

آنتن و آنتن مرکزی

هدف کلی فصل

شناخت قطعات و اجزای آنتن و آنتن مرکزی و چگونگی نصب و راه اندازی آن

هدف‌های رفتاری:

هنرجو باید در پایان این فصل بتواند:

- ۱- آنتن را تعریف نموده و نحوه انتشار امواج تلویزیون را شرح دهد.
- ۲- تأثیر آنتن‌ها بر روی یکدیگر را شرح دهد.
- ۳- اجزای آنتن معمولی را نام ببرد.
- ۴- نقش هر یک از اجزای آنتن معمولی را بیان کند.
- ۵- مراحل برپا کردن آنتن را توضیح دهد.
- ۶- ضرورت استفاده از آنتن مرکزی را شرح دهد.
- ۷- اجزای خاص آنتن مرکزی را نام برده و نقش آن‌ها را مختصراً توضیح دهد.
- ۸- علائم اختصاری و نحوه نامگذاری تجهیزات آنتن مرکزی را در نقشه خوانی استفاده کند.
- ۹- مراحل طراحی آنتن مرکزی را تشریح کند.
- ۱۰- کارهای عملی مربوط به شناسایی تجهیزات، برپایی آنتن، اتصال کابل به فیش و رسم نقشه رایزر و سیم‌کشی آنتن مرکزی را انجام دهد.

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۱۶	۱۲	۴

۷- آنتن و آنتن مرکزی

۷-۱- تعریف آنتن

آنتن وسیله‌ای برای انتشار و دریافت امواج الکترومغناطیس است. این وسیله می‌تواند امواج را در فضا انتشار دهد یا آن‌ها را از فضا دریافت کند.

از مرکز فرستنده، پیام که ممکن است صوتی یا تصویری باشد، پس از پردازش، توسط آنتن و به صورت امواج الکترومغناطیس در فضا انتشار می‌یابد.

شکل ۷-۱ یک آنتن فرستنده تلویزیونی را نشان می‌دهد.

در گیرنده، امواج الکترومغناطیس موجود در فضا توسط آنتن دریافت می‌شود. در شکل ۷-۲ دو نمونه آنتن گیرنده امواج تلویزیونی نشان داده شده است.



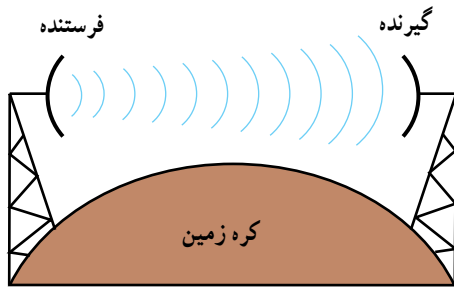
شکل ۷-۱- آنتن‌های مرکز فرستنده



شکل ۷-۲- دو نمونه آنتن گیرنده

۷-۲ - نحوه انتشار امواج تلویزیونی

امواج تلویزیونی که در باند VHF^۱ و UHF^۲ قرار دارند، به علت دارا بودن فرکانس بالا و محدوده فرکانس زیاد، به صورت فضایی^۳ پخش می‌شوند (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳ - نحوه پخش امواج فضایی

محدوده فرکانسی	باند VHF
۳۰۰ MHz تا ۳۰ MHz	

محدوده فرکانسی	باند UHF
۳۰۰۰ MHz تا ۳۰۰ MHz	



شکل ۷-۴ - دو نوع بوستر

همانطور که مشاهده می‌شود، در پخش امواج به صورت فضایی، آنتن‌ها باید در دید مستقیم یکدیگر باشند. به علت وجود عواملی نظیر ساختمان‌های بلند و سایر موانع در مسیر سیگنال ارسالی از طرف فرستنده، این سیگنال تضعیف می‌شود و لازم است گیرنده امواج دریافتی را در حد مورد نیاز تقویت کند. این عمل توسط تقویت کننده فرکانس بالای رادیویی در داخل گیرنده تلویزیونی انجام می‌گیرد.

در صورت ضرورت می‌توان از تقویت کننده خارجی که اصطلاحاً بوستر Booster نامیده می‌شود نیز استفاده کرد. از بوستر برای تقویت سیگنال دریافتی یک یا دو گیرنده استفاده می‌شود (شکل ۷-۴).

۷-۳ - نصب آنتن در مجتمع‌های مسکونی

در مجتمع‌های مسکونی چند طبقه که در هر طبقه آن تعدادی آپارتمان وجود دارد، نمی‌توان برای هر واحد آپارتمان، یک آنتن مستقل در نظر گرفت. زیرا به علت زیاد شدن تعداد آنتن‌ها، فضا برای نصب آنتن روی پشت بام وجود ندارد در ضمن آنتن‌ها نزدیک هم قرار می‌گیرند و روی هم اثر نامطلوب ایجاد می‌کنند و منظره ناخوشایندی را به وجود می‌آورند (شکل ۷-۵).



شکل ۷-۵ - یک مجتمع مسکونی با چندین آنتن در کنار هم

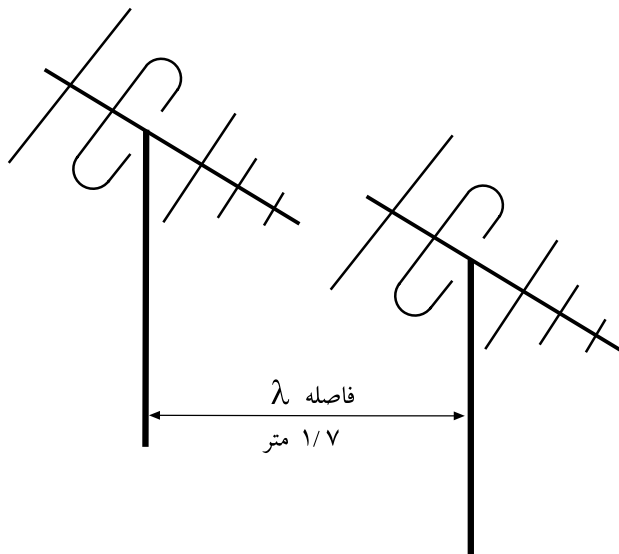
۱- VHF = Very High Frequency = فرکانس خیلی زیاد

۲- UHF = Ultra High Frequency = فرکانس فوق العاده زیاد

۳- Space Wave = موج فضایی



شکل ۷-۶- دو آنتن VHF و UHF در کنار هم



شکل ۷-۷- کمترین فاصله بین آنتن‌ها باید برابر باشد.



شکل ۷-۸- کابل هم‌محور

۷-۴- تأثیر آنتن‌ها بر روی یکدیگر

بطور کلی آنتن‌ها را نباید در نزدیکی یکدیگر قرار داد. زیرا ممکن است در اثر بادهای شدید به هم برخورد کنند. ضمن آن که آنتن‌ها از نظر الکترومغناطیسی می‌توانند روی یکدیگر اثر نامطلوب بگذارند.

کمترین فاصله بین آنتن‌ها باید برابر طول موج پایین‌ترین باند یا کانال دریافتی باشد. در شکل ۶-۷ دو آنتن برای باند VHF و UHF را در کنار هم مشاهده می‌کنید.

مثال: اگر پایین‌ترین فرکانس را در باند VHF، ۱۷۵ مگاهرتز در نظر بگیریم، طول موج و کمترین فاصله بین آنتن‌ها را محاسبه کنید.

پاسخ:	$\lambda = \frac{c}{f}$
	$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/sec}}{175 \times 10^6 \text{ Hz}} = 1.7 \text{ m}$
طول موج بر حسب متر	$\lambda =$
سرعت امواج الکترومغناطیس	$C = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$

لذا کمترین فاصله بین آنتن‌ها باید حدود ۱/۷ متر در نظر گرفته شود یعنی دکل (پایه) آنتن‌ها باید مانند شکل ۷-۷ با یکدیگر ۱/۷ متر فاصله داشته باشند. معمولاً در پشت بام یک مجتمع مسکونی فضای لازم برای نصب چندین آنتن با رعایت فاصله استاندارد وجود ندارد. برای برطرف کردن اشکال ناشی از اثر آنتن‌ها بر روی یکدیگر و سایر موارد بیان شده، از آنتن مرکزی استفاده می‌کنند.

۷-۵- معرفی اجزای آنتن معمولی

الف- کابل کواکسیال^۱: برای اتصال آنتن به آمپلی‌فایر، تقسیم‌کننده، پرز و سایر اجزای مدار، سیم رابطی مورد نیاز است. برای این سیم رابط از کابل هم‌محور یا کابل کواکسیال استفاده می‌شود (شکل ۷-۸).

۱- Coaxial cable = کابل هم‌محور

اتصال دهنده‌های کابل (فیش‌ها) به اجزای آنتن

مرکزی: برای اتصال کابل کواکسیال به اجزای مدار، از اتصال دهنده‌های مختلفی استفاده می‌کنند. یکی از انواع اتصال دهنده‌ها، اتصال دهنده فیشی کابل است که به صورت نری و مادگی ساخته می‌شود. شکل ۷-۱۱ این اتصال دهنده‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۱۱ - اتصال دهنده‌های نری و مادگی

نوع دیگر اتصال دهنده، نوع مخصوص بیچی است که در شکل ۷-۱۲ آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷-۱۲ - اتصال دهنده بیچی

اجزای کابل هم محور عبارت‌اند از :

- مغزی یا هادی داخلی که در مرکز کابل قرار دارد و جنس آن معمولاً از مس یا نقره است (شکل ۷-۹).
- دی الکتریک که سیم هادی مغزی را دربر می‌گیرد.
- هادی خارجی که به صورت سیم بافته شده است و سرتاسر کابل را می‌پوشاند. این سیم، شیلد، زره یا حفاظ نامیده می‌شود و برای حفاظت الکتریکی به کار می‌رود. هم چنین پوشش خارجی کابل که عایق است و از نظر مکانیکی کابل را محافظت می‌کند (شکل ۷-۹).



