



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

عنوان:

محاسبه سطح مقطع راداری با استفاده از روش ممان

استاد راهنما: دکتر حبیب الله زلفخانی

دانشجو: نوید حسین زاده دهلان

تاریخ دفاعیه: شهریور ماه 91

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه.....	1
فصل 1- سطح مقطع راداری و روش های محاسبه آن	3
1-1- سطح مقطع راداری.....	3
1-2- روش ممان.....	4
1-3- معادلات ممان.....	7
1-4- مزایای روش ممان نسبت به روش ارزیابی شکل موج مجانبی.....	18
فصل 2- معادلات روش ممان برای یک ساختار دی الکتریک کامل	19
1-2- معادلات روش ممان.....	26
2-2- محاسبه انتگرال.....	29
فصل 3- معادلات روش ممان برای ساختار ترکیبی رسانا-دی الکتریک	30
1-3- توابع آزمون.....	31
2-3- توابع پایه.....	33
ضمیمه	36
فهرست مراجع	45

مقدمه:

فناوری راداری همیشه در خلال جنگ ها و تکامل فناوری های نظامی پیشرفت کرده است اما نقطه آغازین برای رادار در سال 1886 زمانی اتفاق افتاد که هانریش هرتز نشان داد که امواج رادیویی میتوانند توسط اجسام

منعکس شوند. در سال 1895 یک معلم فیزیک به نام الکساندر پوپوف در مدرسه پادشاهی دریایی روسیه یک لامپ خلا را برای تشخیص جرقه نور در فاصله دور بکار به کار برد و پس از آن یک فرستنده جرقه به آن اضافه

کرد و آنرا به یک دستگاه ارتباط بین دو کشتی تبدیل کرد و هنگام استفاده از آن در دریای بالتیک با یک تداخل مواجه شد که توسط کشتی سوم در حال گذر رخ داد و او در گزارش خود اشاره کرد که از این پدیده

میتوان برای تشخیص اشیا به کار برد ولی بیش از این پیش نرفت تا اینکه در سال 1904 کریستین هیولز میر از امواج رادیویی برای تشخیص شی فلزی در فاصله استفاده کرد و از آن به بعد روند پیش رفت در این عرصه

ادامه داشت. تشخیص فاصله، ارتفاع، صورت جسم و شکل آن کم کم به این سیستم اضافه شد تا به رادار های کنونی رسیدیم. رادار های پیشرفته امروزی صنایع هوایی، کشتیرانی و جاده ها بکار میرود. در صنایع دریایی رادار

ها برای تشخیص موقعیت و فاصله سایر کشتی ها، مسیر ها و ثبت موقعیت ها در دریا و حفظ فاصله از سواحل، جزیره ها و ... به کار میروند. در هوا شناسی برای تشخیص میزان بارندگی به کار میرود و به یک ابزار اصلی برای

پیش بینی هوا در زمان نزدیک و مراقبت نسبت به شرایط هوایی فاجعه آمیز مثل گردباد ها استفاده می شود.

رادارها از نظر آرایش فرستنده ، گیرنده ، نوع آنتن ، فرکانس کاری ونحوه اسکن انواع مختلفی دارند .از جمله

رادارهای مهم میتوان به رادارهای یکی شده ، دوایستا ، موج پایدار ، داپلر ، پسیو و رادار آرایه سطحی اشاره

در اینجا با نوع رادار و آنتنهای آن درگیر نمی شویم بلکه به نحوه محاسبات رادار و استفاده از اطلاعات جمع آوری

شده برای تشخیص هدف راداری می پردازیم . آنچه از هدف راداری برای ما اهمیت را در قالب کمیتی به نام

سطح مقطع راداری در نظر می گیریم . می توان گفت که در واقع هدف ما محاسبه و شبیه سازی سطح مقطع

راداری می باشد.

برای محاسبه سطح مقطع راداری روشهای مختلفی وجود دارد که به بیان آنها می پردازیم و در انتها روش مد نظر

را تحلیل کرده و برتری های آن نسبت به دیگر روشها را نشان می دهیم.

فصل اول :

سطح مقطع راداری و روش های محاسبه آن

1-1) سطح مقطع راداری

سطح مقطع راداری اندازه گیری توانایی هدف برای منعکس کردن سیگنالهای راداری در جهت گیرنده رادار میباشد، در واقع اندازه توان موج بازگشتی از هدف در هر استرادیان در جهت رادار نسبت به توان برخورد کننده به هدف میباشد.

سطح مقطع راداری (RCS) هدف میتواند به عنوان مقایسه قدرت سیگنال بازگشتی از هدف نسبت به سیگنال

بازگشتی از یک کره کاملاً صاف هادی با سطح مقطع 1 متر مربع میباشد.

ماهیت سطح مقطع راداری شامل این حقیقت میشود که تمام انرژی مونتشر شده به هدف نمی خورد. سطح

مقطع راداری یک هدف در اکثر موارد از جذب سه کمیت تشکیل میشود.

سطح مقطع راداری = سطح مقطع هدف * منعکس کنندگی * جهت دهی

منعکس کنندگی : درصدی از توان بر خوردی که توسط هدف منعکس شده است.

جهت دهی: نسبت توان منعکس شده از هدف در جهت رادار به توان منعکس شده از جسمی با پراکندگی

ایزوتروپیک.

با توجه به تعریف سطح مقطع راداری، این کمیت برای یک کره در فرکانس های بالا برابر سطح مقطع دیده

شکل از کره میباشد (یعنی همان πr^2). دلیل این امر در جهت دهی ایزوتروپیک کره میباشد. این در حالی است

که سطح مقطع راداری برای یک صفحه مربع شکل وابسته به فرکانس خواهد بود. به همین دلیل استفاده از

شکل کروی به اندازه گیری های آزمایشگاهی کمک میکند زیرا موقعیت و جهت گیری آن تأثیری بر اندازه گیری شدت انعکاس ندارد.

