ماهنامه اختصاصی
برق و روشنایی ۱۴۵
ماهنامه‌ی فنی و مهندسی صنعت برق و تجهیزات روشنایی
■ شماره صد و چهل و پنجم ■ دی ۱۴۰۲ ■ ۱۰۰۰۰۰ تومان

زندگی را با
لامپ پارس
روشن کنیم

پارس شهاب
شرکت شهاب توشه
SHAHABTOUSHEH

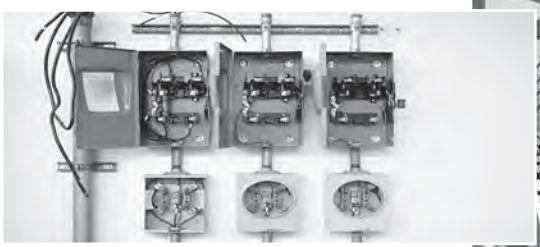
اجرای پروژه روشنایی خیابان شیخ بهایی توسط شرکت شهاب توشه

تولیدکننده انواع لامپ‌های بخارسدیم، بخار جیوه، متال هالاید و چراغ LED در ایران

ارائه دهنده خدمات طراحی و اجرای پروژه‌های روشنایی و نورپردازی

تهران، خیابان مطهری، بعد از چهارراه قائم مقام فراهانی، پلاک ۳۱۸، طبقه سوم تلفن: ۹ - ۸۸۸۳۵۶۳۷
فکس: ۸۸۸۴۲۷۰۵ info@shahabtousheh.com www.shahabtousheh.com

برق و روشنایی ۱۴۵



نورپردازی – لوستر ۳

روش‌هایی برای کاربردهای ویژه ۴

شیرجه در پروژه‌های استخر شنا ۱۷

تجهیزات برق (الکتروتکنیک / الکترونیک) ۲۶

مرجع عمومی پیچ‌های ماشینی ۲۷

اتوماسیون ساختمان با LONWORKS® ۳۶

مقدمه‌ای بر حفاظ‌های الکتریکی ۴۸

فرمول‌ها و اصول پایه موتورهای الکتریکی ۵۷

ماهنامه‌ی:
فنی‌ومهندسی‌صنعت‌برق‌وتجهیزات‌روشنایی

شماره صد و چهل و پنجم
دی ۱۴۰۲

صاحب امتیاز:
موسسه مطالعات آینده‌نگر پارسیان

مدیرمسوول: مهندس محمدحسین دهقان

سردبیر:
مهندس محمدحسین دهقان

همکاران تحریریه:
مهندس فاطمه ابراهیمی، مهندس محمدعلی الهیان، ساناز پذیرا، سپیده پذیرا، مهندس رضا جوهری، مهندس محمدحسن ذهتاب یزدی، سید محمود حق‌شناس، سارا خلیلی، مهندس عباس سامعی، مهندس بیژن شادپی، محمدرضا شاهی، مهندس جمال صوفیه، مهندس پرویز فروغی، مهندس علیرضا کرمی، مهندس مازیار مولوی، مهندس سیف‌اله نیکنامی

امور مشترکین: ۲۲۸۸۵۶۴۷

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: یزدا
(کیلومتر ۱۱ جاده قدیم کرج، ابتدای جاده شهریار، شهرک صنعتی گلگون، خیابان پنجم جنوبی، پلاک ۳۵ تلفن: ۶۵۶۱۱۸۰۹)

دفتر نشریه:
تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه ستاری، شماره ۲۲، ساختمان یزدا
تلفن دفتر نشریه: ۲۲۸۷۲۱۰۶ – ۰۲۱
دورنگار: ۲۲۸۸۵۶۵۱ – ۰۲۱

- صحت و سقم مقالات از نظر فنی بر عهده مولف و مترجم می‌باشد.
- درج آگهی‌ها به معنای تایید یا عدم تایید مطالب آن و اطلاعات ارائه شده توسط ماهنامه برق و روشنایی نیست.
- بازنشر مطالب ماهنامه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.

پیامک: ۱۰۰۰۹۱۲۴۴۸۰۴۱۶

WWW.YAZDAMARKET.COM
instagram.com/yazdamarket/

برق و روشنایی

بخش اول

نورپردازی - لوستر
تاسیسات روشنایی

روش‌هایی برای کاربردهای ویژه

موسسه مهندسان روشنایی انگلستان
ترجمه: مهندس مازیار مولوی، ساناز پذیرا، سپیده پذیرا

قسمت سوم

54 تکنیک‌های انحراف تنظیم ثابت از نزدیک

مکان‌هایی که منابع نور نزدیک سطح قرار می‌گیرند، با نوری که در سراسر سطح پخش شده است نورپردازی می‌شـــود که این تکنیک را با عنوان تنظیم انحراف محـــدود یا «Close offset» می‌نامند. از طرفی این تکنیک در نشـــان دادن جزئیات بنا خیلی موثر اســـت و نه فقط بافت بنا، بلکه شکل و طرح‌های سطحی آن را نیز مد نظر قرار می‌دهد.

هم‌سنجی (Contrast)

هرگاه اســـتفاده از نورپردازی یکنواخت و مطلوب امکان‌پذیر نباشـــد، در قسمت‌های مختلف شی به سطوح مختلفی از نور نیاز است.

تفاوت‌های بسیار بین روشن‌ترین و تاریک‌ترین ناحیه شی، ظاهر دراماتیک عمیقی را به دنبال خواهد داشـــت. این امر به‌خصوص زمانی مشهود است که این نواحی از نظر نورپردازی متضاد هم باشند و در کنار یکدیگر قرار گیرند. وجود تضاد زیاد جوی مرموز و یا حتا ترســـناک را به وجود می‌آورد. درحالی‌که سطوح متوسط ظاهر ملایم‌تری دارند. توانایی چشم انسان در پرداختن به تنوع وسیع سطح روشنایی، تضاد و رنگ قابل توجه است. چشـــم با اندازه‌گیری فاصله از جسم میزان سطح روشنایی را تنظیم می‌کند. این عضو همچنین توانایی قابل توجهی در احساس روشنایی دارد.