شکل ۷-۹ - اجزای تشکیل دهنده کابل کواکسیال

تصویر یک نمونه واقعی از کابل کواکسیال در شکل ۷-۱۰ نشان داده شده است.



- ۱- هادی از جنس مس
- ۲- عایق پلی اتیلن
- ۳- سیم مسی ساده و یا قلع اندود به صورت بافته شده
- ۴- غلاف پی‌وی‌سی (مشکی - خاکستری - سفید)

شکل ۷-۱۰

۱- shield = زره

در شکل ۷-۱۳ کابل متصل شده به فیش نشان داده شده

است.



شکل ۷-۱۵ - پریز عبوری



شکل ۷-۱۳ - کابل متصل به فیش

پریز غیر عبوری یا انشعابی، پریز آخر است و فقط انشعاب مورد نیاز برای یک گیرنده را تأمین می کند. شکل ۷-۱۶ یک پریز غیر عبوری را نشان می دهد. هر پریز برای محدوده فرکانس معین به کار می رود.



شکل ۷-۱۶ - پریز غیر عبوری

ب - پریز^۱ها: پریزها ابزاری هستند که سیگنال خروجی آنتن به آنها متصل می شود و سیگنال مورد نیاز گیرنده از پریز دریافت می شود. شکل ۷-۱۴ یک پریز آنتن را نشان می دهد.



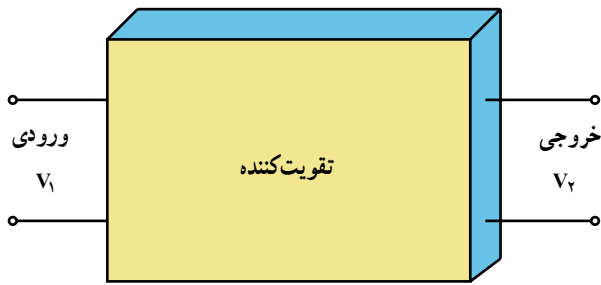
شکل ۷-۱۴ - یک پریز

ج - تقویت کننده سیگنال آنتن^۲: چون سیگنال دریافتی توسط آنتن مرکزی باید تلویزیون های زیادی را تغذیه کند، لازم است سیگنال خروجی آنتن مرکزی تقویت شود. هر تقویت کننده مشخصات فنی مخصوص خود را دارد. یکی از مشخصات

انواع پریز: پریزها به دو دسته عبوری و انشعابی (غیر عبوری) تقسیم بندی می شوند. پریز عبوری، ضمن تأمین سیگنال مورد نیاز برای یک گیرنده، سیگنال را به پریز دیگر نیز می رساند. شکل ۷-۱۵ یک پریز عبوری را نشان می دهد.

۱ - Socket = پریز

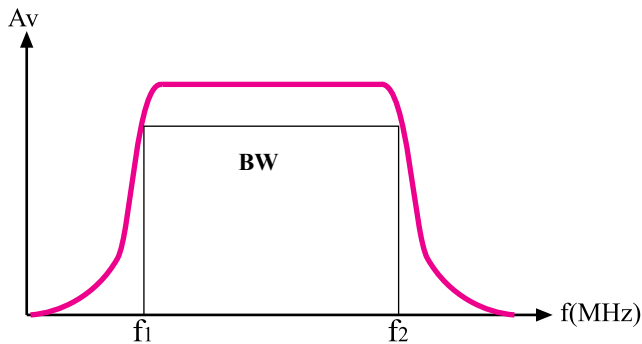
۲ - Booster = تقویت کننده آنتن



شکل ۱۷-۷. بلوک دیاگرام تقویت کننده

$$AV = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\text{dB} = 20 \cdot \log \frac{V_2}{V_1} \quad \text{رابطه (۲)}$$



شکل ۱۸-۷. منحنی پاسخ فرکانسی تقویت کننده



شکل ۱۹-۷. یک تقویت کننده مولتی باند

مهم تقویت کننده‌ها، گین یا بهره و لتاژ است.

— گین یا بهره و لتاژ تقویت کننده: می توان مدار تقویت کننده را معادل بلوک دیاگرام شکل ۱۷-۷ در نظر گرفت. اگر سیگنال ورودی تقویت کننده دارای دامنه‌ی V_1 ولت و سیگنال خروجی آن دارای دامنه‌ی V_2 ولت باشد، در این صورت بهره و لتاژ از رابطه (۱) به دست می آید. همچنین می توان بهره را بر حسب دسی بل به صورت رابطه (۲) نیز بیان کرد.

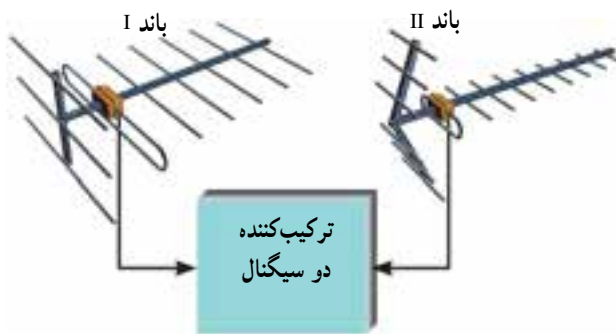
اگر سیگنال ورودی V_1 دامنه ضعیفی داشته باشد بهره بر حسب دسی بل بر میکروولت بیان می شود و اگر سیگنال قوی تر باشد بهره را بر حسب دسی بل بر میلی ولت بیان می کنند.

در صورتی که دامنه سیگنال ورودی و خروجی یک دستگاه با هم برابر باشند بهره دستگاه بر حسب دسی بل برابر صفر می شود و در این حالت عمل تقویت صورت نمی گیرد.

— پهنای باند تقویت کننده: مشخصه مهم دیگر تقویت کننده محدوده فرکانس کار آن است. هر تقویت کننده طبق شکل ۱۸-۷ باید بتواند در فاصله فرکانسی معینی، تقویت را به درستی انجام دهد. در این حالت گین یا بهره با توجه به طراحی مدار قابل تعیین است. محدوده فرکانسی تقویت کننده را اصطلاحاً پهنای باند می گویند.

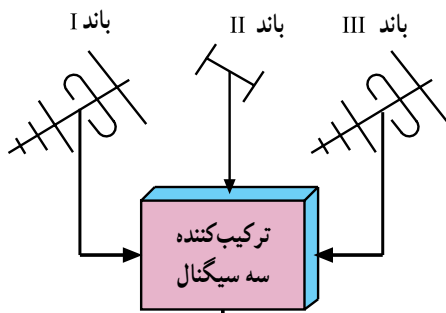
تقویت کننده مولتی باند یا باند وسیع تقویت کننده ای است که می تواند فرکانس های باند VHF و UHF را تقویت کند.

شکل ۱۹-۷ یک تقویت کننده مولتی باند را نشان می دهد. این تقویت کننده می تواند باند وسیعی از فرکانس ورودی را تقویت کند.



در تقویت کننده‌های جدید، معمولاً گین مدار توسط یک پتانسیومتر قابل تنظیم است.

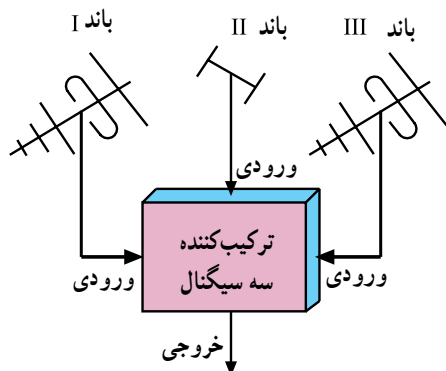
شکل ۷-۲۰ ترکیب کننده دو سیگنال



شکل ۷-۲۱ ترکیب کننده سه سیگنال



شکل ۷-۲۲ ترکیب کننده دو ورودی و چهار ورودی



شکل ۷-۲۳ بلوک دیاگرام یک ترکیب کننده سه سیگنال

— ترکیب کننده^۱ سیگنال‌ها: گاهی لازم است

سیگنال‌های کانال‌ها یا باندهای مختلف را با هم ترکیب کنیم.

طبق شکل‌های ۷-۲۰ و ۷-۲۱ از یک مدار ترکیب کننده

استفاده می‌کنیم.

توجه: کلیدی قطعات و دستگاه‌های معرفی شده در این مبحث، از قطعات متداول و موجود در بازار است. به سادگی می‌توانید آن‌ها را تهیه کنید و مورد استفاده قرار دهید.

— ترکیب کننده دو سیگنال: ترکیب کننده دو سیگنال را

دی پلکسر^۲ می‌نامند. مثلاً برای ترکیب سیگنالی از باند I با سیگنال

دیگری از باند III، از یک دی پلکسر استفاده می‌کنیم.

