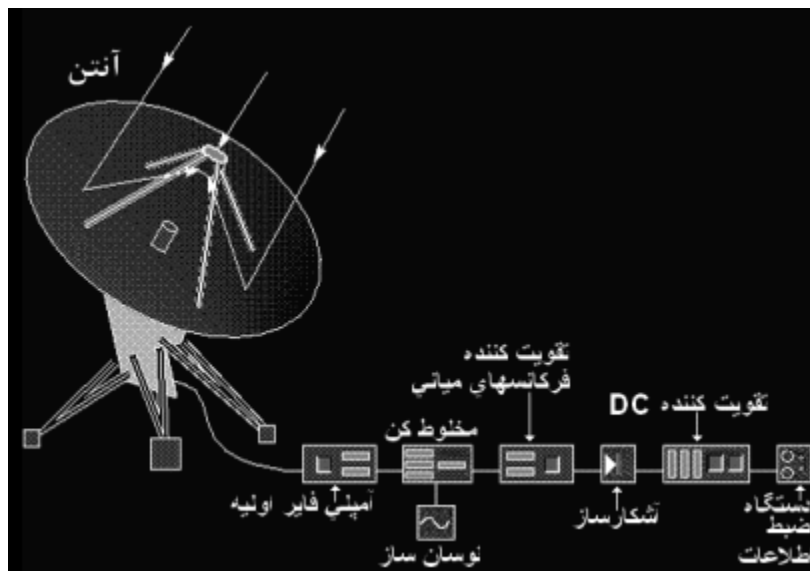


ساختار فني راديوتلسكوپها

راديوتلسكوپها همانند دستگاههاي راديويي معمولي كه در تمام منازل يافت مي‌شود، كار مي‌كنند. اما ميان اين دو وسيله، دو تفاوت عمده وجود دارد. اول امواجي كه راديوتلسكوپها مجبور به آشكار سازي آنها هستند، بسيار ضعيف بوده و دوم راديوتلسكوپها بايد تمام سيگنالهاي دريافتي را براي آناليزهاي بعدي ذخيره نمايند.



ساختمان يك راديو تلسكوپ

راديوتلسكوپها همانند دستگاههاي راديويي معمولي كه در تمام منازل يافت مي‌شود، كار مي‌كنند. اما ميان اين دو وسيله، دو تفاوت عمده وجود دارد. اول امواجي كه راديوتلسكوپها مجبور به آشكار سازي آنها هستند، بسيار ضعيف بوده و دوم راديوتلسكوپها بايد تمام سيگنالهاي دريافتي را براي آناليزهاي بعدي ذخيره نمايند. از نظر ساختماني، يك راديوتلسكوپ را مي‌توان به هشت قسمت اصلي و مهم زير تقسيم‌بندي نمود:

۱. آنتن
۲. پيش تقويت كننده يا آمپلي فاير اوليه
۳. مخلوط كننده
۴. نوسان ساز
۵. تقويت كننده موج متوسط يا آي‌ايف
۶. آشكار ساز مجذوري
۷. تقويت كننده DC
۸. ابزار ضبط اطلاعات

... آنتن

در عالم الكترونك، آنتن به سيستمي مشتمل بر سيمها و يا ساير اجسام هادي گفته مي‌شود كه جهت ارسال و يا دريافت امواج راديويي يا ساير طول موجهاي امواج الكترومغناطيسي به كار مي‌روند. اين ايده اولين بار توسط گاليلمو ماركوني در سال ۱۸۹۷ ارائه شد.

در يك آنتن فرستنده، سيگنالهاي رسیده از مدار الكتريكي باعث نوسان الكترونها در آنتن مي‌شوند. حرکت بار الكتريكي باعث توليد ميدان الكترومغناطيسي در اطراف خود شده و اين ميدان به نوبه خود امواج الكترومغناطيسي را در جهت خاصي كه به طراحي آنتن بستگي دارد پخش مي‌كند. براي مثال آنتن ايستگاههاي راديويي به گونه‌اي طراحي مي‌شوند تا امواج را در تمام جهات به طور يكسان پخش نمايند اما از آن سو آنتن‌هاي يك دستگاه رادار امواج را در جهت خاصي منتشر مي‌نمايد.