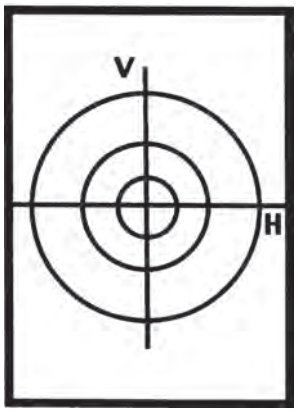
از طرف دیگر وجود یک تضاد کوچک، باعـــث ایجاد منظره‌های مطلوب می‌شود؛ ولی احتمالا ویژگی‌های شی را به قدر کافی نمایش نخواهد داد. البته مواردی هم وجود دارد که انواع تاثیرات مصنوعی، زوایا و نمایشـــی شی مورد نظر است. سطوح تضاد معرفی شده در جدول (6) با آزمایش‌های متعدد به دست آمده‌اند.

تنظیم پرتو

شعاع نور منتشرشـــده در نورافکن‌ها شدیدا به شکل رفلکتور و لامپ به کار رفته در آن‌ها وابسته است. یک رفلکتور مدور، پرتو مخروطی را ایجاد می‌کند که بین محورهای افقی و عمودیش تقارن وجود دارد. (شکل 10)

این تقارن برای فواصل متوســـط (برای مثال جداکردن مناظر برجســـته) مفید است. واضح اســـت که یک پرتو مخروطی فقط یک ناحیه بیضی‌شکل را روشن خواهد کرد. لامپ نصب‌شده در مرکز محفظه نورافکن باعث ایجاد پرتو مخروطی می‌شود و برای تاباندن پرتو باریک در یک مسیر طولانی‌تر، استفاده از تقارن مفید است.

نور خروجی به صورت یک دسته پرتو مخروطی باریک است که البته تعداد پرتوهای شکسته‌شـــده به خارج از ناحیه مورد نظر خیلی کم اســـت و در نتیجه پرتوها با شـــدت بیشتر و در رنج طولانی‌تر و با فشـــردگی زیادتری نور مورد نیاز ســـطح را فراهم می‌کنند. شکل رفلکتور استفاده‌شـــده در متمرکزکردن نور به صورت یک مخروط باریک موثر اســـت. یک رفلکتور مستطیلی با یک لامپ مرکزی که در یک جهت خمیده است، پرتوی را تولید می‌کند که نسبت به هر دو محورش متقارن است و برای نورپردازی نواحی کوچک مناسب است.



شکل (10): پرتوهای متقارن نورافشانی

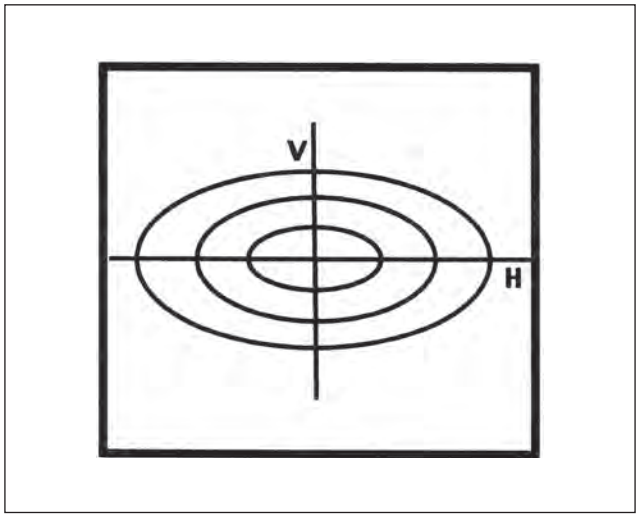
جدول (6): تاثیر نسبت‌های مختلف

نسبت	اثر
1:1	قابل توجه نیست
1:3	فقط قابل توجه
1:5	نمایش کم
1:10	نمایش زیاد

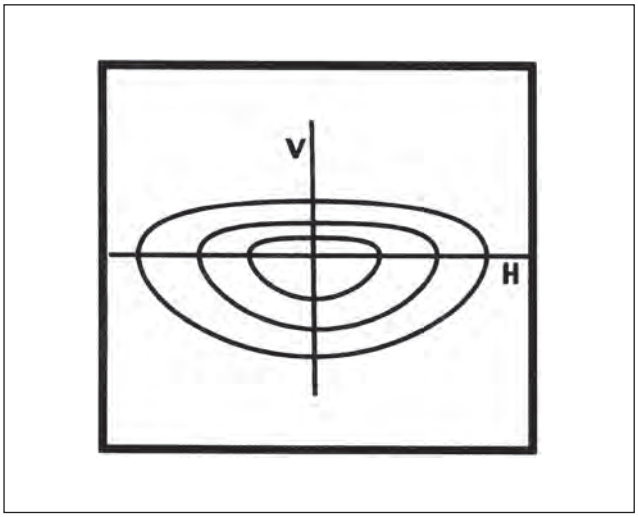
نکته: *از این شاخص‌ها نمی‌توان مقدار سطح روشنایی را حدس زد؛ اما این شاخص‌ها نسبت به سطح کم به زیاد روشنایی در پروژه‌های مشـــابه ترجیح داده می‌شوند. این آزمایش‌ها در محدوده خودشان برای تعیین کردن سطح تضاد توصیه می‌شوند.*

یک رفلکتور با لامپی که در مرکزش نصب شـــده پرتوی مســـتطیلی را در محیط ایجاد می‌کند (شکل 11).

یک رفلکتور مســـتطیلی با انحنای متفاوت و با لامپ متعادل‌ساز پرتوی را خواهد داشت که خروجی عمودیش متقارن و مســـتقل از خروجی‌های محور افقی‌اش اســـت و توزیع‌کننده متقارن دوبل نامیده می‌شـــود. تنوع در پروفایل رفلکتورها و موقعیت لامپ‌های متعادل‌ساز تعیین‌کننده شکل بالای پرتوهای خروجی هستند.



