



به نام خدا  
دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده برق و کامپیوتر



# آزمایشگاه آنتن

طراحی، شبیه سازی، ساخت و اندازه گیری آنتن یاگی یودای

نام و نام خانوادگی:

گلمهر خسروخاور ۸۱۰۱۹۸۵۰۷

رضا جهانی ۸۱۰۱۹۸۳۷۷

سید محمد حسینی جوشانی زاده ۸۱۰۱۹۸۵۲۹

نرگس خیر خواه ۸۱۰۱۹۷۵۰۲

خرداد ۱۴۰۲

مشخصات مورد انتظار آنتن و شکل ابتدایی آن به صورت زیر می باشد.

- پهنای باند فرکانسی: حداقل ۵۰۰ MHz
- VSWR : کمتر از ۲:۱
- بهره: حداقل ۳ dBi
- پهنای پرتو : حداکثر ۴۰ × ۴۰
- قطبش (پلاریزاسیون): خطی (عمودی)

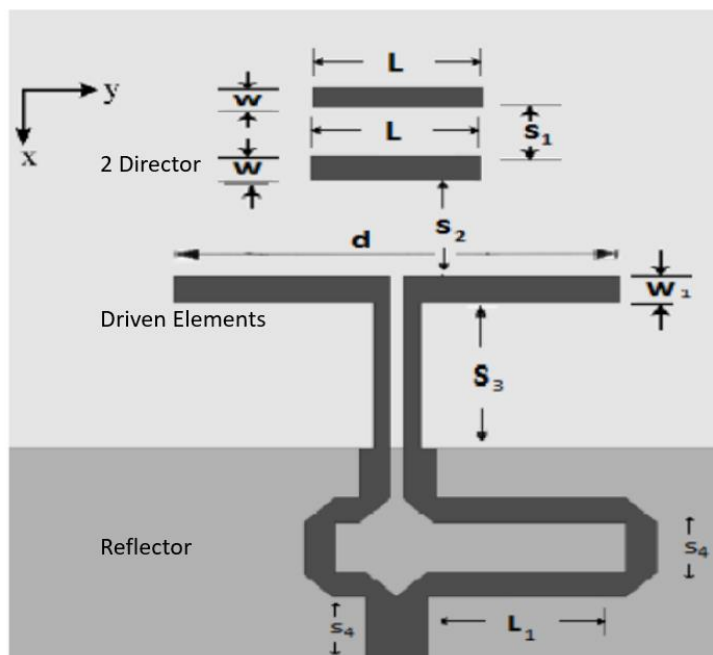


Figure ۱- پارامترهای آنتن

مراحل طراحی، شبیه سازی و اندازه گیری به صورت زیر می باشد:

- ۱) طراحی صفحه آنتن و انتخاب پارامترها
- ۲) طراحی sma و اتصال آن به صفحه آنتن
- ۳) شبیه سازی و نتیجه گیری

## ۱- طراحی صفحه آنتن و انتخاب پارامترها

با توجه به اینکه آنتن یاگی یودای از سه بخش reflector, element driven و director تشکیل شده است. در ادامه توضیح مفصلی راجع به بخشهای متفاوت صفحه آنتن داده شده و راجب به چگونگی انتخاب پارامترها بحث می‌کنیم.

