

آنتنهای با باند وسیع - رشته آنتنهای دوپل با پرید لگاریتمی

نوشته‌ی:

دکتر حسن مرشد

دانشیار دانشکده فنی

مقدمه:

مختصری در مورد اصول کار آنتنهای با باند وسیع در مقاله قبل بنظر خوانندگان محترم رسید و توضیح داده شد که آنتن با باند وسیع آنتنی است که پرتو و امپدانس ورودی آن با تغییر فرکانس بین دو حد مورد نظر (باند فرکانسی آنتن) تغییرات قابل ملاحظه‌ای ننماید. در اینجا یک نوع بخصوص از این آنتن‌ها بنام رشته آنتنهای دوپل با پرید لگاریتمی (Log Periodic Dipole Array) را مورد مطالعه قرار میدهم. این آنتن‌ها که از این بعد آنها را «آنتنهای دوپل لگاریتمی» مینامیم، از این نظر دارای اهمیت بسیارند که در عین سادگی ساختمان و سهولت حمل و نقل و نصب میتوان آنها را برای هر باند فرکانس و همچنین زاویه‌های پرتو بسیار کوچک طرح نمود. در این آنتن‌ها خواص آنتن در فرکانسهای $\tau^n f$ (n عددیست صحیح τ عددیست مثبت بین صفر و یک) تکرار میشود و بنابراین پرید فرکانسها (در مقیاس لگاریتمی) $\log \tau$ خواهد بود (علت نام پرید لگاریتمی) و جالب اینست که خواص آنتن در بین دو فرکانس $\tau^n f$ و $\tau^{n+1} f$ دارای تغییرات قابل اغماض میباشد که میتوان آنرا نادیده گرفت.

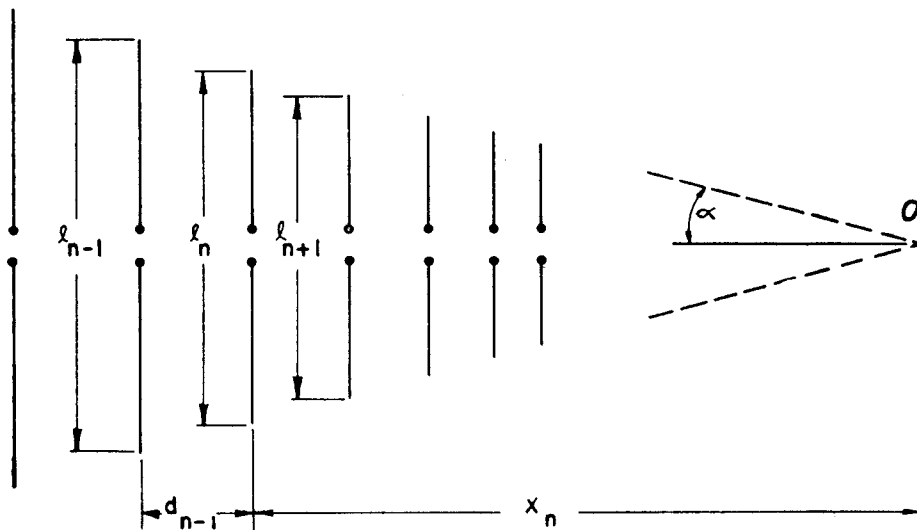
ساختمان آنتن:

همانطور که انتظار میرود و در شکل ۱ نشان داده شده است این نوع آنتن تشکیل شده است از اجزائی که هر یک، یک آنتن دوپل بوده و نسبت طول اجزاء مجاور بهم τ میباشد و بنابراین رزونانس آنها دارای نسبت τ^{-1} خواهد بود.

بنابراین اگر یک آنتن دوپل لگاریتمی بسازیم که بین فرکانسهای f_1 و f_2 کار کند یعنی دارای باندی به وسعت $\Delta f = f_2 - f_1$ باشد بایستی طول کوچکترین جزء آنتن L_1 را طوری اختیار کنیم که f_1 فرکانس رزونانس آن باشد ($L_1 = \frac{\lambda_1}{2}$) و طول جزء آخر را طوری اختیار کنیم که فرکانس رزونانس آن $f_2 = \tau^n f_1$ باشد ($L_n = \frac{\lambda_2}{2}$)، که n تعداد اجزاء این آنتن میباشد.