شکل (11): پرتوهای نامتقارن نورافشانی



شکل (12): پرتوهای دوبرابر شده نامتقارن نورافشانی

وسایل فرعی برای کنترل پرتو

ممکن اســت که یک نورافکن off–the–pag دقت لازم را نداشــته باشد. به دلیل محدودیت‌هایی که در محل نصب نورافکن‌ها وجود دارد ممکن است برای به دســت آوردن یک نتیجه صحیح نیاز به اصلاح پرتوها یا (اضافه کردن) استفاده از وسایلی مانند عدسی‌های نورشکن که از نظر شکل پرتو یا اشعه فرق می‌کنند باشــد. لوازم فرعی دیگری ممکن است برای ایجاد یک راه میان‌بر در لبه پرتو لازم باشــد تا از شکست نور و مشــکلات تخطی و تجاوز نور و آلودگی نور جلوگیری کند. نکته مهم این اســت که انتخاب وسیله و ابزار امکان کنترل روشنایی را به ما می‌دهد.

نما یا ظاهر در طول روز

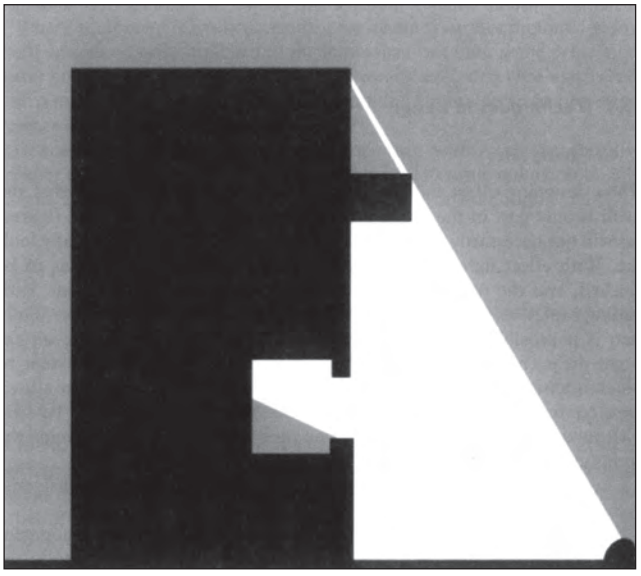
تجهیزات نصب‌شده برای کاربرد در طول شــب حتما در طول روز نیز باید قابل دید باشند. به عنوان مثال وقتی که با استفاده از واحدهای روشنایی فرو رفته در زمین، استتار یا پنهان کردن امکان‌پذیر می‌باشد، بر مشکل غلبه شده است. از این رو هنگامی که تجهیزات در روی ســطح ساختمان یا سایر موقعیت‌های جلوی چشم نصب می‌شوند، مشکلاتی به وجود می‌آورند.

بدیهی اســت که اســتفاده از کوچک‌ترین واحدهای ممکن می‌تواند در این شــرایط مفید واقع شــود؛ مخصوصا اگر اســتتار جزئی، فراتر از پاره‌ای از

خصوصیات به دست آید. یک مورد حفاظتی استفاده از تجهیزات با رنگ ویژه است تا با محیط پیرامونش هماهنگ باشد طوری که به منظره روز لطمه‌ای وارد نکند.

برای اثرات روشنایی محلی، سیستم‌های فیبر نوری مزیت‌های جزئی دارند. فیبر نوری اجازه می‌دهد تا روشنایی از یک موقعیت دور تولید شود و سپس به یک یا چند نقطه مورد نظر تابیده شود. نقطه تابندگی کوچک است (شاید قطر آن حدود 4.5 mm باشد)؛ بنابراین تاثیر روی نما یا ظاهر روز بسیار ناچیز است. فیبرهای نوری همچنین به عنوان انواع تابش‌کننده کناری موجود هستند، جایی که روشنایی در امتداد طول فیبر پراکنده می‌شود. می‌توان آن‌ها را برای پیگیری و ادامه خطوط یک طرح به کار برد تا شکل کلی روشنایی در شب تاکید شود، در عین حال در طول روز نیز مزاحمتی ایجاد نکند. در چنین مواردی فیبرها عمدتا دارای قطر 11–10 mm هستند.

سیستم‌های فیبرنوری به طور کلی از منابع روشنایی هالوژنه استفاده می‌کنند که نور روشن و رنگی بسیار عالی را ایجاد می‌کنند. علاوه بر این می‌توان در ژنراتور فیلترهای رنگی ثابت کار گذاشت و در انواع دیگر برای ارائه



شکل (13): روشنایی تنظیم انحراف محدود
نکته: قطع روشنایی و حالت سایه‌ها به دلیل وجود بالکن‌ها می‌باشد.

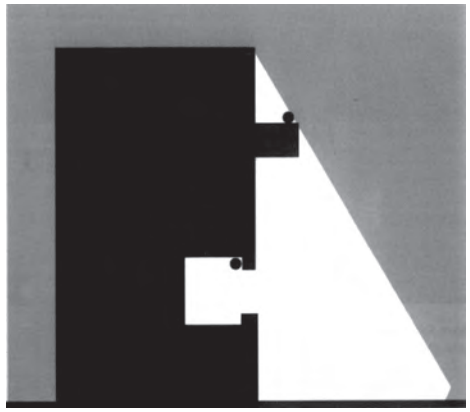
اثرات متغیر یک چرخ یا غلتک رنگی اضافه کرد. اثرات تغییر رنگ همچنین با استفاده از کنترل‌های الکترونیکی برای اتصال ژنراتورها، هم‌زمان شده‌اند. سیستم‌های فیبر نوری به بهترین نحو برای روشنایی متمرکز کاربرد دارند، نه به عنوان منبع روشنایی اولیه برای یک منطقه، زیرا ارائه روشنایی کافی به عنوان منبع روشنایی یک منطقه کار سختی است.

وقتی که استتار یا پوشاندن امکان‌پذیر نیست، با استفاده از نصب روشنایی به عنوان یک خصوصیت، می‌توان یک کار ریسک‌دار انجام داد. به عنوان مثال روی ساختمان‌های جدید امروزی، جایی که چارچوب‌های فولادی یا سایر جزئیات ساختاری قرار دارند، دلیلی ندارد که نتوان تجهیزات روشنایی را برای آن‌ها نصب کرد تا حس مهندسی پروژه کامل شود.

