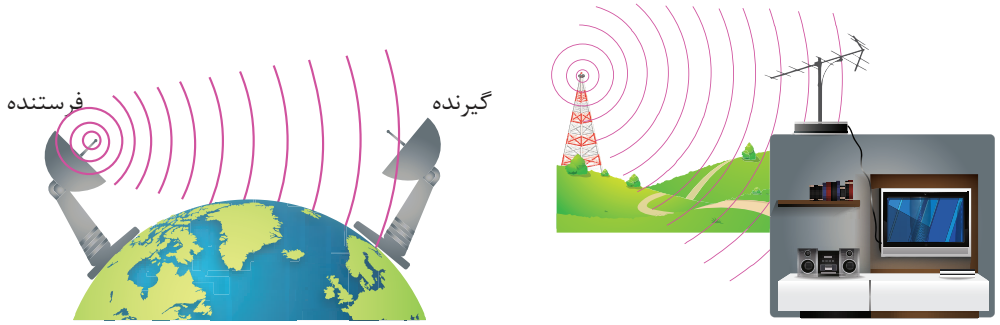
مقدمه

برای دریافت و انتشار امواج الکترومغناطیسی از آنتن استفاده می‌شود آنتن در دو نوع فرستنده و گیرنده به‌کار می‌رود. آنتن فرستنده امواج الکترومغناطیسی را در فضا منتشر می‌کند و آنتن گیرنده این امواج الکترومغناطیسی منتشر شده در فضا را دریافت می‌کند (شکل ۱).



شکل ۱ـ آنتن فرستنده ـ گیرنده

امواج الکترومغناطیسی پس از دریافت توسط آنتن رادیو یا تلویزیون پردازش شده و به‌صورت صوت و تصویر ارائه می‌شود. محدوده فرکانسی باندهای امواج الکترومغناطیسی[۱] تلویزیونی به‌صورت روبرو است (شکل ۲).

در مجتمع‌های مسکونی نصب آنتن به‌منظور دریافت امواج الکترومغناطیسی صدا و سیما مرسوم است. نصب آنتن تلویزیون به ازاء هر واحد مسکونی روی پشت بام تصویر ناخوشایندی ایجاد می‌کند، ضمن اینکه امواج الکترومغناطیسی آنتن‌ها بر یکدیگر اثر می‌کنند و کیفیت تصویر را کاهش می‌دهند.

محدود فرکانسی باند VHF
۳۰ MHz تا ۳۰۰ MHz

محدود فرکانسی باند UHF
۳۰۰ MHz تا ۳۰۰۰MHz

شکل ۲ـ محدوده فرکانسی باند UHF و VHF

شکل ۳ـ تعداد زیادی آنتن نصب شده روی بام چشم‌انداز ناخوشایندی ایجاد می‌کند.

۱- VHF: Very High Frequency UHF: Ultra High Frequency

شکل ۳ نشان می‌دهد اگر برای یک ساختمان با چند واحد آپارتمان نیاز به آنتن مجزای روی بام باشد فضای زیادی از پشت بام به این کار اختصاص داده خواهد شد که اصلاً مناسب نیست بنابراین بهتر است از آنتن مرکزی استفاده شود. برای مثال یک ساختمان با ۸ واحد آپارتمان نیاز به نصب ۸ آنتن مجزا می‌باشد که حدوداً ۱۶ متر مربع از فضا پشت بام را اشغال می‌کند، می‌توان یک آنتن به جای آنها جایگزین نمود که آنتن مرکزی نام دارد.

۱-۴- آنتن مرکزی

آنتن مرکزی از یک یا دو آنتن VHF و UHF تشکیل شده است که قادر به دریافت سیگنال مناسب از فضا و ارسال برای تعداد زیادی گیرنده تلویزیونی است (شکل ۴).

شکل ۴ـ آنتن مرکزی

در شکل ۵ محل قرار گرفتن آنتن مرکزی نشان داده شده است.