هنگام استفاده از ترکیب کننده باید به مشخصات فنی آن

توجه کنید.

شکل ۷-۲۲ شکل ظاهری ترکیب کننده با دو ورودی یا

چهار ورودی را نشان می‌دهد.

— ترکیب کننده سه سیگنال: گاهی ممکن است بخواهیم

برنامه‌ای از باند III و برنامه دیگری از باند I و صدای رادیو FM

را از باند II دریافت کنیم، در این صورت به یک ترکیب کننده سه

سیگنال نیاز داریم (شکل ۷-۲۳).

در شکل ۷-۲۴ شکل ظاهری چند نمونه ترکیب کننده را

مشاهده می‌کنید.

۱- Mixer = مخلوط کننده

۲- diplexer = انتقال دهنده دو پیام در آن واحد در یک جهت



شکل ۲۴-۷ - چند نمونه ترکیب کننده

پایه آن به بست و گیره نیاز است. معمولاً هر سازنده آنتن، بست و گیره مخصوص آنتن مورد نظر خود را تولید و همراه با آنتن به بازار عرضه می کند. شکل ۲۵-۷ چند نوع بست و گیره را نشان می دهد.

۶-۷- مراحل برپا کردن آنتن معمولی
 برای نصب آنتن ها علاوه بر تقسیم کننده ها و پریزها به اجزاء و قطعات دیگری نیز نیاز است که در زیر به آن ها اشاره شده است.
الف- بست ها و گیره های آنتن: برای نصب آنتن روی



ب



الف

شکل ۲۵-۷ - چند نوع بست و گیره

گیره نگهدارنده = Clamp - ۱

می‌دهد. در شکل ۷-۲۸ آنتن را که به لوله اتصال دارد، مشاهده کنید.



شکل ۷-۲۸- آنتن و لوله‌های آن

این لوله‌ها به دلیل داشتن درز به لوله‌های درزجوش مشهور هستند.

۷-۷- ضرورت استفاده از سیستم آنتن مرکزی

از آنجا که در هر پریز مقداری تلفات وجود دارد (در هر پریز با توجه به نوع و کشور سازنده آن مقداری از سیگنال افت پیدا می‌کند) اگر تعداد واحدهای مسکونی زیاد باشد و بخواهیم از هر واحد مسکونی یک کابل اختصاصی به پشت بام انتقال دهیم و کابل‌ها نیز به‌طور مستقیم به پشت بام بروند، لازم است فضای قابل توجهی از ساختمان به مسیر عبور کابل‌ها اختصاص داده شود. هم‌چنین به تعداد واحدهای مسکونی باید در پشت بام آنتن تلویزیون نصب کنیم. برای مثال، برای یک برج مسکونی که دارای ۱۵۰ واحد مسکونی است، باید ۱۵۰ آنتن تلویزیون در پشت بام قرار داده شود. بدیهی است که انجام این کار با توجه به فضای محدود پشت بام و نیز به لحاظ اقتصادی و ظاهری (مسئله زیبایی) به صلاح نمی‌باشد و در مواردی اصولاً امکانپذیر نیست. برای رفع این مشکل از سیستم آنتن مرکزی استفاده می‌شود.

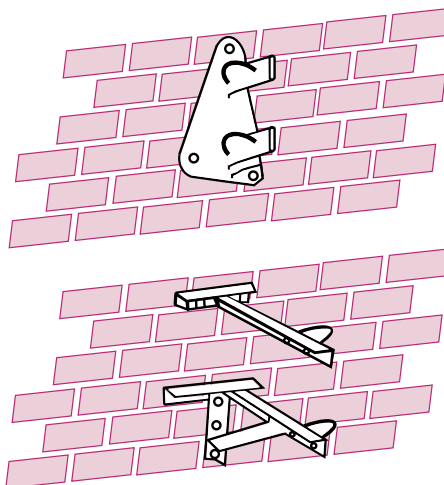
مزایای استفاده از آنتن مرکزی

– جلوگیری از تداخل، انعکاس و تضعیف امواج

تلویزیونی؛

بست ممکن است دیواری باشد. شکل ۷-۲۶ چند نوع

بست دیواری را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۲۶- چند نوع بست دیواری

ب- لوله‌های درزجوش^۱: لوله‌ها به عنوان پایه نگهدارنده

آنتن به کار می‌روند.

شکل ۷-۲۷ لوله نگهدارنده پایه آنتن را نشان



شکل ۷-۲۷- لوله‌های آنتن

۱ - Welded Tubes = لوله‌های جوشکاری شده

تقسیم کننده‌ها در انواع مختلف ساخته می‌شوند.

تقسیم کننده عبوری^۱:

— تقسیم کننده عبوری یک راهه: این تقسیم کننده برای

اتصال به گیرنده و دریافت یک انشعاب به کار می‌رود. شکل ۷-۳۱

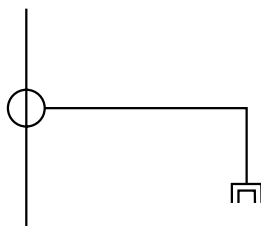
تقسیم کننده عبوری یک راهه را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده

می‌شود این تقسیم کننده، یک ورودی و دو خروجی دارد.



شکل ۷-۳۱ — تقسیم کننده عبوری یک راهه

توجه داشته باشید که مسیر عبوری در تقسیم کننده‌ها، جزء انشعاب‌ها و راه‌ها محسوب نمی‌شود. مثلاً تقسیم کننده عبوری یک راهه دارای یک مسیر عبوری و یک انشعاب است.



^۱ Tap off = تقسیم کننده عبوری



شکل ۷-۲۹ — یک مجتمع مسکونی با چندین آنتن در کنار هم

— کم کردن طول کابل کواکسیال؛

— جلوگیری از آسیب رسیدن به آنتن‌ها در اثر باد، طوفان،

برف و ...؛

— جلوگیری از مزاحمت‌های برق شهر و وسایل الکتریکی

در سیستم‌های با آنتن مجزا؛

— استفاده بهینه از آنتن؛

— کیفیت مطلوب‌تر صدا و سیما در همه طبقات به طور یکسان

— حذف آنتن‌های اضافی و حفظ زیبایی نمای ظاهری ساختمان.

یک یا دو آنتن به عنوان آنتن مرکزی قادر هستند تعداد

زیادی گیرنده تلویزیونی را تغذیه کنند.

۸-۷ — معرفی اجزای خاص آنتن مرکزی

الف — تقسیم کننده: تقسیم کننده مداری است که ضمن

تطبیق امپدانس، سیگنال ورودی را بین یک یا چند گیرنده تقسیم

می‌کند. شکل ۷-۳۰ نقشه بلوکی تقسیم کننده را نشان می‌دهد.

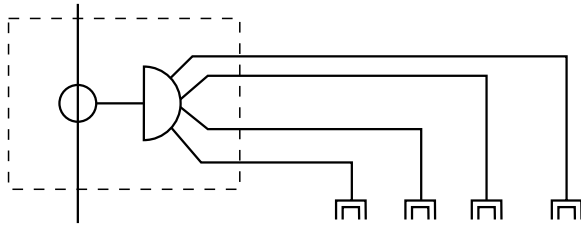


شکل ۷-۳۰ — نقشه بلوکی تقسیم کننده

تقسیم کننده را نشان می دهد.



شکل ۳۴-۷ - تقسیم کننده عبوری چهار راهه



شکل ۳۵-۷

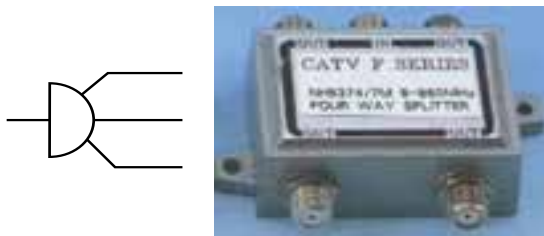
تقسیم کننده غیر عبوری^۱

تقسیم کننده های بدون راه عبوری: این تقسیم کننده ها

راه عبوری ندارند و برای پریزهای آخر به کار می روند و به صورت دو راهه، سه راهه و چهار راهه و یا بیشتر ساخته می شوند. شکل های ۳۶-۷ و ۳۷-۷ انواع این تقسیم کننده را نشان می دهد.



شکل ۳۶-۷ - تقسیم کننده بدون راه عبوری



شکل ۳۷-۷ - تقسیم کننده بدون راه عبوری

تقسیم کننده عبوری دو راهه: این تقسیم کننده دارای

دو انشعاب مستقل و یک مسیر عبوری برای سایر پریزها است. شکل ۳۲-۷ تقسیم کننده با عبوری دو راهه را نشان می دهد.



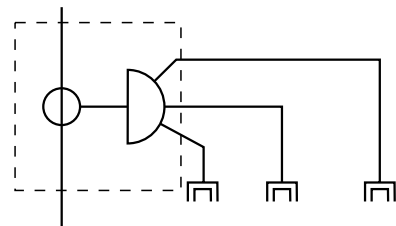
شکل ۳۲-۷ - تقسیم کننده عبوری دو راهه

تقسیم کننده عبوری سه راهه: از این تقسیم کننده برای

دریافت سه انشعاب و یک راه عبوری برای سایر پریزها استفاده می کنند. شکل ۳۳-۷ این تقسیم کننده را نشان می دهد.