بنابراین برای ساختن یک آنتن دوپل لگاریتمی با باند نامحدود بایستی طول کوچکترین جزء صفر و طول بزرگترین جزء بینهایت باشد که عملاً غیرممکن است و لذا محدود کننده باند این نوع آنتن امکانات مکانیکی میباشد نه الکتریکی. ولی واضحست در صورتیکه آنتن دوپل لگاریتمی با باند نامحدود را در تصور خود مجسم کنیم با تغییر فرکانس (یعنی تغییر طول موج که واحد طول در محاسبات آنتنها میباشد) هیچگونه تغییری در آنتن قابل مشاهده نیست چه آنتن دارای تمام اجزاء با طولهای از صفر تا بینهایت میباشد. لذا اگر این خاصیت را با تقریب در یک آنتن دوپل لگاریتمی عادی هم بسط دهیم میتوان این نوع آنتن را عملاً آنتنی مستقل از فرکانس نامید.

در مورد فاصله بین اجزاء آنتن باید یادآور شد که ناحیه زنده آنتن که انرژی از آن تشعشع میشود، در هر فرکانسی در حوالی جزئی از آنتن میباشد که طول آن λ میباشد و بنابراین با تغییر فرکانس ناحیه زنده از جزئی به جزء دیگر تغییر مکان مییابد. بعد از انتقال ناحیه زنده از جزئی به جزء دیگر برای اینکه عملاً نتوان این تغییر را حس کرد بایستی فواصل بین اجزاء آنتن نیز دارای نسبت τ باشند تا با تغییر فرکانس فواصل بین اجزاء آنتن نیز تغییر طولشان متناسب با تغییر طول موج باشد و بنابراین نسبت به طول موج (بعنوان واحد طول) تغییری در اطراف ناحیه زنده، که در واقع در هر فرکانسی قسمت اصلی آنتن را تشکیل میدهد ملاحظه نشود و خواص آنتن که تا حد زیادی مربوط به ناحیه زنده اش میباشد ثابت بماند.



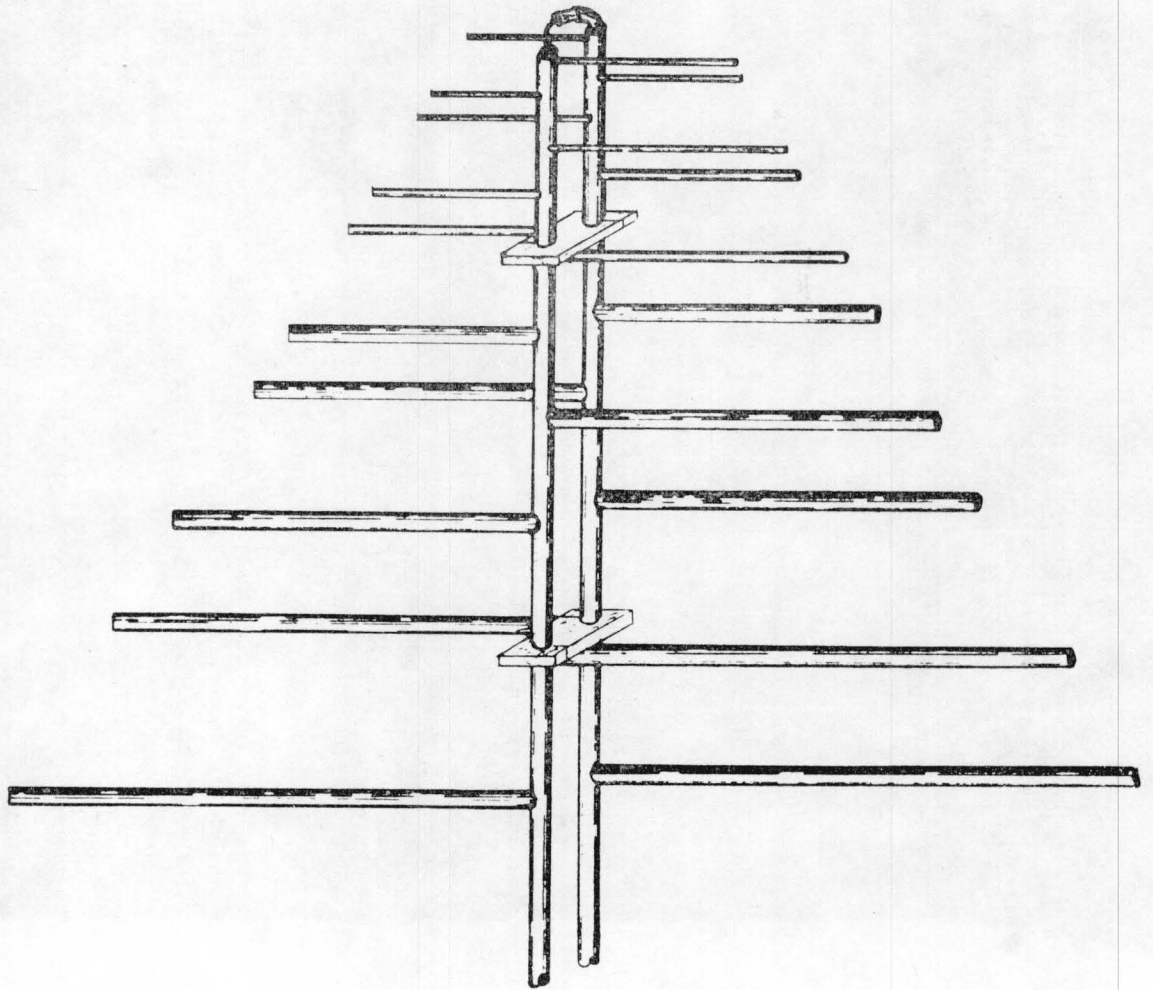
$$\frac{x_n}{x_{n-1}} = \frac{l_n}{l_{n-1}} = \tau$$