سیستم آنتن مرکزی از عملکرد ساده‌ای برخوردار است در واقع در این سیستم به‌جای استفاده از چند آنتن برای گرفتن سیگنال در هر تلویزیون از یک آنتن مشترک برای آنها استفاده می‌شود. به‌طور معمول زمانی با مشکل مواجه می‌شویم که مجبور به تقویت خروجی آنتن خود باشیم. اگر سیگنال خروجی به‌صورت مستقیم بین تمامی گیرنده تلویزیونی تقسیم شود این سیگنال دچار افت شدید خواهد شد. لذا می‌بایست از یک دستگاه مرکزی (آمپلی‌فایر) برای تقویت و سازمان‌دهی خروجی آنتن استفاده گردد. محل نصب تقویت‌کننده نیز ترجیحاً داخل خرپشته (یا سرپله) داخل یک جعبه به دور از برف و باران

شکل۵ـ محل نصب تقویت‌کننده مدار آنتن مرکزی در یک مجتمع مسکونی

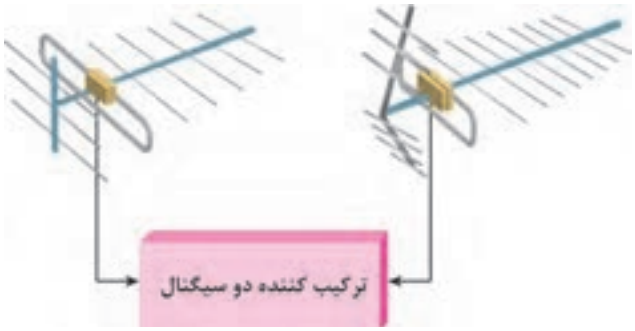
پرسش

آیا ساختمان محل سکونت شما نیاز به آنتن مرکزی دارد؟

۲-۴- اجزای آنتن مرکزی

امواج دریافت شده توسط دو آنتن مرکزی باید با یکدیگر ترکیب شوند (شکل ۶).
آنتن مرکزی شامل اجزای زیر می‌باشد:

الف) آنتن VHF و UHF
ب) ترکیب‌کننده
ج) تقویت‌کننده
د) تقسیم‌کننده



شکل ۶ - ترکیب‌کننده دو سیگنال

۱ـ۲ـ۴ـ آنتن VHF

این آنتن برای باند VHF مناسب است این باند کانال‌های ۵ تا ۱۲ را در برمی‌گیرد و محدوده فرکانسی آن کانال‌ها از ۱۷۴ مگاهرتز تا ۲۳۰ مگاهرتز است (شکل ۷).

شکل ۷ـ آنتن VHF

۲ـ۲ـ۴ـ آنتن UHF

ایـن آنتـن بـرای بانـد UHF مناسـب اسـت ایـن باند شـامل کانال‌هـای ۲۱ تا ۶۸ اسـت. محدوده فرکانسـی آن از ۴۸۰ مگاهرتـز تـا ۸۶۰ مگاهرتـز را در بـر می‌گیرد (شـکل ۸).

شکل ۸ـ آنتن UHF

پرسش

آنتـن مـورد اسـتفاده گیرنـده تلویزیونـی شـما از کـدام نـوع آنتـن اسـت؟ کـدام نـوع آنتن بـرای اسـتفاده از گیرنـده دیجیتـال کاربـرد دارد؟

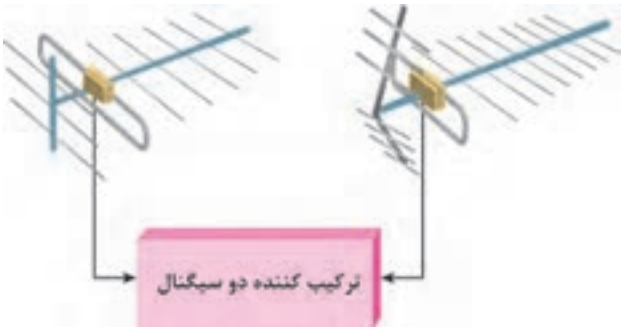
۳ـ۲ـ۴ـ ترکیب کننده (Mixer) سیگنال‌های تلویزیونی

بـرای ارسـال همزمـان سـیگنال‌های تلویزیونی دریافتـی VHF و UHF بـه گیرنده تلویزیون لازم اسـت از مدار ترکیـب کننـده (Mixer) اسـتفاده شـود. در شـکل ۹ دو ترکیب‌کننـده سـیگنال آنتن UHF و VHF و نشـان داده شـده است .