الف



ب

شکل ۳۳-۷ - تقسیم کننده عبوری سه راهه

تقسیم کننده عبوری چهار راهه: این تقسیم کننده دارای






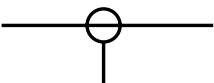

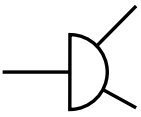

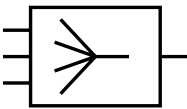

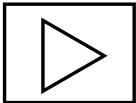

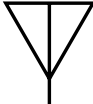

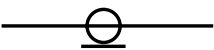
چهار انشعاب و یک راه عبوری است. شکل ۳۵-۷ این



شکل ۷-۳۸

— مشخصات تقسیم کننده‌ها: تقسیم کننده‌ها با راه عبوری و غیرعبوری دارای مشخصاتی هستند که مهم ترین آن‌ها محدوده فرکانس، افت انشعاب، افت عبوری و امپدانس است.
 شکل ۷-۳۸ اجزای مختلف یک سیستم آنتن را که در یک منزل مسکونی برپا شده است را نشان می‌دهد.

۷-۹ — علائم اختصاری و نحوه نامگذاری تجهیزات

شکل ظاهری	حرف اختصاری	نماد فنی (علامت اختصاری)	نام قطعه	
	S		(عبوری)	پریز آنتن
			(غیرعبوری)	
	D		(عبوری) tap off	تقسیم کننده
			(غیرعبوری) Splitter	
	M		ترکیب کننده Mixer	
	A		تقویت کننده Amplifier	
	Ant.		آنتن Antenna	
	W		کابل کوکسیال Coaxial cable	

۱-۷-۱-۰ مراحل طراحی آنتن مرکزی

از آنجایی که محاسبات طراحی آنتن مرکزی از اهداف این کتاب نیست، لذا در اینجا فقط به مراحل طراحی آنتن مرکزی به اختصار اشاره شده است.

۱- انتخاب آنتن

۲- تعیین مشخصات محل مورد نظر

۳- انتخاب روش با توجه به مسیر سیم کشی

۴- انتخاب تعداد و نوع تقسیم کننده‌ها

۵- انتخاب تعداد و نوع پریزها

۶- محاسبه ضریب تقویت کننده

افراد علاقه‌مند می‌توانند برای کسب اطلاعات بیشتر به منابع و مراجع مرتبط که در انتهای کتاب آمده است مراجعه کنند.

در زیر به اختصار با چگونگی تعیین تجهیزات آنتن مرکزی یک ساختمان مسکونی آشنا می‌شوید.

— تعیین مشخصات محل: اولین گام برای طراحی، تعیین

مشخصات محل مورد نظر است.

در این مرحله به عنوان مثال می‌خواهیم یک سیستم آنتن مرکزی را برای ساختمانی با ۸ واحد مسکونی طراحی کنیم. این ساختمان در دو طبقه احداث شده و هر طبقه دارای ۴ واحد مسکونی است.

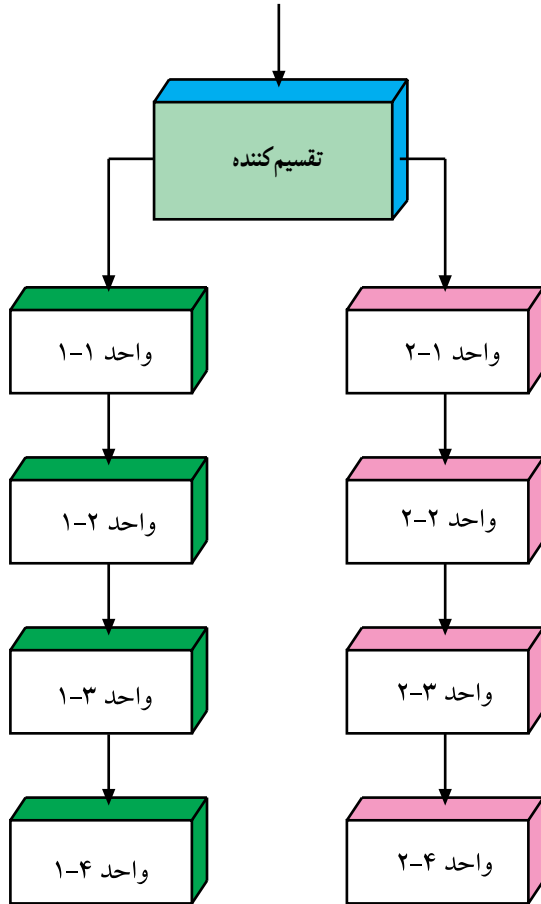
— انتخاب روش: طراحی آنتن مرکزی روش‌های

متفاوتی دارد که نمونه‌ای از آن در شکل ۷-۳۹ نشان داده شده است. این روش را روش انشعابی یا شاخه‌ای می‌نامند. در این شکل سیستم آنتن مرکزی برای ساختمان دو طبقه را مشاهده می‌کنید.

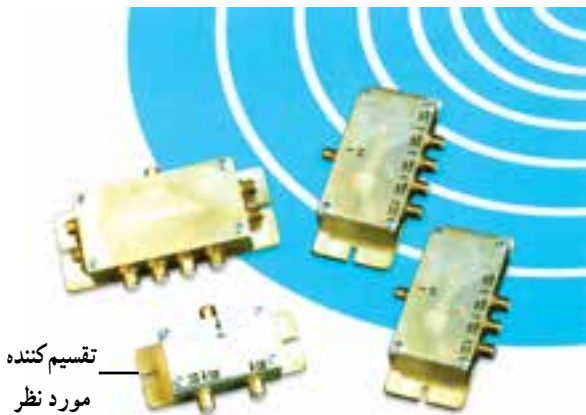
— انتخاب تعداد تقسیم کننده‌ها: چون این مجتمع دارای

دو طبقه است و در نمودار شاخه‌ای آن فقط در اولین مرحله دو انشعاب وجود دارد تنها یک عدد تقسیم کننده که دارای دو انشعاب باشد مورد نیاز است. برای این منظور باید تقسیم کننده‌ای را انتخاب کنیم (شکل ۷-۴۰).

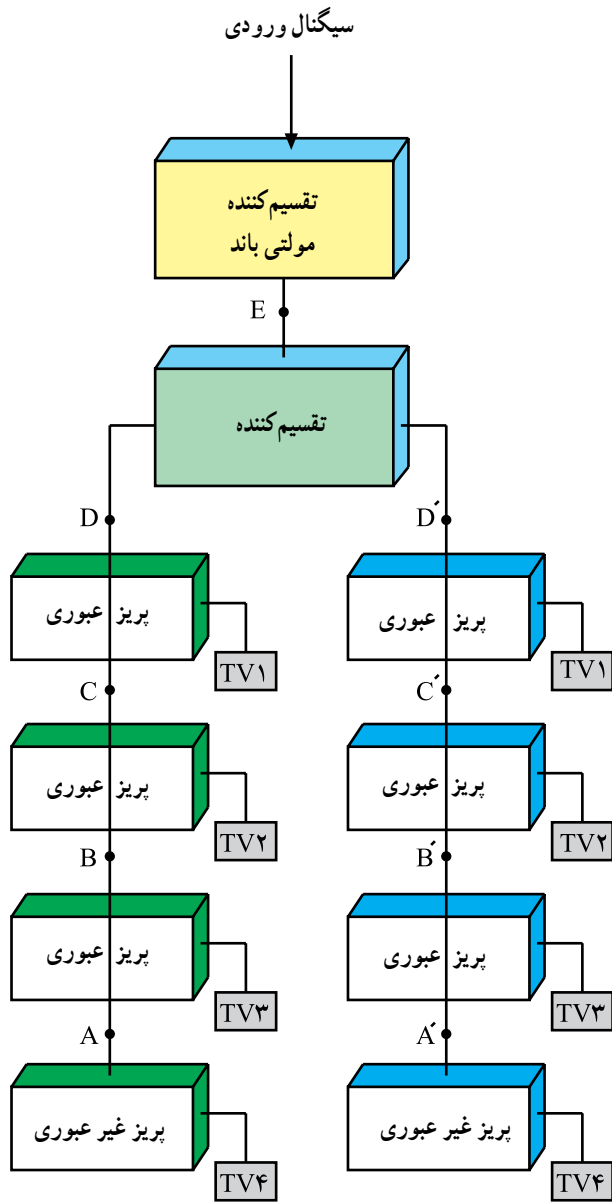
سیگنال ورودی



شکل ۷-۳۹- نمودار شاخه‌ای سیستم آنتن مرکزی برای یک ساختمان دو طبقه



شکل ۷-۴۰- تقسیم کننده و مشخصات آن



شکل ۷-۴۲

A گین در نقطه	$1/5 \text{ dB}$
B گین در نقطه	$7 \cdot 1/5 = 8/5 \text{ dB}$
C گین در نقطه	$8/5 \cdot 1/8 = 10/3 \text{ dB}$
D گین در نقطه	$10/3 \cdot 1/8 = 12/1 \text{ dB}$
E گین در نقطه	$12/1 \cdot 4 = 16/1 \text{ dB}$

— انتخاب تعداد پریزها: در طبقه اول برای هر واحد به یک عدد پریز نیاز داریم، پریز واحد های ۱-۱ و ۱-۲ و ۱-۳ و پریز عبوری و پریز واحد ۱-۴ از نوع پریز غیر عبوری است. شکل ۷-۴۱ نوعی پریز غیر عبوری را نشان می دهد. طبقه دوم نیز به همین تعداد پریز نیاز دارد در نتیجه جمعاً ۶ پریز عبوری و دو پریز غیر عبوری مورد نیاز است.



