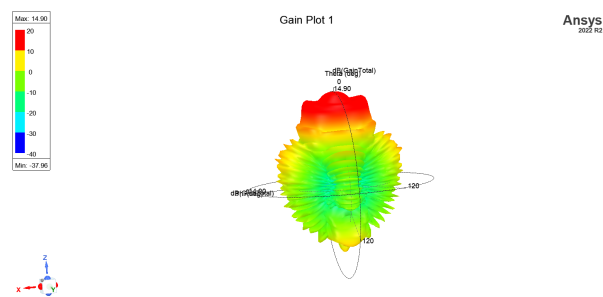
شکل ۲۹: نمودار S_{11} و S_{22} برای سیستم

- نمودار راستاوری در راه دور نیز مطابق زیر می باشد.

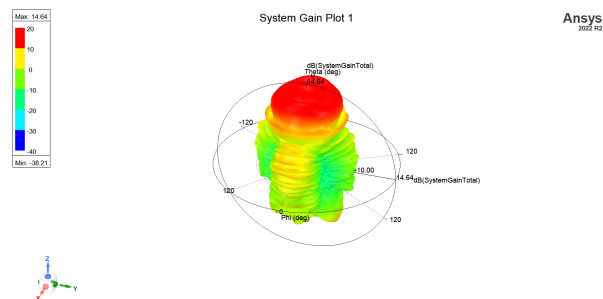


شکل ۳۰: نمودار راستاوری در راه دور

- نموداره بهره هم مانند زیر است

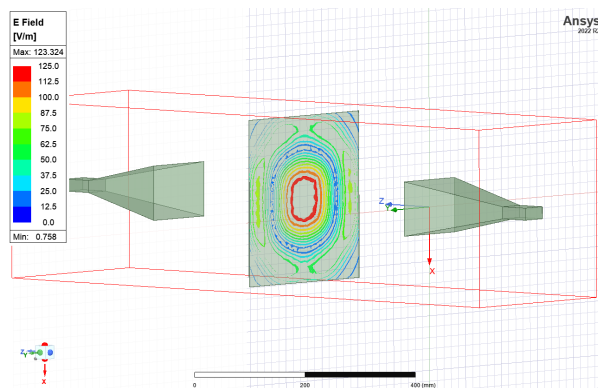


شکل ۳۱: نمودار بهره تک آنتنی در راه دور



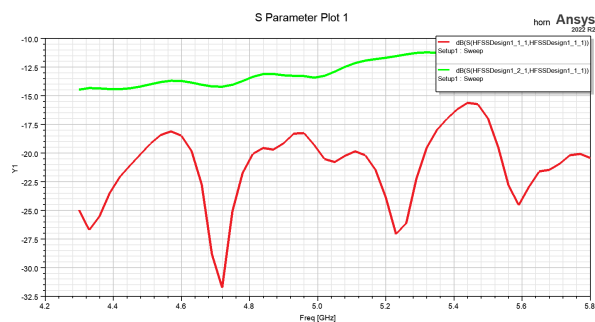
شکل ۳۲: نمودار بهره کلی سیستم در راه دور

همچنین میدان الکتریکی بر روی صفحه تغلون نیز مطابق زیر می باشد.



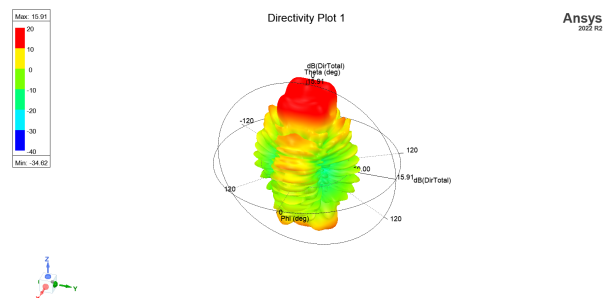
شکل ۳۳: میدان الکتریکی بر روی صفحه تفلون

۴. شبیه سازی را با فاصله 10λ و ضخامت تفلون 0.5λ انجام می دهیم.