شکل ۹ـ ترکیب‌کننده

مـدار یـک ترکیب‌کننـده (مخلوط‌کننـده) دو سـیگنال اصطلاحـاً دی پلکسـر نیـز گفتـه می‌شـود. دی پلکسـر[۱] هنـگام عبـور سـیگنال بانـد VHF، اجـازه عبـور سـیگنال بانـد UHF را نمی‌دهـد و بالعکس (شـکل ۱۰).

۱-Diplexer



شکل ۱۰ـ ترکیب‌کننده دو سیگنال

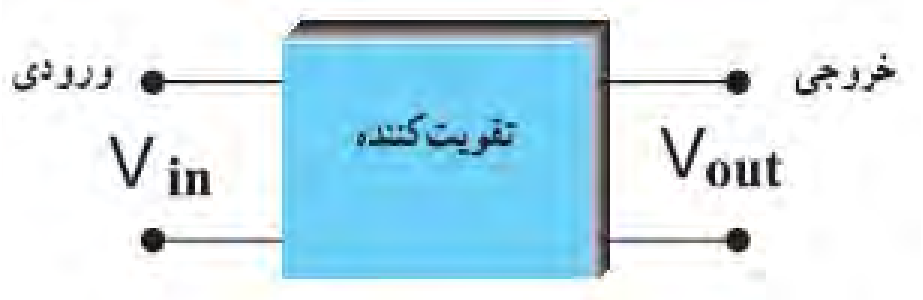
۴ـ۲ـ۴ـ تقویت سیگنال آنتن

اگر فاصله بین آنتن و گیرنده تلویزیون زیاد باشد یا نیاز به تغذیه چند گیرنده تلویزیونی به آنتن باشد باید سیگنال ورودی به تلویزیون توسط بوستر تقویت شود. تقویت‌کننده‌هایی که باند وسیعی از فرکانس‌های ورودی را تقویت می‌کنند چندباند یا مولتی‌باند نامیده می‌شود (شکل ۱۱).

شکل ۱۱ـ یک بوستر چند باند را نشان می‌دهد

اگر یک تقویت‌کننده را به‌صورت شکل۱۲ نشان دهیم سیگنال خروجی (Vout) چندین بار بیشتر از سیگنال ورودی Vin خواهد بود.

به نسبت ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی، بهره ولتاژ یا AV گفته می‌شود.



شکل ۱۲ـ مدار تقویت‌کننده

مطالعه

بهره ولتاژ را می‌توان بر حسب دسی‌بل dB به‌صورت رابطه زیر معرفی کرد:

$$AV(dB_V) = ۲۰\log\frac{V_{out}}{V_{in}}$$

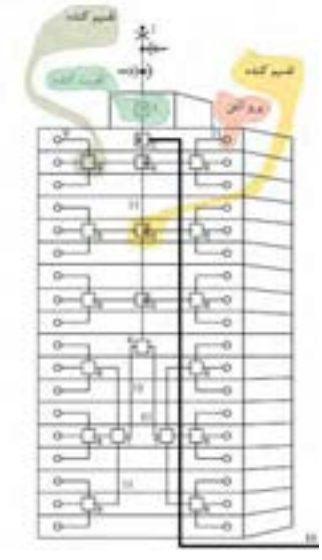
چون دامنه سیگنال عبوری از ترکیب‌کننده‌ها نیست به دامنه سیگنال ورودی کاهش می‌یابد، سیگنال خروجی تضعیف می‌شود. میزان تضعیف را افت می‌نامند. افت معمولاً برحسب dB/μV بیان می‌شود و آن را «دسی‌بل بر میکروولت» می‌خوانند. برای سادگی معمولاً دسی‌بل بر میکروولت را به‌صورت dbμV می‌نویسند.

۱ـ۴ـ۲ـ۴ـ محل قرار گرفتن تقویت‌کننده (بوستر):

معمولاً بوستر را در نزدیکی آنتن نصب می‌کنند (فاصله مناسب در حد یک متری آنتن ، داخل خرپشته و نزدیک پریز برق است) (شکل ۱۳).