در آنتن‌هاي گیرنده، مسير بر عكسي براي توليد جريان در مدار آنتن طي مي‌شود. ابتدا امواج الكترومغناطيسي به گونه‌اي باعث تحريك الكترونها مي‌شوند كه جريان القايي در مدار آنتن توليد مي‌گردد، سپس اين جريان در مدارهاي الكتريكي خاصي تقويت و فیلتر شده و در نهايت اطلاعات آن استخراج مي‌شود.

در رادیو تلسکوپها و یا در تلسکوپهای راداری، معمولا از آنتنهای بشقابی برای دریافت امواج استفاده می‌کنند. آنتن رادیوتلسکوپها آشکارترین بخش آن هستند. آنها موظفند امواج رادیویی فوق‌العاده ضعیفی را که از اعماق فضا به زمین می‌رسد جمع‌آوری نمایند. اغلب این آنتن‌ها بسیار بزرگ هستند تا تلسکوپ قادر به نگاه دقیقتر و عمیقتری به فضا باشد.

... پیش تقویت کننده

سیگنالهای رادیویی گسیل شده از فضا بسیار ضعیف هستند. ضعف این سیگنالها زمانی بیشتر نمایان می‌شود که بدانیم اگر تمامی انرژی حاصل از دریافت این سیگنالها را از ابتدای تاریخ مشاهده فضا با تلسکوپهای رادیویی، با هم جمع کنیم به سختی قادر به آتش زدن يك چوب کبریت خواهیم شد. متوسط انرژی سیگنالهای رادیویی که از فضا دریافت می‌شوند در حدود $5-10^*2$ وات می‌باشد. برای اندازه‌گیری و مشاهده چنین سیگنال ضعیفی باید آنچه را که دریافت می‌کنیم میلیونها بار تقویت نماییم. اما مشکل زمانی خود را نشان می‌دهد که بدانیم ابزارهای الکتریکی که در رادیوتلسکوپها مورد استفاده قرار می‌گیرند، در زمان عملکرد نوبزهای ضعیف و قوی فراوانی تولید می‌کنند. اگر قادر به تشخیص و حذف این اغتشاشات نباشیم، در فرآیند تقویت امواج، آنها نیز به شدت تقویت می‌شوند و امواج ضعیف دریافتی در پس امواج قوی اغتشاشی ناپدید می‌گردند.

نقش پیش تقویت کننده‌ها تقویت محدوده خاصی از امواج به گونه‌ای است که کمترین اغتشاش را به آنها وارد کند. به همین دلیل اغلب، این تقویت کننده را تقویت کننده کم اغتشاش می‌نامند. برای کاهش اغتشاشات، معمولا از ترانزیستورهای بسیار ویژه‌ای در این تقویت کننده‌ها استفاده می‌شود و در ضمن، با سرد کردن آنها تا دماهای نزدیک به صفر مطلق، سعی می‌کنند تا جاییکه امکان دارد اغتشاشات کمتری تولید شود.

... مخلوط کننده

وظیفه مخلوط کننده کاهش و تغییر فرکانس سیگنالهای دریافتی از پیش‌تقویت کننده می‌باشد. این کار به دو دلیل انجام می‌گیرد. اول اینکه از نظر تکنولوژیکی، ساخت تقویت کننده‌ها، فیلترها و سایر قطعات الکترونیکی که قادر به کار با امواج فرکانس بالا باشند، سخت و گران است. دوم اینکه اگر ما تمام تقویتها را با فرکانسی که دریافت می‌کنیم انجام دهیم، امکان بازگشت امواج به آنتن و تولید پس‌خور به شدت افزایش خواهد یافت. این اثر مشابه حالتی است که يك سخنران میکروفن را بسیار نزدیک به دهان نگه دارد. برای انجام این کار مخلوط‌کننده موظف است تا سیگنالهای دریافتی از پیش‌تقویت‌کننده را روی سیگنالهایی با طول موج بالا و فرکانس پایین که از دستگاه نوسان ساز دریافت می‌کند، سوار نماید. این کار در مخلوط‌کننده به دو شکل و همزمان صورت می‌گیرد به این معنی که مخلوط‌کننده دو موج خروجی دارد که یکی حاصل جمع دو ورودی و دیگری حاصل تفریق آنها است. با گذراندن این دو خروجی از يك فیلتر، هرکدام که فرکانس کمتری داشت، انتخاب شده و به عنوان سیگنال ورودی به تقویت‌کننده آی‌اف فرستاده خواهد شد.