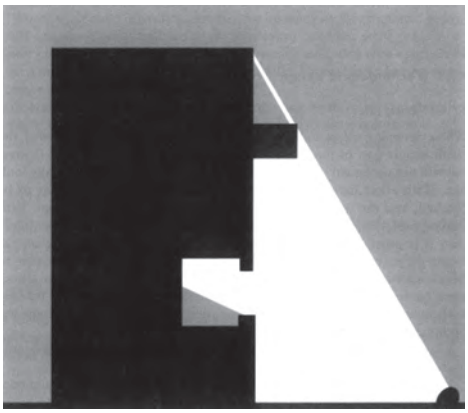
مشکل نمای متناقض طول روز مخصوصا با ساختمان‌های عنوان‌شده ارتباط دارد، جایی که هر دست کاری یا تعمیر سطحی توسط مقامات محدود خواهد شد. در چنین مواردی، توضیحات در مرحله اولیه ضروری هستند تا اطمینان حاصل شود که نیازهای تمام موارد پاسخ داده شده‌اند.

اقدامات ضدخراب‌کاری

خراب‌کاری باید غیرقابل اجتناب در نظر گرفته شود وقتی که تجهیزات در معرض تماس و دسترسی عموم قرار می‌گیرند، مقیاس‌های حفاظت در برابر آن باید در طرح گنجانده شوند. نهایتا در برابر خراب‌کاری مشخص هیچ حفاظتی وجود ندارد، ولی بعضی حفاظت‌ها معمولا خراب‌کاران فرصت‌طلب را با



شـــکل (14): روشنایی تنظیم انحراف محدود (آفست بسته) با لامپ‌های نورافکن اضافی که برای پر کردن مناطق سایه‌دار، اضافه شده است.



شـــکل (15): روشنایی با استفاده از لامپ‌های نورافکن که دورتر از ساختمان قرار گرفته‌اند. نکته: کاهش در قطع نور به دلیل بالکن‌ها.

شکست مواجه می‌کنند.

به عنوان مثال دسترســـی به تجهیزات روشـــنایی، وقتی که تجهیزات در سطح پایین نصب شده‌اند، به سادگی امکان‌پذیر است، شبکه‌های توری سیمی متصل شده به نورافکن‌ها تا حدودی حفاظت را در آن بالا می‌برند. حفاظت بهتر را می‌توان با استفاده از قفسه‌های توری کاملا محفوظ با حداقل فاصله 100mm جهت محافظت از نورافکن‌ها، ایجاد کرد.

پنهان کردن یا پوشـــاندن یک لامپ نورافکن در یک محوطه امن با شبکه توری محافظ یا محافظ شیشـــه‌ای باعث کاهش خروجی نور می‌شود. در این طرح مفصل باید مجوز اخذ شود.

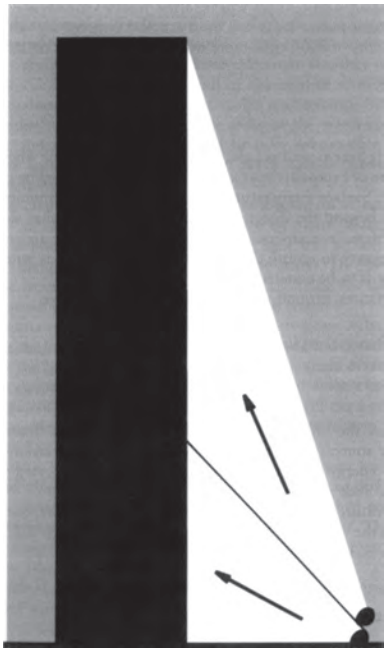
تعمیر و نگهداری

تعمیر و نگهداری و طراحی برای آن‌ها، امری ضروری است.

متعادل کردن منظره یا نمای کامل

در محیط شـــهری معمولا از میزان قابل توجهی روشنایی خارجی استفاده شده است. این میزان عمده شامل روشنایی جاده‌ها، امنیتی و روشنایی مطبوع و روشنایی موثر روی سایر ساختارها در همان چشـــم‌انداز است. اگر روشنایی مفید برای یک ساختار در نظر گرفته شود، نیاز به متعادل کردن منظره ارائه شده به ناظر وجود دارد. بدون این تعادل، روشنایی مفید در کل مورد از بین می‌رود یا به نقطه‌ای افکنده می‌شود که هرگونه زیبایی از بین رفته است.

ماهیت دیداری یک ساختار را می‌توان به صورت زیر اصلاح کرد:



شـــکل (16): روشنایی با استفاده از نورافکن‌های متعدد در تنظیم انحراف محدود برای روشن‌سازی یک ساختمان بلند

اول، ســـاختار می‌تواند شیوه متمایز و برجسته داشته باشد که با مکان‌های مجاور اشتباه گرفته نشود.

دوم، رنگ طبیعی مورد مربوطه می‌تواند به گونه‌ای باشـــد که به وضوح از بقیه قابل تشخیص باشـــد یا اینکه رنگ با انتخاب نوع لامپ یا فیلترهای رنگی اضافه شود.

سوم، یک خصوصیت مشخصی وجود دارد که یک منظره متمرکز را به ناظر ارائه می‌کند.

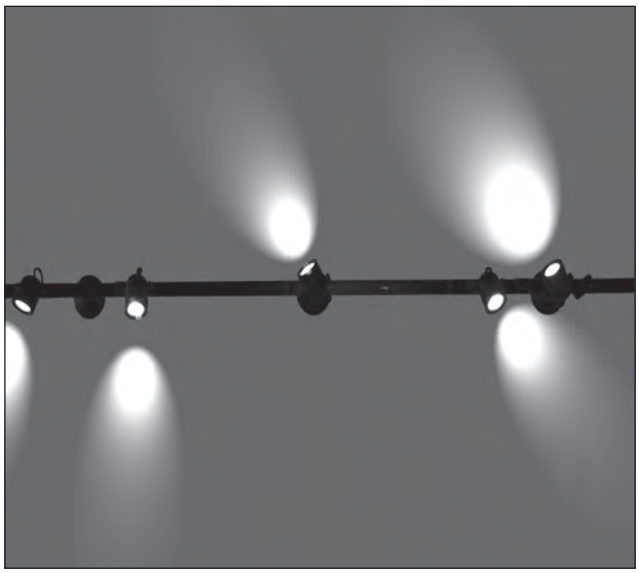
داشتن این گزینه‌ها در یک ساختار باعث ارتباط و تمایز کافی آن در مقایسه با سایر مکان‌ها می‌شود. موضوع تعادل در برابر سطوح روشنایی مانع بعدی است. برای یک مکان مرکز شهری، سطوح روشنایی مورد نیاز برای یک ساختمان باید 4 برابر روشنایی لازم در یک مکان نسبتا تاریک را داشته باشد تا به همان میزان تاثیر دیداری ایجاد کند.