شکل ۷-۴۱ نوعی پریز غیر عبوری

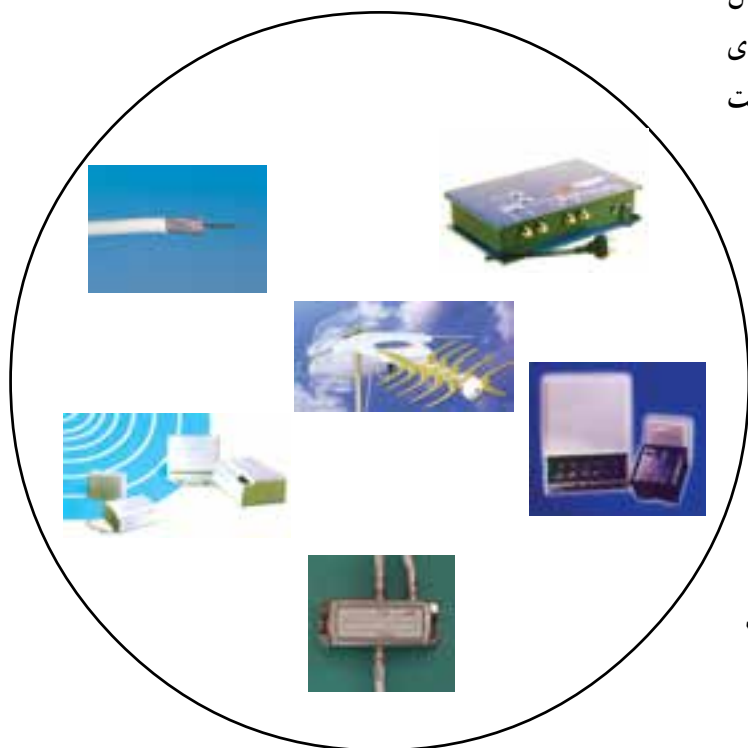
— محاسبه گین تقویت کننده: برای تعیین تقریبی گین تقویت کننده یک سیستم آنتن مرکزی مانند شکل ۷-۴۲ باید به افت های مربوط به تجهیزات به کار رفته توجه کرد. مقدار گین از حاصل جمع افت های سیستم در مسیرهای مختلف به دست می آید.

جدول زیر افت های تقریبی مربوط به هر یک از تجهیزات آنتن مرکزی را نشان می دهد.

افت پریز غیر عبوری	$1/5 \text{ dB}$
افت انشعابی پریز عبوری	7 dB
افت عبوری پریز عبوری	$1/8 \text{ dB}$
افت تقسیم کننده	4 dB
افت هر متر کابل کواکسیال	$0/2 \text{ dB}$

کار عملی شماره ۱

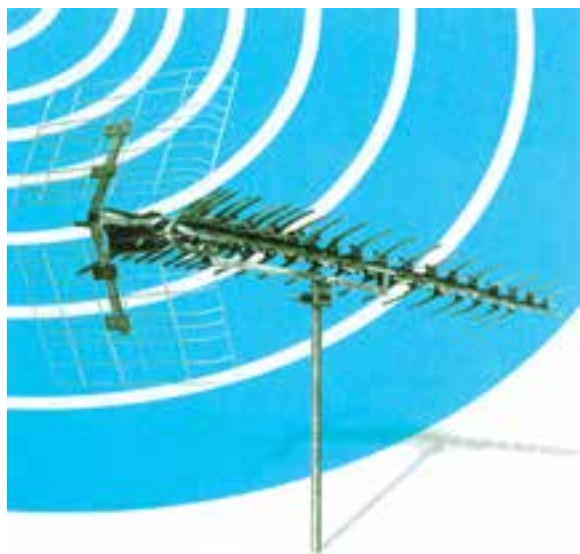
الف - هریک از قطعات مربوط به آنتن را که در شکل ۷-۴۳ مشاهده می‌کنید باز نموده و پس از آشنایی با ترمینال‌های ورودی و یا خروجی آنها مشخصات هریک را در جدول زیر ثبت کنید.



شکل ۷-۴۳

نام قطعه	پایه‌های ورودی - خروجی	رسم شکل ظاهری قطعه	سایر مشخصات روی قطعه

ب- با توجه به تصاویر شکل های ۷-۴۴ و ۷-۴۵ آنتن های VHF و UHF را مونتاژ نموده و برپا کنید.



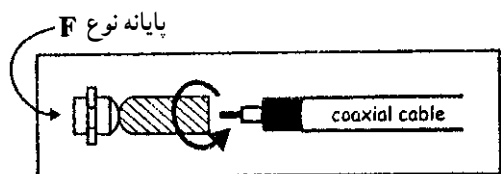
شکل ۷-۴۵ - آنتن UHF برپا شده



شکل ۷-۴۴ - آنتن VHF برپا شده



الف - فیش نوع معمولی آنتن



ب - فیش نوع F آنتن

شکل ۷-۴۷

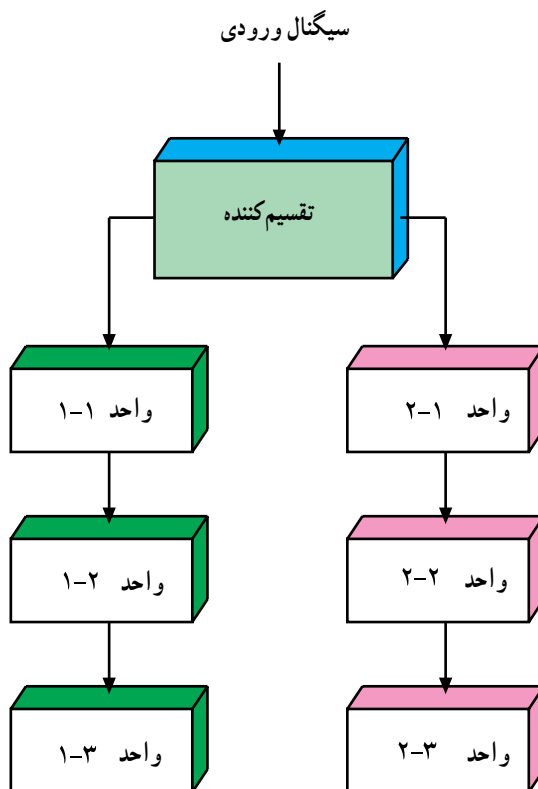
کار عملی شماره ۲

ابتدا ۵/۰ متر کابل کوکسیال را دریافت نموده و مطابق شکل ۷-۴۶ روکش برداری نمایید و سپس در دو سر آن مشابه شکل ۷-۴۷ فیش های آنتن را وصل کنید.



شکل ۷-۴۶

ابتدا نقشه رایزر دیاگرام شکل ۷-۴۸ را رسم نموده و سپس با دریافت تجهیزات مورد نیاز قطعات را روی تابلو نصب نموده و سیم کشی کنید.



شکل ۷-۴۸

مطالعه آزاد

این بخش مجموعه‌ای از اطلاعات علمی و کاربردی است که در حد آشنایی با سیستم‌های ایمنی و حفاظتی که امروزه به وفور در مراکز صنعتی، منازل، ادارات و اماکن عمومی می‌باشد. این سیستم‌ها جهت رفاه و آسایش بیش‌تر و برقراری ایمنی و حفاظت بالاتر در جهت حفظ جان و اموال به کار برده می‌شود.

۱- دوربین مدار بسته

امروزه در مراکز صنعتی و اداری جهت نظارت بر محیط فیزیکی و نظارت بر کار کارکنان یا کارگران در جهت کنترل و مدیریت بهتر و کارآمدتر از سیستم‌های تلویزیونی مدار بسته (CCTV) (Closed Circuit TV) استفاده می‌شود. در محل‌هایی مانند بانک‌ها، ادارات، دانشگاه‌ها، کارخانجات، فروشگاه‌های بزرگ و در کنترل ترافیک خیابان‌ها و چهارراه‌ها و حتی در صورت لزوم در منازل مسکونی این سیستم‌ها را می‌توان نصب و مورد استفاده قرار داد. برای اجرای این سیستم‌ها ابتدا دوربین را در محل مناسب نصب و سپس ولتاژ تغذیه‌ای که معمولاً ۲۲۰ ولت متناوب یا ۱۲ ولت DC می‌باشد به دوربین وصل می‌کنند. تصویربرداری توسط دوربین انجام می‌شود و تصویر گرفته شده توسط کابل کواکسیال برای نمایش و پخش به مانیتور یا تلویزیون انتقال داده می‌شود. تصویر چند نوع دوربین را در زیر می‌بینید.



دوربین مینی (mini)



دوربین صنعتی و نیمه‌صنعتی



دوربین‌های سقفی (dom)



دوربین‌های دید در شب

در سیستم‌های تلویزیونی مدار بسته تجهیزات زیر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد :

◀ قاب دوربین (Camera Housing): دوربین‌ها را برای حفاظت در برابر عوامل جوی و مکانیکی در داخل یک محفظه قرار می‌دهند که اصطلاحاً به این محفظه‌ها قاب یا کاور گفته می‌شود.