... نوسان‌ساز

اکثر رادیوتلسکوپها از نوسان‌سازهای کوآرتزی استفاده می‌کنند. مزیت عمده استفاده از کریستالهای کوآرتز در تولید نوسان، پایداری خوب و اغتشاش کم در خروجی آنها است. از آنجایی که طبیعت رادیوتلسکوپها اقتضا می‌کند تا در باند پهنی از امواج عمل نمایند، اغتشاش اندکی در نوسان تولیدی، قابل اغماض می‌باشد. اگرچه اغتشاشات آنقدر بزرگ نیستند که تولید مزاحمت نمایند اما باید مراقب بود که این اغتشاشات، نوبزهای طبیعی سیستم را تشدید نمایند، چراکه در آن صورت سیگنالهای خروجی تلسکوپ تغییر خواهد کرد و اغتشاشات همانند دریافت واقعی تفسیر خواهند شد.

... تقویت کننده آی‌اف

در يك تقویت کننده موج متوسط با استفاده از فیلترهای مخصوصی، تنها به محدوده‌ای خاص از امواج اجازه عبور می‌دهند. اگرچه محدودیتی در انتخاب فرکانس کاری تقویت‌کننده‌های آی‌اف وجود ندارد اما معمولا فرکانسهای ۷۰، ۴۵، $21/4$ و $10/7$ مگاهرتز در آنها به عنوان فرکانس کاری در نظر گرفته می‌شود. با این کار فرکانسهای زائد حذف شده و محدوده خاصی که مورد نظر است به شدت تقویت و آشکار می‌شود. در رادیوهای رایج، مداری وجود دارد که به مجموعه آن کنترل خودکار بهره می‌گویند. این مدار برای دریافت صدایی واضحتر و شفافتر، تغییرات اندک و ناچیز در قدرت سیگنالهای دریافتی را حذف می‌کند. در رصد رادیویی این تغییرات اندک و جزئی دقیقا همان چیزی است که ناظران به دنبال آن هستند. بنابراین زمانی که از رادیوهای معمولی برای

رصد های رادیویی استفاده می‌گردد، این مدار را باید از کار انداخت.

... آشکارسازهای مجذوری

اگر فرکانس خروجی تقویت‌کننده آی‌اف را به یک ولت‌سنج جریان مستقیم وصل کنیم، صفحه نمایشگر مقدار صفر را نشان خواهد داد. این امر به دلیل ماهیت نوسانی فرکانس است که زمانی بیش از صفر و زمانی کمتر از صفر است.

برای اینکه قادر باشیم تعریف خوب و قابل درکی از انرژی دریافتی از آسمان ارائه دهیم، معمولاً از قطعه ساده‌ای برای هم علامت کردن و یا حذف قسمت منفی موج استفاده می‌کنیم. در اکثر رادیوتلسکوپها این قطعه ساده که یک دیود معمولی است، فقط به جریانهایی با ولتاژ مثبت اجازه عبور می‌دهد. به این ترتیب ولتاژی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر با جذر ولتاژ ورودی است.