شکل ۱

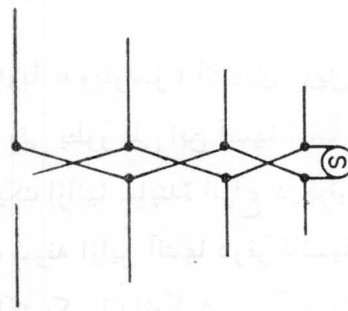
طرز تغذیه آنتن:

شکل ۲ طرز تغذیه یک آنتن دوپل لگاریتمی را نشان میدهد. در اینجا چنانکه ملاحظه میشود یک کابل هم محور نازک از یکی از بازوهای آنتن عبور نموده و در ضمن استوانه خارجیش بان بازو متصل است.

استوانه مرکزی کابل پس از خروج از آن بازو ببازوی دیگری متصل میگردد. علت این عمل اینست که برای اتصال کابل هم محور به کابل دو سیمه موازی که اولی کابل غیرمتعادل (Unbalancéd) و دومی متعادل (balanced) میباشد احتیاج به بالن (Balun) میباشد، و عبور کابل هم محورا یکی از بازوهای آنتن عمل بالن را انجام میدهد. و چنانکه ملاحظه میشود عمل تغذیه آنتن از نوك تیز آنتن میباشد.