شکل ۱۳- محل قرار گرفتن بوستر

اگر تعداد گیرنده‌ها محدود باشد با استفاده از یک بوستر می‌توان سیگنال مناسب برای دریافت تصویر با کیفیت ارسال کرد ولی اگر تعداد گیرنده‌ها زیاد باشد و مسیرهای توزیع سیگنال ارسال شده طولانی شود بهتر است در امتداد مسیر از تقویت‌کننده‌های دیگری نیز استفاده کرد (شکل۱۴).



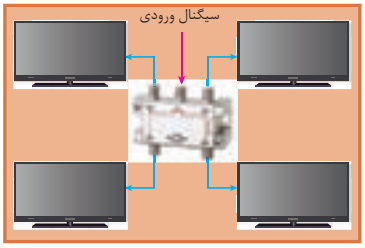
شکل ۱۴ـ آنتن مرکزی و متعلقات آن

منبع تغذیه تقویت‌کننده مرکزی اولیه باید در محل نصب آن پیش‌بینی شود ولی منبع تغذیه تقویت‌کننده‌های بین راهی در محل خانه و از کنار تلویزیون تأمین می‌شود. بوسترهای تقویت‌کننده سیگنال مطابق شکل ۱۵ دارای مشخصات زیر است:

شکل ۱۵ـ مشخصات فنی یک بوستر یا تقویت‌کننده

۵ـ۲ـ۴ـ تقسیم‌کننده (Splitter یا Divider):

تقسیم‌کننده سیگنال ورودی یک مدار مجتمع است که سیگنال ورودی را بین چند گیرنده تقسیم می‌کند و عمل تطبیق امپدانس را نیز انجام می‌دهد (شکل۱۶).



شکل ۱۶

بعضی از تقسیم‌کننده‌ها علاوه بر اینکه یک یا چند انشعاب می‌توان از آنها برای گیرنده تلویزیونی گرفت، قابلیت ادامه مسیر تا تقسیم‌کننده بعدی یا مصرف‌کننده را دارند که اصطلاحاً به آنها تقسیم‌کننده عبوری گفته می‌شود (شکل ۱۷).

۱۷ـ تقسیم‌کننده عبوری

در شـکل ۱۸ انـواع تقسـیم‌کننده عبـوری یک‌راهـه، دوراهـه، سـه‌راهه و چهارراهـه (یعنی یک کابـل ورودی به آن متصـل شـده و می‌تـوان از آن چهـار خروجـی مجزا انشـعاب گرفت) دیده می‌شـود.

شکل ۱۸ـ انواع تقسیم‌کننده عبوری

امـا در انـواع دیگـر تقسـیم‌کننده‌ها ادامه مسـیر وجود نـدارد و اصطلاحـاً عبوری نیسـت و معمولاً بـرای انتهای مسیر و پریزهای آخر استفاده می‌شوند (شکل ۱۹).

شکل ۱۹ـ تقسیم‌کننده غیر عبوری

تذکر

تقسـیم‌کننده‌ها ضمـن عبـور سـیگنال از خـود، مقـداری افـت در مسـیر عبـوری و انشـعاب در سـیگنال نیز ایجـاد می‌کننـد افـت انشـعابی در مشـخصه فنـی تقسـیم‌کننده بـا واژه Side loss نشـان داده می‌شـود و مقـداری بیـن ۸ تـا ۱۲ دسـی‌بل (dB) را شـامل می‌شـود افت عبـوری با واژه Thrv loss نشـان داده شـده و مقـداری در حـدود ۲ تـا ۵ دسـی‌بل را در برمی‌گیـرد.

تقسـیم‌کننده‌های معرفـی شـده بـر اسـاس عبـوری یـا غیرعبـوری و تعـداد انشـعاب به‌صـورت زیـر معرفـی می‌شـوند:

D: تقسیم کننده
T: نام شرکت سازنده
۰: بدون راه عبوری
۲: دو انشعاب
D: تقسیم کننده

T: نام شرکت سازنده
۱: یک راه عبوری
۲: دو انشعاب

تحقیق کنید

مشخصه تعدادی تقسیم‌کننده رایج بازار را تهیه و آنها را با یکدیگر مقایسه و به کلاس درس ارائه کنید.