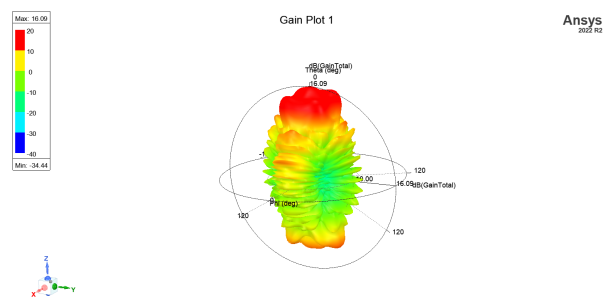
شکل ۳۴: نمودار S_{11} و S_{22} برای سیستم

- نمودار راستاوری در راه دور نیز مطابق زیر می باشد.

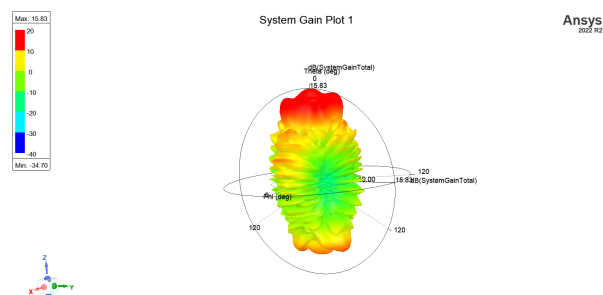


شکل ۳۵: نمودار راستاوری در راه دور

- نموداره بهره هم مانند زیر است

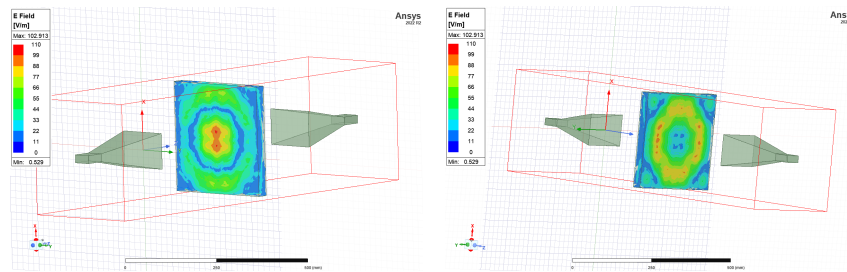


شکل ۳۶: نمودار بهره تک آنتنی در راه دور



شکل ۳۷: نمودار بهره کلی سیستم در راه دور

همچنین میدان الکتریکی بر روی صفحه تفلون نیز مطابق زیر می باشد. توجه کنید که به دلیل ضخامت بالا میدان پشت و جلو متفاوت است.



(ب) میدان الکتریکی جلو

(آ) میدان الکتریکی پشت

شکل ۳۸: میدان الکتریکی بر روی صفحه تغلون

اکنون به بررسی هر کدام از نتایج به صورت کلی می پردازیم.

- در مورد پارامتر S شبیه سازی های انجام شده آزمایش دوم دارای S_{11} بسیار بالاتری است که یعنی بازتاب بیشتری دارد. با افزایش فاصله در آزمایش سوم S_{12} به صورت چشمگیری کاهش می یابد که موجب آن جذب کمتری صورت می گیرد. در آزمایش چهارم که هم ضخامت و هم فاصله زیاد می شود تقریباً همه چیز بد است. هر دو پارامترهای نمودار S افت چشمگیر پیدا می کند و جذب آنتن دریافتی کم و بازتاب بالا می رود.
- در آزمایش دوم با افزایش ضخامت صفحه تغلون، میدان در صفحه تغلون پراکنده تر اما با شدت کمتری می شود. در آزمایش سوم نیز میدان با افزایش فاصله پراکنده تر اما شبیه آزمایش اول این بخش می شود. آزمایش چهارم نیز نشان می دهد میدان به صورت پراکنده تر و متفاوت در دو سر تغلون دیده می شود که در شکل ۳۸ به خوبی مشخص است و اثر آن در کاهش هر دو پارامتر S خودنمایی می کند.
- بهره کلی سیستم نیز تقریباً ثابت می ماند و تغییر زیادی در الگوی تابشی رخ نمی دهد.