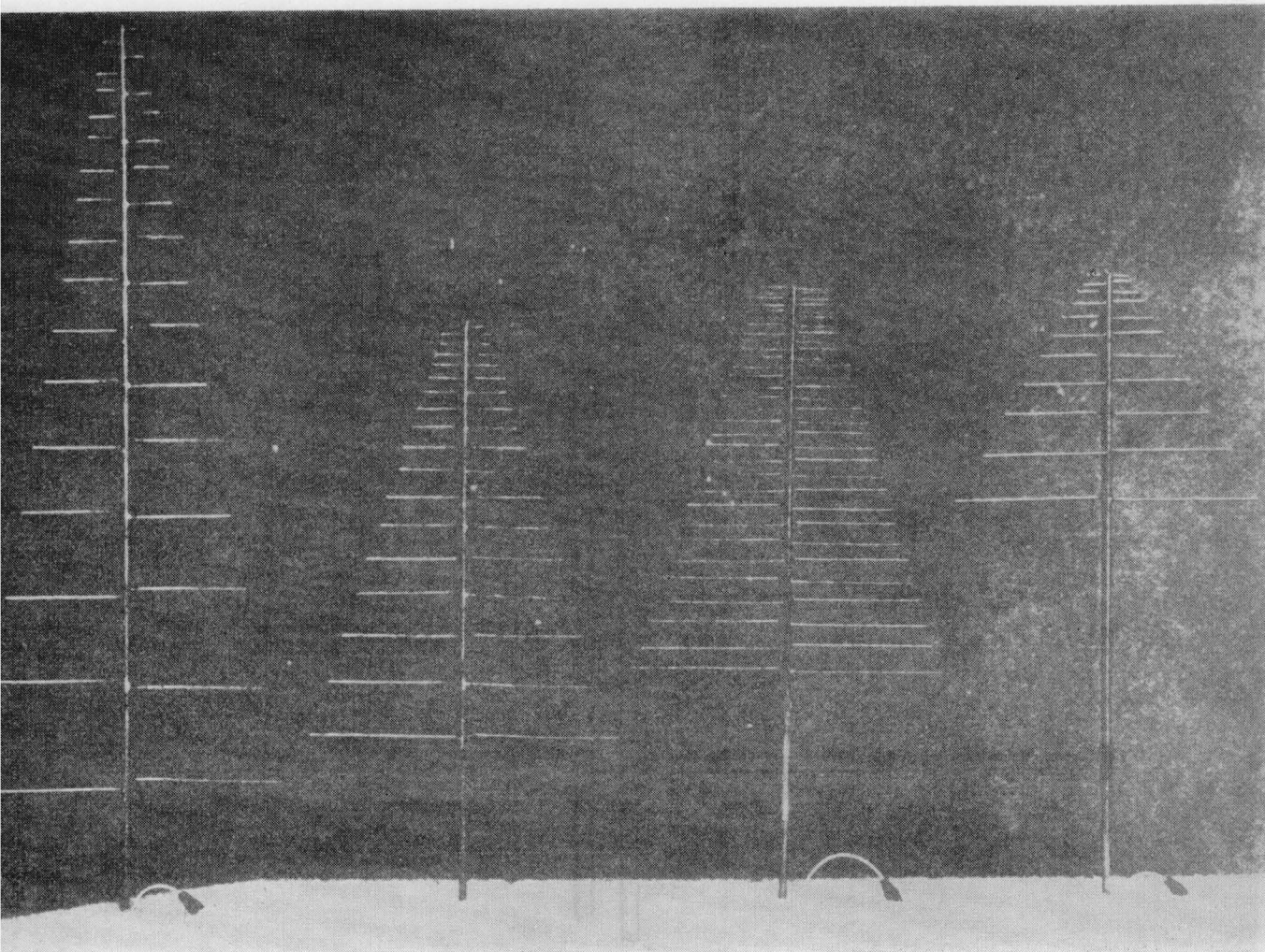
شکل ۲



شکل ۳

در اینجا نکته بسیار قابل ملاحظه و اهمیت طرز اتصال اجزاء آنتن به بازوهای تغذیه میباشد که