◀ **پایه دوربین (Bracket):** دوربین بعد از قرار داده شدن داخل کاور روی پایه نصب می‌شود. در پایه‌های قابل حرکت امکان حرکت دادن دوربین در جهات مختلف توسط موتوری که روی پایه نصب شده وجود دارد.



پایه مفصلی

◀ **انتخاب کننده (Switcher):** با توجه به محدود بودن تعداد ورودی‌های ویدیویی تلویزیون و یا مانیتور اگر تعداد دوربین‌های نصب شده در یک سیستم زیاد باشد برای مشاهده تصویر دوربین‌ها به صورت یکی پس از دیگری از دستگاهی به نام انتخاب کننده استفاده می‌شود.



◀ **کواد (QUAD):** این وسیله با تقسیم صفحه تلویزیون به چهار قسمت امکان نشان دادن تصویر چهار دوربین را یک جا بر روی صفحه تلویزیون بوجود می‌آورد.



◀ **ضبط کننده (RECORDER):** برای ضبط تصاویر گرفته شده از دوربین از دو نوع ضبط کننده ویدیویی کاست و ضبط کننده دیجیتالی استفاده می‌شود.



ویدیوکاست



ضبط کننده دیجیتالی

◀ **کنترل کننده (Controller):** به وسیله یک کنترل کننده می‌توان دوربین سقفی متحرک (speed dom) و یا پایه متحرک دوربین‌ها را کنترل نمود.

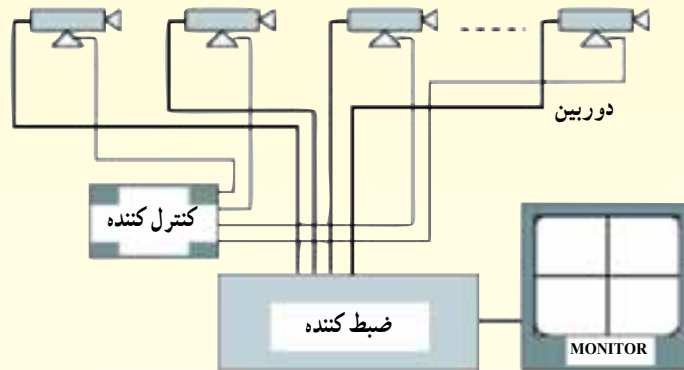


◀ **کارت ضبط تصویر (dvr card):** کارت‌های تصویری روی برد اصلی کامپیوتر وصل می‌شوند. از طریق این کارت می‌توان تصاویر را دریافت نموده و روی حافظه کامپیوتر ذخیره کرد. همچنین با نرم افزار مربوطه می‌توان دوربین‌ها و پایه‌های قابل تنظیم را نیز روی کامپیوتر کنترل نمود.



کارت ضبط تصویر

در شکل زیر نقشه کلی اتصالات چهار دوربین به ضبط کننده و کنترل کننده را می بینید.



۲- درب بازکن اتوماتیک

درب بازکن های اتوماتیک جهت رفاه پیش تر و همچنین با اهداف حفاظتی و امنیتی بر روی انواع گوناگون درب ها مانند درب گاراژ، درب حیاط، درب ورودی ساختمان نصب و مورد استفاده قرار می گیرد. بعد از نصب این سیستم ها می توان تنها با فشار دادن شستی روی یک ریموت کنترل از فاصله مناسب درب را باز و بسته کرد و یا با نصب سنسورهای خاصی هنگام عبور و مرور درب را به طور اتوماتیک باز و بسته کرد. انواع مختلف درب هایی که این سیستم ها را می توان روی آن نصب کرد به قرار زیر است :



درب های کشویی (ریلی)



درب های یک تکه چرخان



درب های لولایی



درب های بالارونده چند تکه



درب های کرکره ای

برای باز و بسته کردن انواع مختلف درب‌ها سیستم‌هایی با مکانیسم‌های متفاوت طراحی شده است ولی اکثر سیستم‌ها از نوع الکترومکانیکی می‌باشند. در این سیستم‌ها از موتورهای تک‌فاز استفاده می‌شود. این موتور به یک جعبه دنده وصل می‌گردد تا نیروی مکانیکی لازم برای باز کردن درب را تأمین کند. در زیر تصاویر مربوط به موتور الکتریکی و جعبه دنده سیستم‌های الکترومکانیکی انواع درب‌ها نشان داده شده است.



دو نوع سیستم درب بازکن اتوماتیک کرکره‌ای



دو نوع سیستم درب بازکن اتوماتیک درب یک تکه چرخان



دو نمونه از سیستم‌های درب بازکن اتوماتیک درب‌های بالارونده چند تکه



دو نوع سیستم درب بازکن اتوماتیک درب‌های لولایی

سایر قسمت‌های اصلی یک سیستم درب بازکن اتوماتیک با مکانیسم الکترومکانیکی به صورت زیر است :

◀ برد الکترونیکی: بر روی این برد ترمنال‌های اتصال و امکان تنظیمات مختلف برای زمان حرکت درب و نحوه عمل عناصر حفاظتی وجود دارد.



◀ **تجهیزات ایمنی:** برای این که از آسیب رسیدن به افراد و وسایل نقلیه هنگام حرکت درب جلوگیری شود باید از تجهیزاتی استفاده نمود که هم حرکت درب را اعلام کند و هم در صورت عبور فرد یا وسیله‌ای هنگام حرکت درب آن را به نحو مناسب متوقف نماید یا باز کند. معمولاً برای این منظور از سنسورهای مادون قرمز و لامپ‌های چشمک‌زن استفاده می‌شود.



لامپ چشمک‌زن



سنسور مادون قرمز

◀ **شستی‌های کنترل دستی:** این شستی‌ها عبارت‌اند از یک شستی باز و یک شستی بسته که جهت حرکت درب برای باز و بسته شدن و یا توقف آن در صورت نبود ریموت کنترل استفاده می‌شوند.



◀ **ریموت کنترل:** برای کنترل از راه دور سیستم درب‌بازکن اتوماتیک معمولاً از یک فرستنده رادیویی کوچک دستی استفاده می‌شود که به آن ریموت کنترل می‌گویند.



۳- اعلام سرقت

جهت کنترل و حفاظت در برابر ورود غیرمجاز به ساختمان و اطلاع دادن به نگهبان و به صدا درآوردن آژیر خطر در صورت بروز سرقت در مواقع تعطیلی و عدم فعالیت در اماکن و ساختمان‌ها سیستم‌هایی نصب می‌گردد که قادرند حرکت انسان را توسط سنسورهای تشخیص داده و با گزارش دادن آن به یک مرکز کنترل الکترونیکی باعث به صدا درآمدن آژیرها و تلفن زدن به افراد یا محل‌های ازبیش تعیین شده شوند. تجهیزات اصلی که در این سیستم‌ها مورد

استفاده قرار می گیرند به شرح زیر می باشند :

◀ آشکارساز حرکتی مادون قرمز (PIR)(Passive Infra Red detector): این آشکارساز، در سیستم های اعلام سرقت برای تشخیص حرکت در یک منطقه مشخص که تحت پوشش دید آشکارساز قرار دارد سنسور مادون قرمز مورد استفاده قرار می گیرد.



◀ آشکارسازهای شکستن شیشه: برای تشخیص شکستن شیشه در هنگام سرقت از آشکارسازهای خاصی استفاده می شود که روی شیشه نصب می شوند.



◀ آژیرها: آژیرهایی که در سیستم اعلام سرقت استفاده می شود از نظر محل نصب شامل آژیر داخلی (indoor) و بلندگوی بیرونی (out door) است. بلندگوی بیرونی برای حفاظت در برابر عوامل جوی داخل قاب فلزی قرار می گیرد.



آژیر داخلی

بلندگوی بیرونی

قاب بلندگو

◀ تلفن کننده خودکار: برای این که بتوان هنگام بروز سرقت به محل ها یا افراد خاصی اطلاع داد معمولاً سیستم های اعلام سرقت مجهز به یک دستگاه تلفن کننده خودکار هستند.



◀ باتری‌های اضطراری: برای مواقع قطعی برق جهت ادامه کار سیستم از باتری‌های اضطراری که در داخل تابلوی اصلی قرار می‌گیرند استفاده می‌گردد.



◀ تابلوی کنترل مرکزی: تمامی تجهیزات ذکر شده در فوق به این تابلو الکترونیکی وصل می‌شوند. در بعضی از این تابلوها مدار کنترل از راه دور و تلفن کننده در داخل تابلوی مرکزی وجود دارند.



۴- برق اضطراری

برخی از سیستم‌های حساس و مهم در منازل و اماکن عمومی یا در ادارات و کارخانه‌ها باید هنگام قطع برق شهر به طریقی از یک منبع تغذیه دیگر استفاده کنند و به کار خود ادامه دهند. منابع تغذیه‌ای که وظیفه تأمین برق را در هنگام قطع برق شبکه به عهده دارند. منابع تغذیه اضطراری نامیده می‌شوند. این منابع بسته به سیستم مورد تغذیه خصوصیات متفاوتی دارند. برخی از منابع برق اضطراری که از باتری برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند فقط قادرند برای مدت محدودی مصرف سیستم مورد تغذیه برق را تأمین نمایند ولی برخی دیگر قادرند به مدت نامحدودی تا زمان وصل شدن مجدد برق شهر برق اضطراری را تأمین نمایند. در ادامه نمونه‌هایی از منابع تغذیه اضطراری و محل مورد استفاده آن‌ها ذکر می‌گردد.