تکنیک‌های طراحی

قوانین اساسی

هنگام طراحی لوازم روشنایی اســـتفاده از نرم‌افزارهای طراحی تنها برای پیش‌بینی نتیجه فرآیند است. چنین کتاب‌های راهنمایی، اعداد و ارقام محاسبه شده را ارائه خواهند کرد؛ اما لزوما آنچه را که شی در موقعیت واقعی ارائه خواهد داد آشکار نمی‌کند. با روشنایی موثر، اثر آنچه که طراحی شده، باید بررسی شود و روش معمول برای این کار اســـتفاده از کابل‌های آزمایشـــی و آزمایش کردن موقعیت‌های احتمالی و انواع تجهیزات است. در این صورت تنها ایراد احتمالی این است که احتمال دارد نتیجه به دست آمده فقط در منطقه آزمون صدق کند، در حالی که نتیجه فقط در آن منطقه مورد نظر نباشـــد بلکه وسعت منطقه‌ای که در آن این پرتوها آزمایش می‌شـــوند مورد نظر باشد. این فرآیند همچنین میزان نور مورد نیاز برای تعادل شکلی با خصوصیات پیرامونی را مدنظر قرار می‌دهد. با این وجود تعیین محل‌های مناسب برای نصب تجهیزات روشنایی امکان‌پذیر است.

شکل (13) نورپردازی عمودی از ســـطح زمین را نشان می‌دهد. موقعیت تجهیزات در تنظیم انحراف محدود نشان داده شـــده که برای روشن شدن در



نزدیک سطح می‌باشد. هدف اشعه پیک که شدیدترین بخش خروجی است، یک نقطه بالایی روی سطح است. روشنایی تولیدشده تابعی از قانون مربع معکوس و قانون کسینوس است. روشنایی سطحی با افزایش زاویه هدف‌یابی، کاهش می‌یابد. هرچه زاویه هدف‌یابی بزرگ‌تر باشد، فاصله هدف‌یابی طولانی‌تر است و روشنایی را از طریق قانون مربع معکوس، بیشتر کاهش خواهد داد. نور تابیده شده بر روی بخش پایین‌تر سطح عمودی به وسیله بخش کوچکی از اشعه ایجاد می‌شود و شدت کمتری دارد ولی با فاصله کمتری سیر می‌کند.

با انتخاب درست مشخصات اشـــعه، تولید روشنایی یکنواخت در راستای سطح، امکان‌پذیر است و این همان چیزی است که مورد نیاز می‌باشد. تفاوت اصلی در حدی خواهد بود که در آن ساختار سطح آشکار شده است، مانند نوری که به دورترین برش‌های روی سطح نسبت به سطوح پایین‌تر نزدیک‌تر است. همچنین اضافه کردن نورافکن‌های تکمیلی به مناطق سایه‌دار روی ساختمان نظیر مناطق فرورفته یا بالکن‌ها، ضروری می‌باشد (شکل 14).

منتقل کردن تجهیزات روشـــنایی در فاصله دورتر از قاعده ساختار (شکل 15)، اثر کسینوســـی را کاهش خواهد داد، ولی مسافت هدف‌یابی افزایش پیدا می‌کند. در نتیجـــه، یکنواختی بزرگ‌تر خواهد بود، ولی فقدان جزئیات بافت یا ساختار سطح روشنایی را به دنبال خواهد داشت. همچنین خطر سرریز کردن نور به داخل ساختمان یا فراسوی آن وجود دارد.

هنگام نورپردازی ساختمان‌های بسیار بلند، به طور کلی به کاربردن منابع

روشنایی متعدد در بخش‌های مختلف بنا به منظور توزیع میزان روشنایی کافی روی ساختمان ضروری خواهد بود.

در نورپردازی یک شکل پیچیده نظیر مجسمه، تجزیه تحلیل عددی کاربرد کمتری دارد. در اینجا هدف ارائه نمودن منظره مجسمه در ساعات تاریک است. تغییرات جزیی در نحوه استقرار تجهیزات، تاثیر مهمی روی ظاهر نهایی دارد. تاثیر رنگ ممکن اســـت حتا مهم‌تر شود و شدت نورافکنده شـــده باید در برابر تغییرات احتمالی در ماهیت سطح روشنایی، متعادل گردد. به عنوان مثال، نور شدید روی یک تکه برنز به بازتاب‌های زشت و نامنظم از سطح منتهی می‌شود.

نورافکن‌های فرورفته در زمین

کلیات

نورپردازی به وسیله تجهیزات فرورفته در زمین بسیار متداول شده است. نورافکن‌ها در حال حاضر با انواع متفاوت لامپ‌ها و مقدار نیروی برق بر حسب

جدول (7): شـــدت روشنایی لازم برای روشن کردن طرح‌های آب با ارتفاع‌های متفاوت

ارتفاع آب (m)	شدت روشنایی کل منبع در ته یک مخزن (cd)
5.1	4000
0.3	11000
0.6	34000
0.9	69000
0.12	115000
0.15	170000

وات جهت کاربردهای گوناگون، وجود دارنـــد. موقعیت نصب و خصوصیات مطلوب این نوع نورافکن‌ها مخصوصا در کاربردهای بسته مفید است؛ هر چند محدودیت‌هایی هم در این زمینه وجود دارد که در زیر لیست شده‌اند.

نورافکن‌های فرورفته در زمین را می‌توان برای نورپردازی وسایل مختلفی به‌کار برد. علاوه بر روشـــن کردن اشیایی نظیر مجسمه و تزئینات معماری، این واحدها را می‌توان برای شناسایی گذرگاه‌ها نیز به‌کار برد. وقتی که جاده‌های فرعی نورپردازی شـــده باشند، عابرها با اطمینان خاطر بیشتری از آن‌ها عبور می‌کنند. همچنین استفاده از مجموعه‌های LED برای تعیین مسیر سودمند می‌باشند.