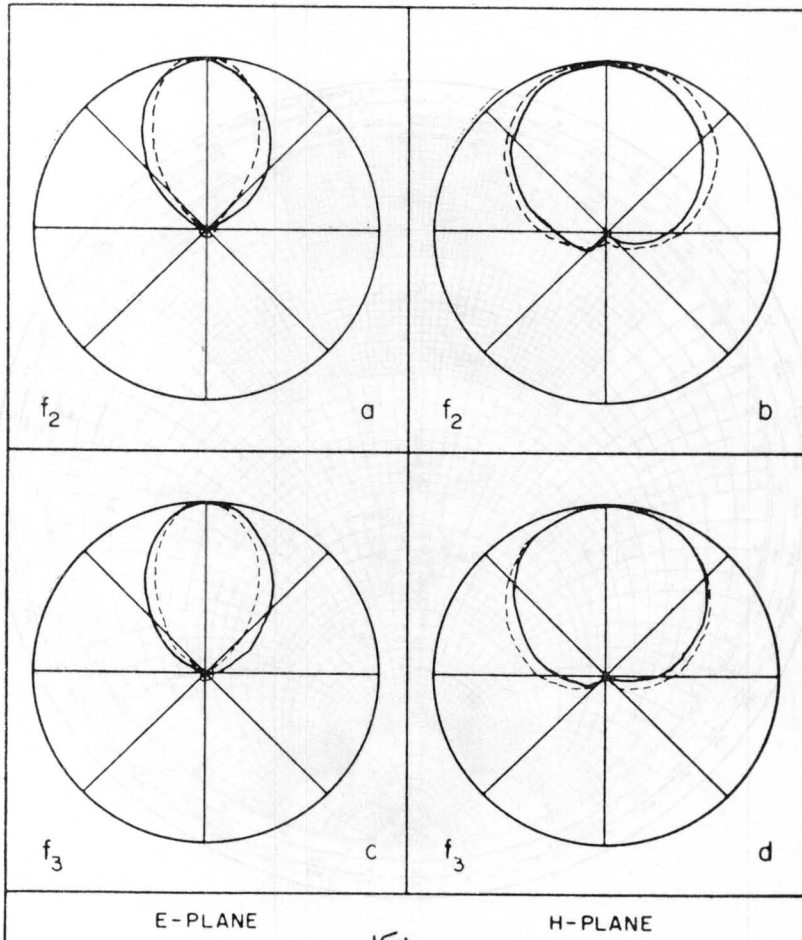
در شکل ۳ بطور شماتیک نشان داده شده است. همانطور که دیده میشود اجزاء آنتن یکدر میان با 180° اختلاف فاز به بازوهای تغذیه اتصال داده شده‌اند. و این موضوع چنانکه در مقالات آینده خواهیم دید عامل اساسی در «عقب‌ران» بودن آنتن میباشد. یعنی باعث میشود که پرتو آنتن بیشتر در جهت انتهای آنتن بطرف نوک تیز باشد یعنی بیشتر انرژی را در این جهت بفضا انتقال دهد.



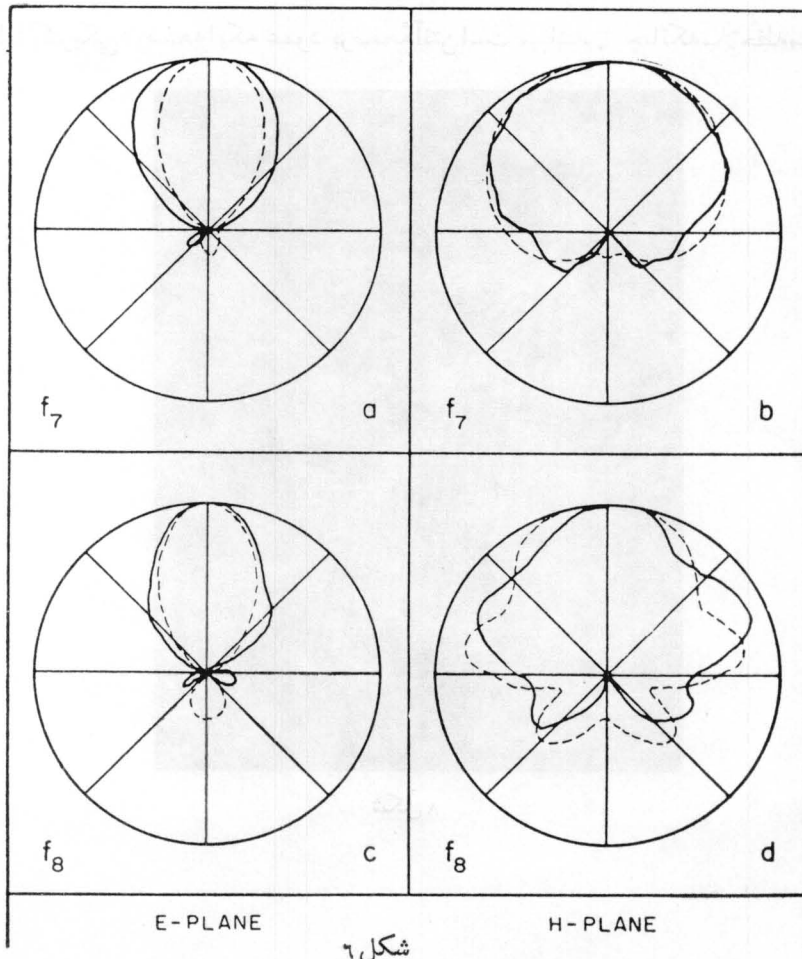
شکل ۴

مشخصات آنتن :