سطح مقطع راداری اجسام ساده (از نظر شکل) میتوانند باحل معادلات میدان و موج در یک دستگاه مختصات، که یک مختصه ثابت با سطح حجم ارتباط دارد، محاسبه می شود و این حل دقیق تنها نیاز به برآورده شدن شرایط مرزی باتوجه به جنس جسم دارد. درحالیکه هدف های عملی با این اشکال ساده انطباق ندارند. بنابراین حل دقیق معادلات موج تنها میتواند رهنمودی برای اندازه گیری تقریب دیگر روشهای محاسبه میدانهای منتشر شده باشند. دربخش بعد به اصول کل روشهای محاسبه سطح مقطع راداری می پردازیم که همگی مبتنی بر روشهای عددی میباشند.

1-2) روش ممان

در محاسبه سطح مقطع راداری اصولاً به دنبال تبدیل معادله انتگرالی به یک دستگاه معادلات جبری بر حسب جریان مجهول هستیم.

در این بخش دستگاه، معادلات را برای یک رسانای کامل بدست می آوریم. معادلات برای دی الکتریک و ترکیب رسانا و دی الکتریک شبیه معادلات رسانا است و چون تمرکز ما بر روی بخش دوم مسئله است از نوشتن معادلات برای دی الکتریک و ترکیب رسانا و دی الکتریک خودداری می کنیم.

میدان الکتریکی برابند ترکیبی از میدان اعمال شده (که با بالا نویسی 1 نشان داده میشود) و میدان پراکننده (که با بالا نویسی S نشان داده میشود) میباشد، یعنی داریم:

$$\vec{E} = \vec{E}^i + \vec{E}^s \quad (1.1)$$

میدان الکتریکی پراکنندگی E_s به دلیل جریانهای سطحی و بارهای آزاد روی سطح S بوجود می آید.

چگالی جریان سطحی \bar{J}_s با توابع بنیادی به فرم زیر بسط داده می شود (که معمولاً با توابع تست انطباق دارد)

$$\bar{J}_s = \sum_{n=1}^{N_M} I_n \bar{f}_n^s \quad (1.6)$$

پتانسیل برداری مغناطیسی به فرم زیر است

$$\bar{A}_s(\bar{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_s \bar{J}_s g ds' \quad (1.7)$$

که در این رابطه μ_0 گذر دهی مغناطیسی و g تابع گرین فضای آزاد می باشد ، وابستگی به زمان همه جا در

نظر گرفته شده است.

در بیان تابع گرین Γ نقطه مشاهده و Γ' بردار منبع متعلق به سطح می باشد.

پس از جایگذاری (1.6) داریم

$$\bar{A}_s(\bar{r}) = \sum_{n=1}^{N_M} \left\{ \frac{\mu_0}{4\pi} \int_s \bar{f}_n^s(\bar{r}') g ds' \right\} I_n \quad (1.8)$$

به همین صورت پتانسیل الکتریکی به فرم زیر می باشد

$$\Phi_s(\bar{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_s \sigma_s g ds', \quad j\omega\sigma_s = -\nabla \cdot \bar{J}_s \quad (1.9)$$

توجه داشته باشید که ماتریس امپدانس برای هر دسته از توابع بنیادی (که توابع تست باید با توابع بنیادی یکی باشند) وقتی که انتگرالهای مربوط به سطح به دقت محاسبه شوند متقارن است. اجزاء ماتریس امپدانس انتگرالی

های دو گانه سطح تابع گرین هستند و غالباً هندسه مسئله را نشان میدهند. در فرم ماتریسی رابطه (1.11) $\hat{Z}^{MM} \bar{I} = \bar{v}$

$$\hat{Z}^{MM} \bar{I} = \bar{v}$$

توابع بنیادی RWG

در زیر، خواص توابع RWG را بررسی میکنیم. برای هر دو قطعه مثلثی شکل، t_n^+ و t_n^- ، که قسمت های را دارند و در لبه l_n مشترک هستند n امین تابع بنیادی به صورت زیر می شود.

$$\bar{f}_n^s(\bar{r}) = \begin{cases} \frac{l_n}{2A_n^+} \bar{\rho}_n^+ & \bar{r} \text{ in } t_n^+ \\ \frac{l_n}{2A_n^-} \bar{\rho}_n^- & \bar{r} \text{ in } t_n^- \end{cases} \quad (1.14)$$

$$\nabla \cdot \bar{f}_n^s(\bar{r}) = \begin{cases} \frac{l_n}{A_n^+} \bar{r} \text{ in } t_n^+ \\ -\frac{l_n}{A_n^-} \bar{r} \text{ in } t_n^- \end{cases} \quad (1.15)$$

که در آن ρ_n^+ بردار رسم شده از راس آزاد مثلث t_n^+ به نقطه مشاهده می باشد و ρ_n^- بردار رسم شده از نقطه مشاهده به راس آزاد مثلث t_n^- می باشد. تابع بنیادی خارج از مثلث های مجاور برابر صفر است.

مراجع

[1] عریضی , همایون , تحلیل و طراحی آنتن , چاپ پنجم , تهران , دانشگاه علم و صنعت ایران . 1380

[2] Kulkarni, Shashank : MODELING OF METAL-DIELECTRIC STRUCTURES VIA روش ممان
VOLUME

[3] INTEGRAL EQUATION, Worcester Polytechnic Institute, 6 May 2004.