از این رو نورافکن‌های جاسازی‌شده در زمین هیچ نوع روشنایی افقی برای مسیرها ایجاد نمی‌کنند. روشن ساختن ســـطوح یا نماهای ساختمان با کمک پروژکتور یک احتمال بسیار واقعی با واحدهای جاسازی‌شده زمینی است. انواع نورافکن‌های با قدرت بالاتر نتیجه مطلوب‌تری دارند و می‌توانند منظره زیبایی را در شـــب برای جســـمی که در روز ظاهر خیلی زیبایی ندارد ایجاد کنند. برای ایجاد روشنایی (زاویه‌دار) توسط تنظیمات داخلی باید محورهایی را تعریف کرد و برای اجتناب از هرگونه هشداری از منبع روشنایی، توسط اتصالات بیرونی باید ظاهری حفاظتی را ایجاد کرد.

جدول (8): چراغانی و نورافکنی آزمایشی توصیه‌شده برای طرح‌هایی با روشنایی موثر

ماده	مقدار تقریبی انعکاس	وضعیت سطح	میانگین روشنایی توصیه شده (در LUX) ناحیه محیطی			
			E1	E2	E3	E4
آجر سفید	8.0	تمیز/ تازه	5	15	25	40
		شیشه‌تمیز	10	60	90	180
سنگ پورتلند یا سیمانی	6.0	تمیز/ تازه	10	20	35	60
		شیشه‌تمیز	15	60	90	180
سنگ میانی	4.0	تمیز/ تازه	15	30	50	80
سیمان مدیوم		شیشه‌تمیز	25	100	150	300
سنگ سیاه	3.0	تمیز/ تازه	25	40	60	100
		شیشه‌تمیز	30	200	300	600
گرانیت	2.0	تمیز/ تازه	25	55	90	150
آجر قرمز		شیشه‌تمیز	40	180	270	540

نکات:

1. مقادیر روشنایی داده شده در بالا یک راهنمایی برای طرح کار اولیه است. این مقادیر باید با دیدار از محل و آزمایش فرق کند.

2. فاکتورهای انعکاس داده‌شده برای نور سفید. مقدار نور با یک ســـوگیری رنگ غالب ممکن است نیاز به تغییر در شدت نور برای جبران کردن داشته باشد. این باید با آزمایشات محل انجام و بنا نشود.

3. شاخص‌هایی برای بناها و ساختمان‌های کثیف داده نشده‌اند؛ طوری که تصور شده یک آنالیز سود- هزینه باید برای ارزیابی کردن سود تمیز کردن ساختمان و بنا در مقابل هزینه اضافی فراهم کردن و عملیات مقادیر زیاد روشنایی موثر انجام شود

سایر خصوصیات عمده سطح زمین نیز از این شکل روشنایی سود می‌برند. درختان، مجسمه‌ها و سایر کتیبه‌ها یا آثار تاریخی می‌توانند با استفاده از نور رو به بالا یک اثر دراماتیک را در طول شب ایجاد کنند؛ درحالی‌که در طول روز ظاهری متضاد دارند و به شیوه‌ای که در آن شی دیده می‌شود، بُعد جدیدی اضافه می‌کند. فیلترهای رنگ مانند بسیاری از شکل‌های متداول و رایج‌تر نورافکن برای اشباع رنگ‌های طبیعی در معرض دید، به کار می‌روند.

موضوعات مکانیکی

قرار دادن هر وسیله الکتریکی در زمین، اساسا ترکیبی از رطوبت و الکتریسته را کنار هم گرد می‌آورد. از این رو استفاده از وسیله‌ای که دارای حداقل درجه‌بندی IP از IP67 است، ضروری می‌باشد. سازندگان اکثر دستگاه‌ها یا واحدهای روشنایی جاسازی‌شده در زمین، با استفاده از لایه سنگی تا عمق 300 میلی‌متری زیر واحد، زهکشی را مشخص خواهند کرد و همچنین بدنه آن را به اطراف نصب می‌کنند تا مجاورت یا نزدیکی آب به دستگاه را به حداقل برسانند. از این‌رو برآورده کردن این هدف در یک پروژه مهندسی شهری مشکل است.

توانایی این تجهیزات برای تحمل بارهای اضافی که احتمالا بر روی آن‌ها نصب خواهد شد، هم به همین میزان حایز اهمیت است. علاوه بر ترافیک پیاده‌رو، مناطقی وجود دارند که در آن‌ها وسایل نقلیه تردد دارند و در این موارد در اکثر مناطق عمومی دسترسی به وسایل نقلیه ضروری، مورد نیاز خواهد بود. ظرفیت بار نمونه 5000 kg یا بیشتر برای تطبیق با این رقم، مورد نیاز خواهد بود.

ایمنی عمومی یا همگانی

نورافکن‌ها گرما و نور یا روشنایی، تولید می‌کنند و این کار به یک موضوع بحث برانگیز تبدیل شده است؛ زیرا دمای مناطقی که نورافکن‌ها در آنجا نصب

جدول (9): حد اکثر توان مناسب

میزان ارتفاع نمونه (m)	حداکثر توان لامپ (W)
8	150
10	250
12	400
15	600
15 <	1000

نکته: مقادیر برای میزان ارتفاع در نواحی کار بیرونی هستند.

شده‌اند از حد مجاز بالاتر می‌رود و یا ایمنی را برای افراد آن منطقه به خطر می‌اندازند.

دماهای سطحی 150 °C غیرعادی نیستند و اگر نورافکن خارج از دسترسی مستقیم عموم باشد، قاعدتا مشکلی را ایجاد نمی‌کند. اما در بسیاری از موارد، نورافکن‌ها قابل دسترسی هستند، پس لازم است اطمینان حاصل شود که دمای سطحی در یک محدوده بی‌خطر و سالم است و ایمنی در آن رعایت شده است.

در چنین شرایطی، لامپ‌های نورافکن جاسازی شده زمینی باید دارای شرایط زیر باشند:

- منابع روشنایی (فلورسنت) کم‌انرژی.
- فیلترهای گرمایی داخلی یا توکار.
- سایبان یا کلاهک براق دوگانه.