۶ـ۲ـ۴ـ پریز آنتن

پریزها محل اتصال گیرنده تلویزیونی به آنتن مرکزی جهت دریافت سیگنال مناسب هستند (شکل ۲۰).

شکل ۲۰ـ شکل پریز

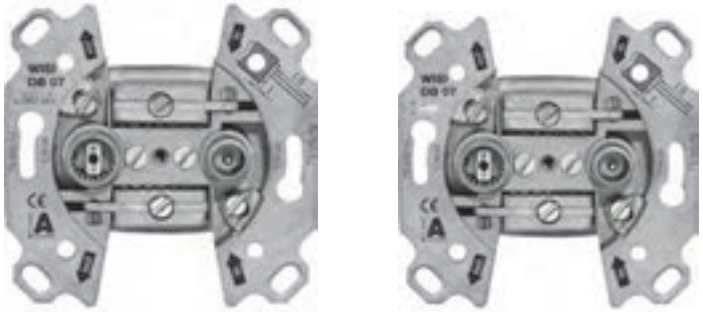
پریزهای سیگنال گیرنده تلویزیون دو دسته هستند:

الف) عبوری

ب) انشعابی (غیرعبوری)

الف) پریز عبوری: ضمن تأمین سیگنال مورد نیاز برای یک گیرنده، سیگنال را به پریز دیگر نیز می‌رساند.

شکل ۲۱ یک پریز عبوری را نشان می‌دهد که دارای دو انشعاب و یک مسیر عبور است و با شماره ST۱۲ معرفی می‌شود. پریزها دارای افت هستند. افت پریزها به دو دسته افت مسیر (عبوری) و افت انشعاب تقسیم می‌شود.



شکل ۲۱ - پریز عبوری

برای ST۰۲ کدام مناسب است: ۱ـ انتهایی ۲ـ انشعابی

ب) پریـز غیـر عبوری یا انشـعابی: ایـن پریـز در انتهای خط قـرار گرفته و فقط بـرای یک گیرنده اسـتفاده می‌شـود. و با شـماره ST۰۱ معرفی می‌شـود (شـکل ۲۲).

شکل ۲۲ـ پریز غیر عبوری ST۰۱

پریزهای آنتن به‌صورت زیر معرفی می‌شوند:

مثال ۱:

S: پریز (Socket)

T: کارخانه سازنده

۱: یک راه عبوری

۲: دو انشعاب

مثال ۲:

S: پریز (Socket)

T: کارخانه سازنده

۰: بدون راه عبوری

۲: دو انشعاب

در جـدول مشـخصات پریزهـا بـرای تیپ‌هـای مختلف انواع پریز متناسـب با محـدوده فرکانسـی ورودی به پریز افـت عبوری و انشـعابی مشـخص شـده اسـت. در جدول ۱ مقـدار این دو افت بـرای پریزهـای ST۰۲ (انتهایی) و ST۱۲ (عبوری) آورده شـده است.

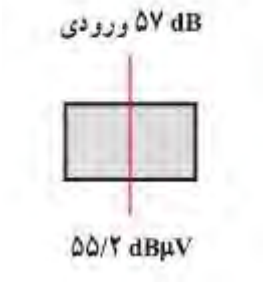
جدول ۱

Specifications مشخصات فنی						
Type- No غیر عبوری		ST02		مدل عبوری ST12		
Frequency range (MHz)		TV	RADIO	محدوده فرکانس TV	RADIO	
Thru Loss(dB)	۴۷-۶۸	—		۱		افت عبوری
	۵۷/۵-۱۰۵	—		۱		
	۱۱۶-۴۷۶	—		۱۲		
	۴۷۰-۸۰۰	—		۱۸		
Side Loss(dB)	۴۷-۶۸	۲	۷/۲	۱۳	۱۳/۶	افت انشعاب
	۸۷/۵-۱۰۸	۲	۷/۲	۱۳	۱۳/۶	
	۱۱۸-۴۷۰	۲	—	۱۳	۱۳/۶	
	۴۷۰-۸۰۰	۲/۵	۰	۱۳	۱۳/۶	

مثـال: اگـر روی یـک پریـز علامـت ST۱۲ حـک شـده باشـد و سـیگنال ورودی به ایـن پریز برای ۵ دسـی‌بل میکروولـت باشـد کـدام سـیگنال خروجـی ایـن پریـز تصویر برفـک‌دار ایجـاد می‌کند.