برق اضطراری سیستم‌های ایمنی و حفاظتی: در سیستم‌های ایمنی و حفاظتی نظیر سیستم اعلام حریق، سیستم تلویزیون مدار بسته یا سیستم اعلام سرقت باتری‌های اضطراری جزو ضروریات سیستم می‌باشد. در این سیستم‌ها باتری‌های خشک را برای برق اضطراری در نظر می‌گیرند. این نوع باتری‌ها نیاز به نگهداری ندارند.



باتری خشک

برق اضطراری برای کامپیوترها: برای کامپیوترها و سایر دستگاه‌هایی که در صورت قطع برق امکان از دست رفتن اطلاعات در آن‌ها وجود دارد یا برای مواردی مانند تجهیزات اتاق عمل که نیاز به اعمال برق اضطراری بدون تأخیر به سیستم می‌باشد از منابع تغذیه اضطراری بدون تأخیر (UPS) (Uninterruptible Power Systems) استفاده می‌گردد. در UPS ها برق باتری‌ها به ولتاژ 220V AC تبدیل می‌گردد و در صورت قطع برق شهر در اختیار سیستم قرار می‌گیرد. یک نمونه UPS را به همراه کابینت باتری در زیر می‌بینید.



برق اضطراری برای منازل و اماکن بزرگ: در منازل و در مکان‌های عمومی مانند فروشگاه‌ها، هتل‌ها، بیمارستان‌ها و یا در قسمت‌هایی از ادارات و کارخانجات که نیاز به برق اضطراری دارند به دلیل بالا بودن مصرف نمی‌توان از باتری استفاده کرد. در این گونه موارد باید توسط یک مولد، برق اضطراری را تأمین کنیم. برای به گردش درآوردن این مولدها از موتورهای مکانیکی استفاده می‌شود. چند نمونه از این ژنراتورها را در زیر می‌بینید.



برق اضطراری آسانسور: برای این که در هنگام قطع برق شبکه بتوان آسانسور را به نزدیک ترین طبقه هدایت کرد و درب را برای خروج مسافر باز نمود از این سیستم ها استفاده می شود. وجود سیستم برق اضطراری برای آسانسور باعث می شود که عملیات نجات به طور اتوماتیک هنگام قطع برق شهر انجام گیرد و مسافر را از نگرانی برهاند. در این سیستم ها نیز باتری های خشک را برای برق اضطراری در نظر می گیرند.



تابلو اصلی برق اضطراری آسانسور

تأمین روشنایی اضطراری: برخی مواقع فقط می خواهیم از برق اضطراری برای تأمین روشنایی استفاده کنیم. در محوطه بیرونی ساختمان یا در راهروهای عمومی هتل ها و خوابگاه ها و یا راه پله آپارتمان ها می توان از این نوع سیستم روشنایی به طور موقت و در صورت ضرورت و تا زمان برقراری برق ژنراتور اضطراری استفاده کرد. یک نمونه از چراغ های روشنایی را در زیر می بینید.

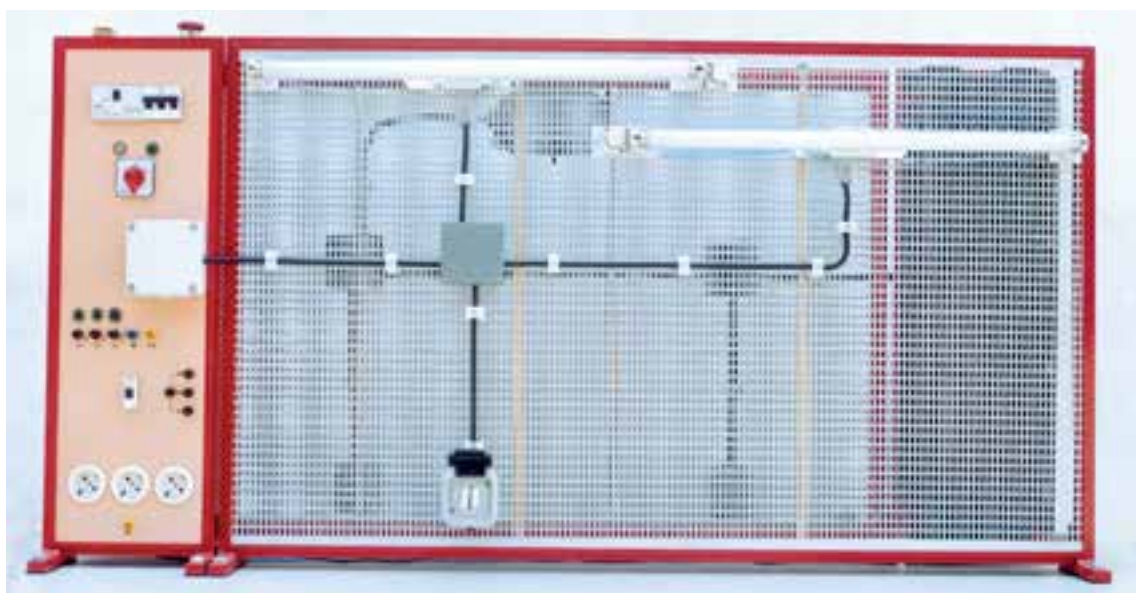


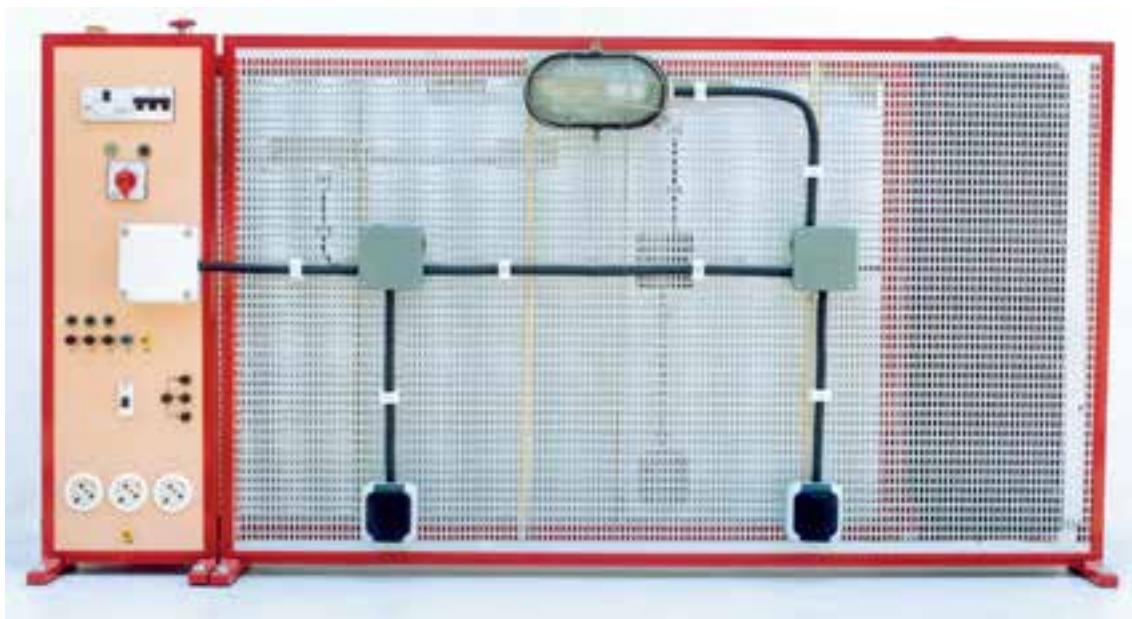
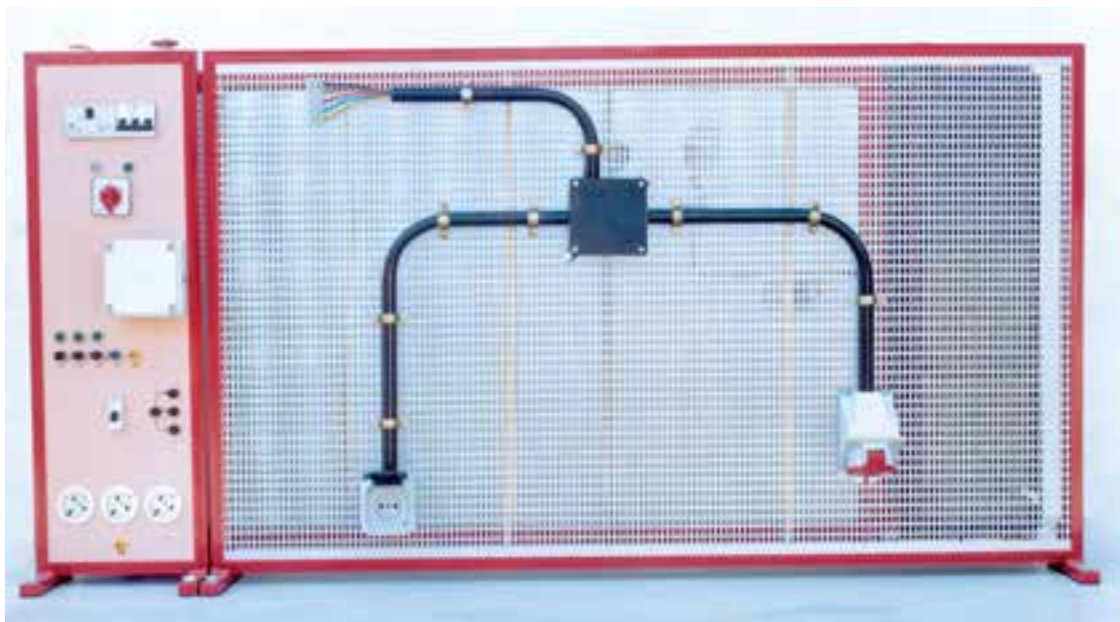
توجه: در مورد سیستم‌های اعلام حریق، اعلام سرقت، دوربین مداربسته و درب اتوماتیک و ... می‌توانید از طریق موتور جستجوی www.google.com به اطلاعات بیش‌تری دسترسی پیدا کنید. برای این منظور تنها کافی است کلمه کلیدی را در قسمت نشان داده شده وارد کنید.