فیلترهای دورنگی ساده‌ترین شیوه به دست آوردن محدودیت دمایی در جایی که منابع انرژی بالا به کار می‌رود هستند. این ابزار به عبور نور کمک می‌کنند؛ ولی مانع انتقال یا عبور انرژی گرمایی می‌شوند و از طریق ساختار بدنه متناسب به زمین، به عقب پراکنده می‌شود.

دمای سطحی بیش از 70 °C، نسبتا امن و بی‌خطر است؛ ولی در مجاورت آب و جایی که بچه‌های کوچک به آن دسترسی خواهند داشت، باید دقت و

مراقبت خاصی به عمل آید.

خصوصیات آب

آب نیز مانند هوا شفاف است و اجازه عبور نور را از خودش می‌دهد. به این ترتیب ما قادریم عمق استخر شنا یا استخر آب را ببینیم. از آنجایی که نور از میان آب عبور می‌کند، روشن کردن آن مشکل است مگر اینکه آب حرکت داشته باشد یا مواد مات‌کننده برای مات کردن آن اضافه شـــوند. حرکت آب باعث تشکیل امواج روی سطح می‌گردد که با تجزیه هر انعکاسی نمی‌گذارد آب مانند آینه عمل کند. همچنین حرکت آب باعث تشکیل حباب‌های ریزی در آب می‌شود که فورا نور را به عقب منعکس کرده و اجازه می‌دهد آب روشن باشد.

هنگام روشن ســـاختن آب از بالا باید مراقبت کافی به عمل آید تا اطمینان حاصل شـــود که انعکاس‌های مستقیم منابع روشـــنایی توسط ناظر مشاهده و رویت نمی‌شوند.

با توجه به اینکه بینندگان زاویه‌های دید گوناگون دارند و اغلب چراغ‌های لامپ و نورافشانی در زیر آب استفاده شده‌اند، رسیدن به یک هدف به خصوص مشکل است. این لامپ‌ها نور را در زیر ســـطح آب منتشر و اشیا بالا را روشن و نورانی می‌کنند، بدون اینکه بازتاب‌های ســـطح را برگردانند. اجسام روشن و لامپ‌ها باید کاملا غوطه‌ور در آب و متناسب با کابل‌هایی باشند که به آنان اجازه آورده شدن به سطح را برای تعمیر و نگهداری می‌دهند. همچنین، آن‌ها ممکن است در مکانی مخصوص در دیواره اســـتخر یا در رودخانه در پشت یک محیط با مایع شفاف نصب شوند. این سیستم تعمیر و نگهداری را آسان‌تر می‌کند ولی محل لامپ‌های روشـــن را به کناره‌های آب محدود می‌کنند. تمام وســـایل و کابل‌کشی برق باید کاملا غوطه‌ور بوده و به خاطر پتانسیل طبیعی مخرب محیط پیرامون لازم است جزو وسایل و ابزار مخصوص باشند.

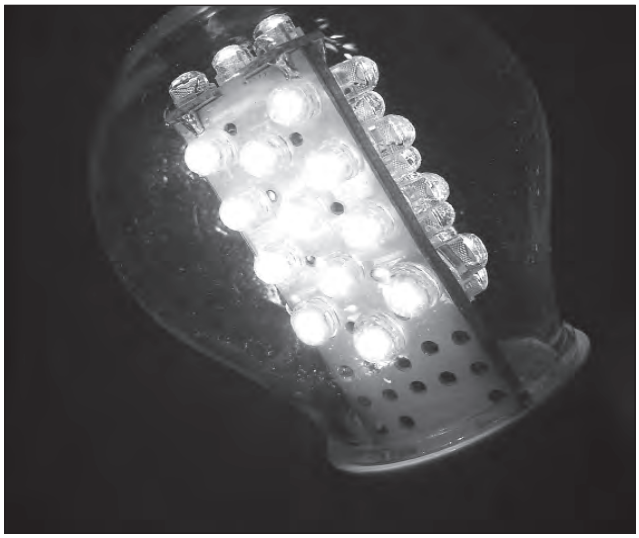
تغییر حرکت آب در یک مخزن و یا لغزیدن روی یک آب‌بند یا ســـد، ویژگی ایده‌آلی را به وجود می‌آورد که در شـــب موجب نورافشانی می‌شوند. آبشارهای بالای یک آب‌بند از پشت روشن‌اند جایی که لامپ مانند چیزی به نظر می‌رسد که تـــکان می‌خورد و حتا با تغییر حرکت آب تغییر می‌کند. با این وجود، روشـــن کردن و نورافشـــانی آب از زیر به کمک لامپ‌هایی است که مستقیما در امتداد آبشار آب هستند و می‌توانند حرکات جالبی را در آب به وجود آورند.

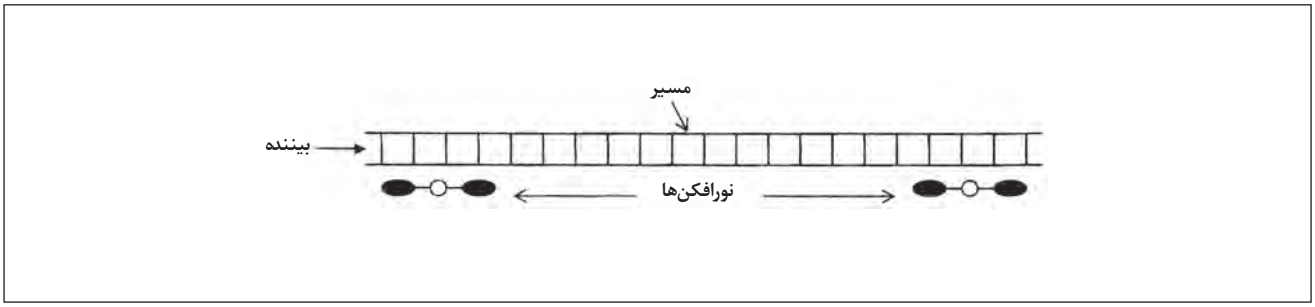
مخزن‌ها با هدایت کردن اجسام روشـــن یا لامپ‌های غوطه‌ور در امتداد طول فواره آب، بهتر روشن می‌شوند که در یک یا هر دو انتها قرار دارند و بستگی به طول فواره و شکلش دارند. برای مطمئن شدن از حداکثر استفاده از نور، لازم است زاویه لامپ‌های روشـــنایی به دقت طرح شوند. چنین نورافکن‌هایی، در حالی که مجبور به غوطه‌ور شدن هستند لازم است دارای ساختاری اساسی با مکانیسم قفل مناسب برای متوقف شـــدن از حرکت به وسیله نیروی آبی که به آنان برخورد می‌کند، باشند.