طبـق جـدول داده شـده افـت عبـوری و افـت انشـعابی بـه ترتیـب برابر ۱/۸ و ۱۳ دسـی بـل میکرو ولت اسـت (شـکل ۲۳). پـس خروجـی سـیگنال‌های عبـوری و انشـعابی پـس از کسـر افـت سـیگنال برابر اسـت با:

خروجی عبوری ۵۵/۲ VμdB = ۱/۸ - ۵۷ خروجی انشعابی ۴۴ VμdB = ۱۳-۵۷



شکل ۲۳ـ سیگنال ورودی و خروجی

چون خروجی سیگنال انشعابی کمتر از حد نصاب لازم برای دریافت یک سیگنال مناسب یعنی ۵۲ VμdB است، پس تصویر خروجی انشعابی برفک خواهد داشت و به یک تقویت‌کننده نیاز دارد.

۳-۴- سیگنال سنج

بـرای اندازه‌گیـری سـیگنال خروجـی آنتـن و اطمینـان از مقـدار دامنـه لازم بـرای تصویری مناسـب در گیرنده تلویزیونی از سـیگنال سـنج اسـتفاده می‌شـود (شـکل ۲۴).

شکل ۲۴ـ اندازه‌گیری سیگنال خروجی آنتن توسط سیگنال سنج

نکته

ـ چند نکته اجرایی:

۱ـ سیگنال قابل قبول برای گیرنده‌های تلویزیونی در باند UHF و VHF جهت نمایش یک تصویر با کیفیت بین ۵۲ تا ۸۲ دسی‌بل میکروولت است و تغییرات صفر تا ۳۰ دسی‌بل بر میکروولت در خروجی بوسترها قابل قبول است.

۲ـ گیرنده‌های تلویزیونی قابلیت نگهداشتن سیگنال ورودی را در حد مورد نیاز دارند زیرا این گیرنده‌ها از سیستم کنترل خودکار بهره می‌برند.

۳ـ برای طراحی و نصب آنتن مرکزی باید با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سیگنال ، سطح سیگنال را در محل آنتن مرکزی اندازه‌گیری کرد.

۴ـ رعایت فاصله از آنتن مرکزی، نصب و چیدمان تقویت‌کننده بین راهی اهمیت زیادی دارد.

تحقیق کنید

مشخصات چند مدل بوستر (تقویت‌کننده) را از سایت‌های شرکت‌های سازنده پیدا کنید و با یکدیگر مقایسه نمایید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید.

۴ـ۴ـ تجهیزات نصب آنتن مرکزی

برای نصب آنتن مرکزی VHF و UHF علاوه بر قطعات اصلی به قطعات دیگری نیاز است.

شکل ۲۵ـ بست و گیره آنتن

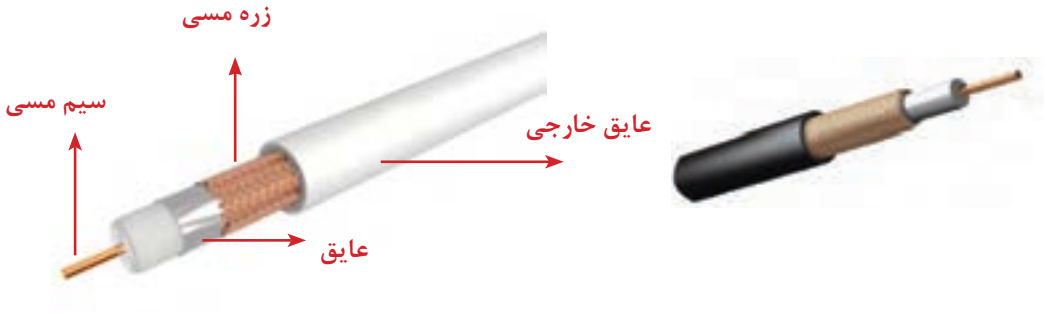
۱ـ۴ـ۴ـ بست و گیره:

برای نصب آنتن روی پایه، به بست و گیره نیاز است. این بست و گیره همراه آنتن مورد نظر در بازار عرضه می‌شود (شکل ۲۵).