ضمیمه

در این بخش با نحوه نصب تجهیزات و چگونگی کابل کشی
برخی مدارات آشنا می شوید.







واژه‌نامه

ردیف	واژه به زبان اصلی	واژه به زبان فارسی	مفهوم و تعریف واژه
۱	Adjustable Wrench	آچار فرانسه	آچاری دارای دو فک یکی ثابت و دیگری متحرک و قابل تنظیم
۲	Amplifier	آمپلی فایر	تقویت کننده سیگنال را گویند.
۳	Conduit Bend	خم کردن لوله	عملیات لازم و مراحل آن برای ایجاد لوله خم
۴	Central Antenna	آنتن مرکزی	سیستمی که آنتن تلویزیون واحدهای مختلف یک ساختمان را تأمین می‌کند.
۵	Coaxial Cable	کابل کوکسیال	کابلی که در آنتن تلویزیون‌ها بکار می‌آید.
۶	Die & tap	حدیده و قلاویز	حدیده وسیله‌ای برای ساخت پیچ و قلاویز وسیله‌ای برای ساخت مهره است.
۷	Divided Panel board Design	طراحی تابلو تقسیم	بکارگیری مقررات ومحاسبه برای یک تابلو واحد مسکونی
۸	Dimmer	دایمر	وسیله‌ای که نور لامپ را کم و زیاد می‌کند.
۹	File	سوهان	وسیله‌ای برای ساییدن و براده برداری
۱۰	Flexible steel Conduit	لوله خرطومی فلزی	لوله قابل انعطاف از فلز برای موتورهایی که روی سکو نصب هستند.
۱۱	Fuse	فیوز	وسیله محافظ مدار
۱۲	Fire Alarm system	سیستم اعلام حریق	سیستمی که بروز آتش را اعلام می‌کند.
۱۳	Fire Alarm Control Panel	تابلو سیستم اعلام حریق	تابلو از چند زون تشکیل شده و در هنگام آتش به آژیرها فرمان می‌دهد.
۱۴	Hack Saw	کمان اره	وسیله‌ای برای بریدن قطعه کار در فلزکاری که تیغه اره در آن قرار می‌گیرد.
۱۵	Hammer Dril	دریل ضربه‌ای	دریلی که برای سوراخکاری بهتر و راحت‌تر در دیوار ضربه هم وارد می‌کند.
۱۶	Heat Detector	دتکتور حرارتی	وسیله‌ای که بروز حرارت آتش باعث فعال شدن آن می‌شود.
۱۷	Intermediate switch	کلید صلیبی	کلیدی که بین دو کلید تبدیل قرار می‌گیرد و از چند محل کنترل می‌کند.
۱۸	Miniature Fuse	فیوز مینیاتوری	نوعی وسیله محافظ مدار
۱۹	Miniature Circuit Breaker	فیوز مینیاتوری	نوعی وسیله محافظ مدار
۲۰	Multiposition switch	کلید دوخانه	کلیدی که دو لامپ یا دو گروه لامپ را از یک محل کنترل می‌کند.
۲۱	Matching	مچینگ	تطبیق دهنده امپدانس می‌باشد.
۲۲	Neutral Conductor	هادی نول	هادی خنثی را گویند.
۲۳	Oilcan	روغن دان	وسیله نگهدارنده روغن که عمل پاشیدن روغن هم توسط آن صورت می‌گیرد.
۲۴	PVC Conduit	لوله پولیکا	لوله از جنس پولیکا که دارای استحکام می‌باشد.
۲۵	Permissible Voltage Drop	افت ولتاژ مجاز	اختلاف ولتاژ بین مبدأ تا محل مصرف را گویند.
۲۶	Push-button	شستی	وسیله‌ای با فشردن وصل و با رهاکردن قطع می‌کند.
۲۷	Protective Conductor	هادی محافظ (ارت)	هادی حفاظتی را گویند.
۲۸	Photo Relay	رله نوری (فتوسل)	وسیله‌ای که با تاریک شدن هوا چراغ‌های خیابان را روشن می‌کند.
۲۹	Round File	سوهان گرد	نوعی سوهان که مقطع آن گرد است.
۳۰	Reamer	برقو	وسیله‌ای که عمل براده برداری داخل لوله را انجام می‌دهد.
۳۱	Riser diagram	رایزر دیاگرام	نقشه‌ای که مسیرهای قایم بالارونده برق را نشان می‌دهد.

ردیف	واژه به زبان اصلی	واژه به زبان فارسی	مفهوم و تعریف واژه
۳۲	Saw Blade	تیغه اره	وسیله‌ای که عمل بریدن را در کمان اره به عهده دارد.
۳۳	Square File	سوهان چهارگوش	نوعی سوهان که مقطع آن چهارگوش است.
۳۴	Steel Conduit	لوله فلزی برق	لوله از جنس فلز برای برق در طول سه متر در بازار
۳۵	Single Pole switche	کلید یک پل	ساده‌ترین کلید در برق ساختمان
۳۶	Socket Outlet	پریز	وسیله‌ای که از طریق آن می‌توان برق را مصرف نمود.
۳۷	Siren	آژیر فضای باز	آژیری که برای حیاط و فضای باز محوطه ساختمان نصب می‌شود.
۳۸	Smoke Detector	دکتور دودی	وسیله‌ای که بروز دود در اطراف آن باعث فعال شدن آن می‌شود.
۳۹	Splitter	تقسیم‌کننده میانی	تقسیم‌کننده‌ای که افت عبوری و افت انشعابی دارد.
۴۰	Tube wrench	آچار لوله گیر	وسیله‌ای برای گرفتن لوله
۴۱	Two pole switch	کلید دوپل	کلیدی که دو لامپ یا دو گروه لامپ را از یک محل کنترل می‌کند.
۴۲	Two way switch	کلید تبدیل	کلیدی که از دو محل یک یا یک گروه لامپ را کنترل می‌کند.
۴۳	Timer	رله زمانی (تایمر)	رله زمانی را گویند که در ساختمان جهت روشن کردن راه‌پله بکار می‌رود.
۴۴	Tap off	تقسیم‌کننده انتهایی	تقسیم‌کننده‌ای که فقط افت انشعابی دارد.
۴۵	Wrench	آچار	وسیله‌ای که معمولاً برای باز کردن مهره‌ها بکار می‌رود.
۴۶	Zone	منطقه (زون)	هر طبقه ساختمان یک زون محسوب می‌شود.

منابع مورد استفاده

- ۱- حسن خاور، عسگر شفق، سید محمود صموتی و فرود کمالی سروستانی؛ کار کارگاهی سال دوم برق؛ چاپ وزارت آموزش و پرورش.
- ۲- حسین رحمتی زاده، فریدون علومی و مسلم نیکزاد؛ کار کارگاهی سال سوم برق؛ چاپ وزارت آموزش و پرورش.
- ۳- منوچهر حجتی، بهروز باقرزاده و محمد کاظم نیاکویی؛ رسم فنی سال دوم برق؛ چاپ وزارت آموزش و پرورش.
- ۴- منوچهر حجتی، بهروز باقرزاده و محمد کاظم نیاکویی؛ رسم فنی سال سوم برق؛ چاپ وزارت آموزش و پرورش.
- ۵- حسن کلهر؛ مهندسی تأسیسات الکتریک؛ شرکت سهامی انتشار بهار؛ چاپ سوم؛ ۱۳۶۸.
- ۶- جدول‌های و سترمان (برق)؛ ترجمه محمود ربیع‌زاده؛ انتشارات گئورگ و سترمان.
- ۷- سلطانی مسعود؛ تجهیزات نیروگاه؛ انتشارات دانشگاه تهران.
- ۸- کاتالوگ‌های ابزار خارجی
- ۹- نصیری سوادکوهی شهرام، (۱۳۸۵). دریافت و پردازش سیگنال‌های صوت و تصویر در تلویزیون رنگی. انتشارات صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).
- ۱۰- سایت‌های مختلف اینترنتی مرتبط با موضوع
- ۱۱- غلامعلی سرابی تبریزی (۱۳۸۴)؛ مدارهای روشنایی و اندازه‌گیری الکتریکی؛ انتشارات صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش)
- ۱۲- شایقی غلام‌رضا، (۱۳۸۵)، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های ایمنی و حفاظتی، (انتشارات عبادی).
- ۱۳- MEM COMPANY ENGLAND
- ۱۴- UNIVOLT COMPANY AUSTRIA