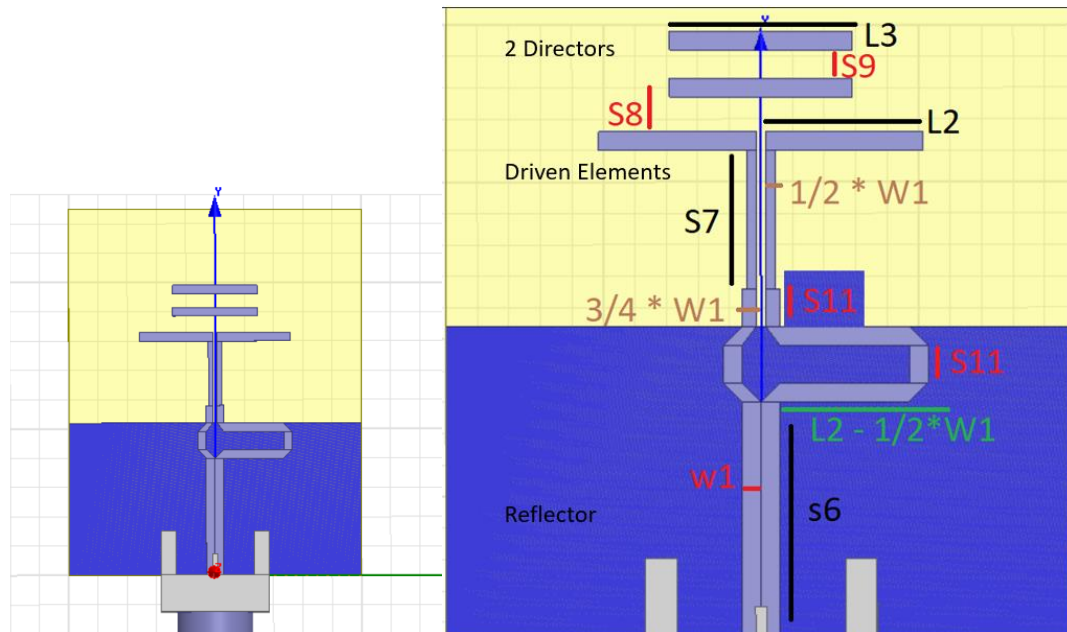


Figure ۲- اسم پارامترهای طراحی آنتن

### :Reflector

این بخش سیگنال را برای انتشار در بخش Driven Elements آماده می‌کند. بدان سبب که میدان از مرکز استریپ‌ها شروع شده و عمود بر کناره‌ی شیلد می‌شود بنابراین برای بسته شدن میدان نیاز به زمین داریم. نکته مهم در بهش طراحی زمین آنست که اگر زمین را زیادی پائین بکشیم ممکن است میدان لب پشتی پیدا کند و اگر زیادی بالا کشیده شود آنتن تبدیل به مایکرو استریپ شده و پترن ما روی صفحه ایجاد میشود و نتیجتاً سیگنال ارسالی در جهت عمود بر صفحه خواهد بود که خواسته ما نیست. با توجه به توضیحات زمین را تا انجا که اختلاف فاز ۱۸۰ درجه بین دو خط انتقال ایجاد میشود جلو برده ایم و از انجا به بعد، اختلاف فاز ۱۸۰ درجه وظیفه بستن میدان بین دو خط انتقال را خواهد داشت. پارامتر مهم ( $W1$ ) در این بخش مقاوت درونی آنتن را تعیین میکند. با توجه به اینکه امپدانس خطوط انتقال ما همگی ۵۰ اهم هستند در ادامه تلاش می‌کنیم این پارامتر را به نحوی ست کنیم تا شرط امپدانس ۵۰ اهم را ارضا کنیم. بخش بالایی رفلکتور وظیفه ایجاد ۱۸۰ درجه اختلاف فاز بین دو رسانا را دارد تا سیگنال بر روی دایپل تشعشع کند. به همین دلیل اختلاف طول مسیر بین دو رسانا در

این بخش حدود نصف طول موج است (پارامتر  $L2-W1/2$ ).  
خطوط انتقال همگی از جنس مس هستند.