... تقویت کننده جریان مستقیم

در طی فرآیند مستقیم‌سازی ولتاژ و همچنین قبل از آن، مقادیر زیادی اغتشاش ناشی از عملکرد ابزارهای الکترونیکی به موج اصلی اضافه می‌شود. از آنجایی که قدرت امواج دریافت شده از فضا بسیار ضعیف است، در لوای اغتشاشات هر چند کوچک پنهان خواهد شد. برای کم‌رنگ کردن این موضوع معمولاً از انتگرال‌گیرهایی با پله زمانی معلوم استفاده می‌کنند. این امر باعث می‌شود که قله‌های بسیار بزرگ اغتشاشات روی سطح ملایم موج اصلی سرشکن شود و تنها اندکی قدرت موج دریافتی را تغییر دهد.

... ابزارهای ذخیره اطلاعات

اطلاعات به دست آمده بعد از این همه فرآیند و آنالیز، بسیار ارزشمند بوده و باید در جایی ذخیره شوند. این اطلاعات که معمولاً ماتریس دو ستونه‌ای از ولتاژ بر حسب زمان هستند را در قدیم توسط قلم‌های خودکار و بر روی کاغذهای بسیار طویل به شکل نمودار ذخیره می‌کردند. امروزه این روش تقریباً منسوخ شده و اطلاعات بعد از تبدیل به سیگنالهای دیجیتال در یک کامپیوتر ذخیره و نگهداری می‌شوند.

اطلاعات ذخیره شده معمولاً عبارتند از ولتاژ، پله زمانی دریافت، زمان دقیق ثبت اطلاعات و در نهایت دما. دمای محیط و سیستم در آنالیز اطلاعات ذخیره شده بسیار مهم است چون همانطور که تا به حال توضیح داده شد، دما نقش زیادی در تولید اغتشاشات الکتریکی دارد.

حاصل نگریستن به آسمان با یک رادیوتلسکوپ، عددی است که نماینده قدرت امواج دریافتی از آن محدوده می‌باشد. اگر زاویه دید رادیو تلسکوپ مورد استفاده ۱ درجه باشد، با هر بار رصد مقدار عددی ولتاژی را به دست می‌آوریم که متناظر با قدرت امواج رادیویی گسیل شده از آن منطقه است. حال می‌توان با چرخاندن رادیوتلسکوپ و دریافت اطلاعات سایر نقاط در آن حوالی، نقشه رادیویی منطقه‌ای از آسمان را تهیه کرد. این نقشه رادیویی، ماتریسی از اعداد است که با توجه به زاویه دید تلسکوپ، وسعت مشخصی از فضا را در بر می‌گیرد. هر قدر زاویه دید تلسکوپ کوچکتر باشد، قدرت تفکیک تصاویر حاصل از آن افزایش می‌یابد. جدول زیر نمونه‌ای از اطلاعات ذخیره شده از آسمان را نمایش می‌دهد که می‌تواند یک کهکشان دوردست باشد:

۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰
۰ ۰ ۰ ۱ ۰ ۰ ۰
۰ ۰ ۱ ۲ ۱ ۰ ۰
۰ ۱ ۱ ۳ ۲ ۱ ۰
۰ ۱ ۲ ۴ ۲ ۱ ۰
۱ ۲ ۳ ۵ ۳ ۱ ۰
۱ ۲ ۴ ۵ ۲ ۱ ۰
۱ ۴ ۵ ۴ ۲ ۱ ۰
۲ ۳ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰
۱ ۲ ۳ ۲ ۲ ۱ ۰
۱ ۲ ۲ ۲ ۲ ۱ ۰

• ۱ ۲ ۱ ۱ ۱ ۰
• ۱ ۲ ۱ ۱ ۰ ۰
• ۰ ۰ ۱ ۱ ۰ ۰ ۰
• ۰ ۰ ۱ ۰ ۰ ۰ ۰
• ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰ ۰

نمایش عددی یک چشمه رادیویی توسط ماتریسی از اعداد

برای مطالعه بیشتر مراجعه فرمایید به:
... دانش‌نامه آزاد ویکی‌پدیا - رادیو تلسکوپ
... تلسکوپ رادیویی

• شهرام یزدان‌پناه، پژوهشگر علوم و فناوری فضایی •