۲ـ۴ـ۴ـ کابل کواکسیال

کابل کواکسیال برای اتصال آنتن به مخلوط‌کننده سیگنال (Mixer) و گیرنده تلویزیونی استفاده می‌شود در شکل۲۵ـ۴ اجزای کابل کواکسیال نشان داده شده است. مناسب‌ترین کابل کواکسیال، کابل ۷۵ اهم است. کابل‌های کواکسیال بر اساس مقدار مقاومت در برابر جریان، دسته‌بندی می‌شوند. به‌عنوان مثال کابل مورد استفاده در سیستم‌های دوربین مداربسته آنالوگ، آنتن‌های دیجیتال خانگی و تلویزیون‌ها از نوع کواکسیال ۷۵ اهم است. امپدانس بیشتر از ۷۵ اهم، تصویر را اشباع و کمتر از آن تصویر را تار می‌کند. اگر به بدنه کابل دقت کرده باشید، امپدانس و برخی اصطلاحات دیگر روی آن حک شده‌است. یکی از مزیت‌های این کابل این است که هیچ نویزی وارد آن نمی‌شود. یعنی امواج انتقالی کاملاً محافظت شده است.

انواع مختلف کابل کواکسیال وجود دارد که RG معروف‌ترین آن‌هاست. در بین RGها هم «RG۵۹» پرکاربردتر است و خصوصاً در سیستم‌های مداربسته آنالوگ بیشترین کاربرد را دارد از کانکتورهای فیش BNC برای اتصال کابل‌های کواکسیال استفاده می‌شود فیش BNC هم مانند کابل، در دو نوع ۵۰ و ۷۵ اهم تولید می‌شود (شکل ۲۶).



شکل ۲۶ـ کابل کواکسیال

۳ـ۴ـ۴ـ اتصال دهنده کابل به اجزای مدار (Fکانکتور)

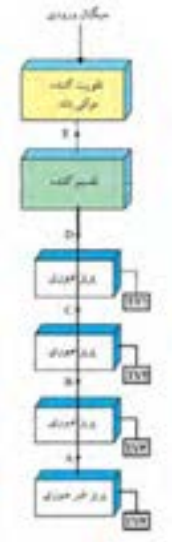
یکی از متداول‌ترین اتصالات کابل به تلویزیون و دیگر گیرنده‌ها فیش مخصوص اتصالات کابل کواکسیال است که به دو صورت فیش نری (Coaxial play) و مادگی (Coaxial jack) ساخته می‌شود. (شکل۲۷) نوع دیگر اتصال کابل با فیش مخصوص پیچی یا F - Plug است (شکل ۲۸).

شکل۲۷ـ فیش کابل کواکسیال معمولی و F کانکتور

شکل ۲۸ـ اتصال F کانکتور

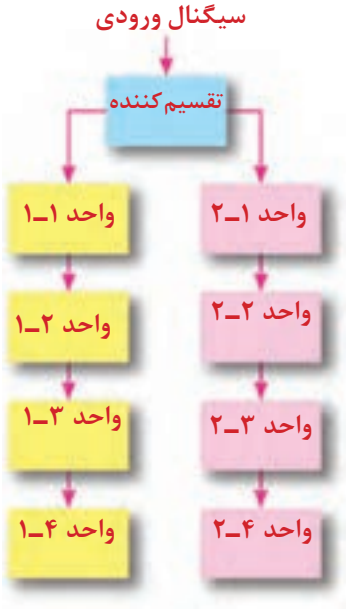
۵ـ۴ـ طراحی آنتن مرکزی

اولین گام برای طراحی آنتن مرکزی تعیین مشخصات محل مورد نظر یا ساختمان مسکونی مورد نظر است مثلاً در شکل ۲۷ ساختار آنتن مرکزی یک ساختمان ۴ طبقه تک‌واحدی(یک واحد در هر طبقه) دیده می‌شود (شکل ۲۹).