#### Driven Elements

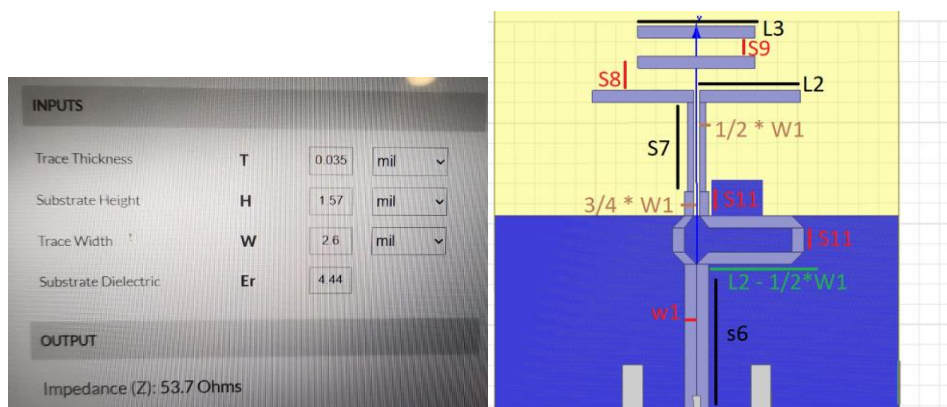
مسئولیت انشاز را برعهده دارد. کل سیگنال در دو خط انتقال این بخش ۱۸۰ درجه اختلاف فاز دارد و بدین سبب موجبات تشعشع مهیا می‌شود. قبل از باز کردن دو سر انتقال دهنده (برای ایجاد دایپل) دو رسانا را نباید زیادی از یکدیگر دور کنیم (پارامتر  $W1/2$ ) زیرا که میدان ایجاد شده پترن را خراب خواهد کرد. توجه داشته باشید که دلیل عدم وجود پترن در بخش پشتی انتن، همین دو رسانا پشت دایپل است که اجازه بسته شدن میدان را نمی‌دهند. حواسمان هست طول دایپل باید (پارامتر  $L2$ ) در حدود نصف طول موج فرکانس ارسالی باشد. البته که محیط خلا کامل نیست و به واسطه گذردهی عایق ضریبی در آن ضرب خواهد شد. پارامتر  $S7$  تاثیر آنچنانی روی پترن ندارد و عمدتاً برای حذف لب پشتی و بهبود پترن استفاده می‌شود.

#### Directors

برای تقویت سیگنال و افزایش راستاوری به کار می‌رود. توجه داشته باشید اگر اولین دایرکتر (پارامتر  $S8$ ) زیادی به دایپل نزدیک باشد گین را کم و اگر زیادی دور باشد اثرش حذف می‌شود. دایرکتر ثانویه (پارامتر  $S9$ ) نیز در صورتی که در موقعیت مناسب نباشد پهنای پرتو و راستاوری را بهم می‌ریزد.

ابعاد صفحه زمین  $۲۰ \times ۱۰.۴$  میلی‌متر و با ضخامت  $۰.۰۳۵$  میلی‌متر و ابعاد substrate  $۲۰ \times ۲۵$  میلی‌متر و با ضخامت  $۱.۵۷$  میلی‌متر است.

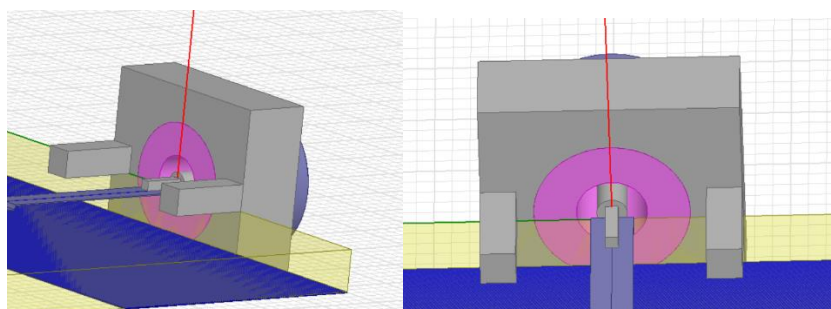
عموم پارامترها با استفاده از تحلیل تئوری و حدس آزمایش با توجه به توضیحات بالا بدست آمده است اما  $W1$  را با توجه به امپدانس مچینگ تعیین شده است. تصویر زیر پارامترهای صفحه انتن است.



Name	Value	Unit	Evaluated Value	Type
w	5	mm	5mm	Design
s4	8	mm	8mm	Design
L1	20	mm	20mm	Design
w1	1.35	mm	1.35mm	Design
s5	3		3	Design
s6	8	mm	8mm	Design
L2	5	mm	5mm	Design
s7	5mm-w1		3.65mm	Design
w3	w1/2		0.675mm	Design
w4	0.75		0.75	Design
w5	0.75	mm	0.75mm	Design
L3	5.8	mm	5.8mm	Design
s8	0.5	mm	0.5mm	Design
s9	0.75	mm	0.75mm	Design
lambda	31.24	mm	31.24mm	Design
SX	7.35	mm	7.35mm	Design
SY	2.5	mm	2.5mm	Design
SZ	6.35	mm	6.35mm	Design
subH	$1.57 + 0.035$	mm	1.605mm	Design
s66	11		11	Design
s10	2.6	mm	2.6mm	Design
s11	1.2	mm	1.2mm	Design
pinD	0.36	mm	0.36mm	Design
pinL	1.5	mm	1.5mm	Design
in	0.43	mm	0.43mm	Design
OutD	2.6	mm	2.6mm	Design
OutL	4	mm	4mm	Design
TefD	2.2	mm	2.2mm	Design