گرچه که بازاء مقادیر مختلف زاویه α و پارامتر τ آنتنهای دوپیل لگاریتمی گوناگونی چنانکه در شکل ۴ نمایش داده شده است بدست می‌آید. ولی بطور کلی این آنتنها تماماً از نظر امپدانس ورودی و پرتو دارایی تشابه کامل میباشند و لذا مشخصات هر یک از آنها نماینده انواع دیگر نیز میباشند. شکل ۵ نمایش پرتوهای یک نمونه از این آنتنها در فرکانسهای مختلفه مربوط بان آنتن میباشد. در این شکل منحنیهای پرمقادیر حوزه الکتریکی اندازه گیری شده آنتن را نشان میدهد. ضمناً منظور از صفحه E (یا E-plane) اندازه گیری حوزه الکتریکی است در صفحه خود آنتن است و صفحه H (یا H-plane)



شکل ۵



شکل ۶

یکطرفه میباشد یعنی انرژی را فقط بطرف نوك تیز آنتن میفرستد. شکل ۵ مربوط به کار آنتن در فرکانسهای کم میباشد در شکل ۶ پرتوهای همین آنتن در فرکانسهای زیاد مشاهده میشود ، که کاملاً شبیه منحنیهای ۵ میباشد (از پرتوهای دیگر برای جلوگیری از زیاد شدن حجم صفحات مقاله صرف نظر میشود).

شکل ۷ نمایش امیدانس ورودی یکی دیگر از این نوع آنتنها در فرکانسهای مختلف میباشد که در روی دیاگرام سمیت (Smith Chart) رسم شده است . از روی این دیاگرام کاملاً مشهود است که بغیر از یکی دوسومرد امیدانس ورودی آنتن در فرکانسهای مختلف دارای مقدار تقریباً ثابتی میباشد.

نتیجه :

بنابراین چه گذشت ملاحظه میشود که عملاً خواص آنتنهای دوپل لگاریتمی چه از نظر پرتو و چه امیدانس ورودی مستقل از فرکانس بوده و پرتو آنها یکجتهه نیز میباشد و ساختن آنها بهیچوجه دارای اشکال بخصوصی نمیباشد . بنابراین مثلاً در صورتیکه فرستندههای مختلف تلویزیون در یک ناحیه قرار داشته باشند ، بایک چنین آنتنی میتوان بسادگی و خوبی تمام کانالها را (تقریباً بطورتساوی) در روی گیرنده گرفت .

البته از این نوع آنتن انواع دیگری نیز تهیه شده که هر یک دارای خواص اضافی دیگری نیز میباشد . شکل ۸ یک نمونه از این نوع آنتن میباشد که دوپل های آن بجای اینکه در یک امتداد گرفته باشند در تحت زاویه ای نسبت بیکدیگر قرار دارند . این آنتن دارای این خاصیت میباشد که علاوه بر اینکه هر دوپل آنتن در فرکانس $\frac{\lambda}{4}$ برزونانس درآمده و باعث میشود آنتن انرژی را در جهت مشخص این نوع آنتنها بفرستد همین دوپل در فرکانسیکه طولش $\frac{3\lambda}{4}$ و یا $\frac{5\lambda}{4}$ و ... میشود نیز همین عمل را انجام میدهد . یعنی عملاً باند آنتن چندین برابر میشود . البته در عوض راندمان تشعشعی آنتن پائین میآید زیرا طول تشعشعی دوپلهادرا اینصورت بعلت زاویه دار بودن دو قطعه یک دوپل قدری کم میشود .

نظرباینکه هدف از این مقاله آشنائی کلی با آنتنهای دوپل لگاریتمی بود برای جلوگیری از اطاله کلام از ذکر جزئیات مربوط به این آنتنها و همچنین انواع آنها صرف نظر شد .