شکل۲۹ـ چیدمان قطعات آنتن مرکزی

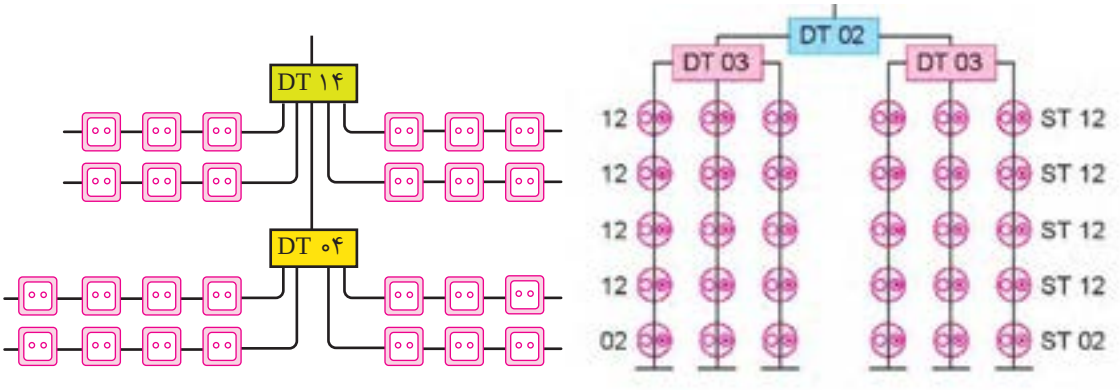
در شکل ۳۰ دیاگرام آنتن مرکزی در یک ساختمان چهار طبقه ۸ واحدی نشان داده شده است(۲ واحد در هر طبقه).



شکل ۳۰ـ مدار آنتن مرکزی در یک ساختمان ۴ طبقه

۱ـ۵ـ۴ـ آرایش سیستم

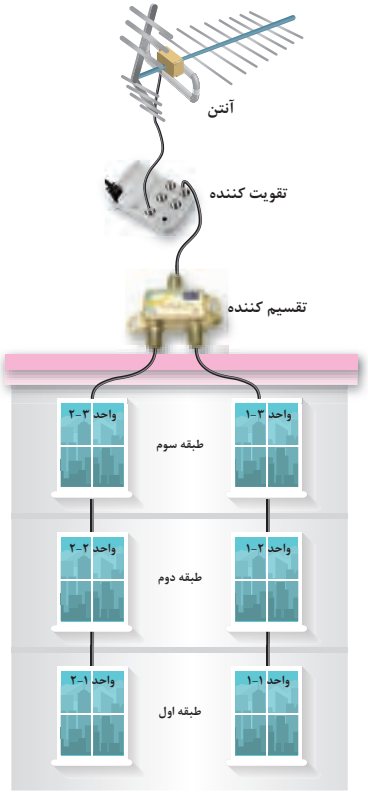
انتخاب روش (آرایش سیستم) آنتن مرکزی بستگی به شرایط توزیع واحدهای ساختمان دارد.
در شکل ۳۱ مدل‌های مختلف آرایش سیستم آنتن مرکزی ملاحظه می‌شود.



شکل ۳۱ـ آرایش آنتن مرکزی

تذکر

۱:در طراحی از مسیر کابل طولانی و مارپیچ خودداری کرده و کوتاه‌ترین مسیر را انتخاب نمایید.
۲: کابل کواکسیال در مسیر بین اجزای آنتن مرکزی نباید دارای اتصال سر به سر (طولی) باشد. چرا؟
۳: همواره هنگام نصب به کاتالوگ شرکت سازنده مراجعه و از راهنمایی‌های آن استفاده کنید.
۴: معمولاً در انشعاب‌ها مقداری افت سیگنال نیز اتفاق می‌افتد جدول ۲ـ۴ نمونه ای از مقدار حدودی این افت‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳۲ـ ساختمان ۳ طبقه (دو واحدی)

جدول ۲ـ۴ـ افت‌های تقریبی تجهیزات آنتن مرکزی

افت پریز	۱/۵dB
افت انشعابی پریز عبوری	۷dB
افت عبوری پریز عبوری	۱/۸dB
افت تقسیم‌کننده	۴dB
افت هر متر کابل کواکسیال	۰/۲dB