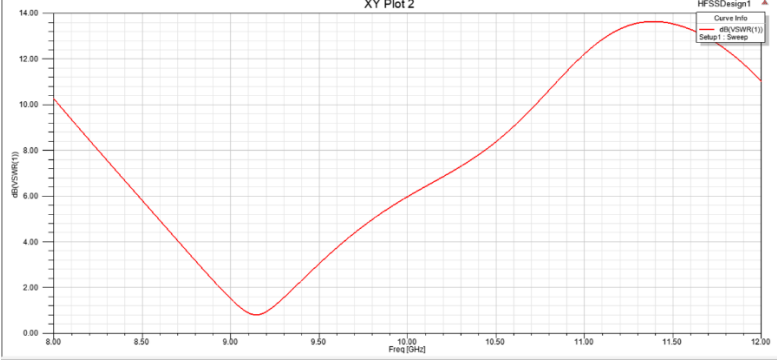
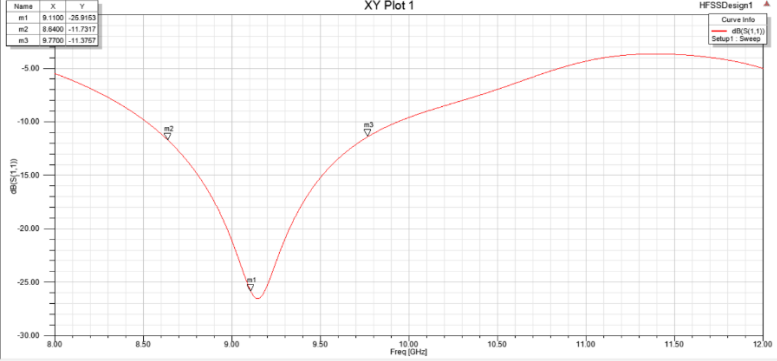
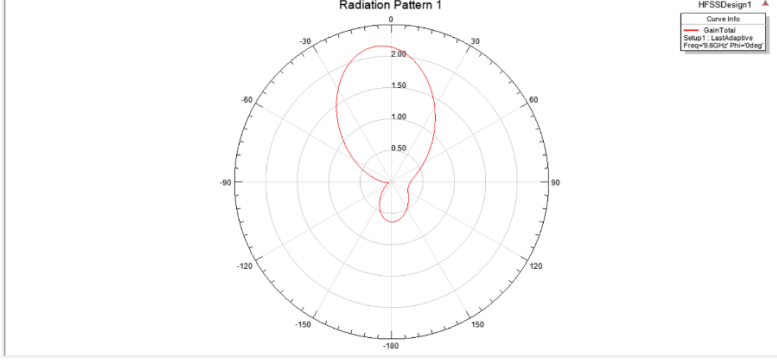
## ۲- طراحی sma و اتصال آن به صفحه آنتن

با توجه به فیلم اپلود شده در سامانه ایلرن sma را به نحو زیر طراحی کردیم و به صفحه آنتن متصل کردیم. Sma مبدلی است که برای تحریک آنتن ناچار به استفاده هستیم و مقاوت ورودی و خروجی آن ۵۰ اهم است.



s66	11		11	Des
s10	2.6	mm	2.6mm	Des
s11	1.2	mm	1.2mm	Des
pinD	0.36	mm	0.36mm	Des
pinL	1.5	mm	1.5mm	Des
in	0.43	mm	0.43mm	Des
OutD	2.6	mm	2.6mm	Des
OutL	4	mm	4mm	Des
TefD	2.2	mm	2.2mm	Des

### ۳- شبیه سازی و نتیجه گیری

	نتایج شبیه سازی
<p><b>VSWR</b></p> <p>مشخص است پهنای باند بیشتر از ۵۰۰ مگاهرتز است</p>	
<p><b>S(1,1)</b></p>	
<p><b>Radiation Pattern</b></p>	
<p><b>Polar Plot</b></p> <p>از آنجا که از ۳ دی بی بیشتر شده است، شرایط مسئله ازضا شده است.</p>	