می‌توان با استفاده از تغییرات رنگ حالت رویایی و جالب بیشتری به آب داد. این حالت را می‌توان با استفاده از منابع مختلف نور متناسب با فیلترهای رنگی که خاموش و روشن می‌شوند و همچنین با استفاده از فیبرهای نوری که متناسب با چرخ‌های تغییر رنگ هستند به وجود آورد. وقتی از فیلترهای رنگ و چرخ‌های تغییر رنگ استفاده می‌شـــود باید کاهش بازده نور لامپ‌های روشنایی را در نظر گرفت. جدول (7) یک نمونه از روشنایی را نشان می‌دهد که نیاز به وضوح شکل و طرح‌های آب در ارتفاع‌های متعدد دارد.

ارزیابی پروژه‌های تکمیل شده

مانند هر پـــروژه‌ای، وقتی مرحله نصب کامل شـــد، فرصتی برای مرور و بازبینی نتیجه تمام‌شـــده وجود دارد. در (نورپردازی) روشنایی موثر، به خاطر اینکه وسیله برای تولید و خلق صحنه‌های قابل رویت وجود دارد، این ارزیابی مهم و ضروری می‌شود و ممکن است منجر به برخی تغییرات و اصلاحات پس از تکمیل کار شود.





شکل (17): جهت‌گیری لومینر با توجه به مسیر ریل

فهرست ارزیابی‌ها به شکل زیر است:

آیا روشنایی و چراغانی تاثیر لازم را داشته است؟

آیا طرح‌های مهم به طور متناسب نورپردازی و روشن می‌شوند؟

آیا بر ویژگی سازه یا ساختمان به طور خاصی تاکید شده است (مثلا، آیا تغییراتی برای رسیدن به هدف لازم است)؟

آیا میزان روشنایی و درخشندگی کافی است؟

چگونه در مقابل محیط مجاورش به نظر می‌رسد؟ (زمینه، شکل‌ها و طرح‌های دیگر در آن حوالی و ...) (به‌خصوص مهم است اگر پروژه برای یک استراتژی روشنایی و نورافکنی طولانی‌مدت‌تر آماده شده باشد).

آیا شکل رنگ‌پردازی مناسب است؟

آیا طرح مقادیر زیادی آلودگی نور تولید می‌کند و اگر این طور است ضمایم دیگری برای برطرف کردن این مساله لازم است؟

خلاصه

این مبحث با گفتن این مطلب شروع شد که تاثیر روشنایی متفاوت از دیگر فرم‌های بصری محیط بیرونی و خارجی است. روی هم رفته، تمامی این تکنیک‌های روشنایی و نورپردازی، متمرکز بر تولید یک اثر روشن هستند و این زمانی است که در یک پروژه قابل رویت، هنرمند و مهندس متخصص روشنایی و نورپردازی با یکدیگر همکاری می‌کنند.

تحقیقات زیادی برای شرح فرم، رنگ، تبیین و تضاد و طرح تمام چیزهایی که بُعد زیبایی به محیط می‌دهند ارائه شده‌اند. تاثیر روشنایی یا نورافکنی دارای آثار بی‌شماری در افزودن توجه بینایی و بیان ویژگی‌های ساختمان‌ها، شهرها و شهرک‌ها است. چنین روشنایی و نورپردازی باید به عنوان یک سرمایه‌گذاری پرمنفعت در جامعه امروزی دیده شود.

توصیه‌ها

جدول (8) به وضوح نشان می‌دهد که یک موقعیت در یک شهر بزرگ لازم است سه برابر همان موقعیت در یک دهکده روشن شود تا در مقابل سطوح دیگر برجسته به نظر آید. در یک پروژه با سطوح در هم آمیخته، هرگاه درخشندگی ظاهری لازم است، بخش گرانیتی باید چهار برابر بیشتر از ناحیه مجاور با آجر سفید روشن شود.

نواحی کار بیرونی

ساختار

هدف از روشنایی ناحیه کار بیرونی به وجود آوردن یک محیط کار امن و فراهم کردن میزان روشنایی کافی و مناسب برای استفاده‌کننده‌هایی است که فعالیت‌های متفاوت انجام می‌دهند.

توصیه‌های عمومی و کلی

وقتی که یک راه‌حل روشنایی و نورپردازی خوب را طراحی می‌کنیم فاکتورهایی که در انتخاب تاثیر خواهند گذاشت به شرح زیر هستند:

انتخاب منبع نور مناسب و قابلیت برق‌رسانی

وقتی یک منبع نور مناسب را برای کاربرد خاصی انتخاب می‌کنیم، فاکتورهای مهم تعیین‌کننده، موثر بودن نوردهی لامپ و توانایی تغییر رنگ آن می‌باشد. منابع روشنایی سدیم پرفشار به دلیل اینکه رابطه قابل قبول و خوبی را بین این فاکتورها برقرار می‌سازند، بسیار استفاده می‌شوند.

در کاربردهایی خاص، میزان بالاتری از تغییر رنگ ممکن است ضرورت

داشته باشد. اســتفاده از نور سفید به شدت بر تاثیر روشــنایی می‌افزاید؛ ولی برعکس، بازده تشعشــعات کمتر و از بین رفتن تشعشعات، مورد انتظار خواهد بود و باید تعــداد نورافکن‌ها را افزایش داد. به منظور به حداقل رســاندن تاثیر درخشش، استفاده از لامپی با میزان توان (وات) مرتبط با ارتفاع نصب نورافکن ضروری اســت. جدول (9) حداکثر مقدار وات‌های پیشنهادی برای ارتفاعات نصب روشنایی منطقه را نشان می‌دهد. کیفیت طراحی روشنایی را می‌توان با تحقق دادن تطابق کلی که در پیشنهادات نشان داده شده، بهبود داد.

انتخاب نورافکن‌های مناسب

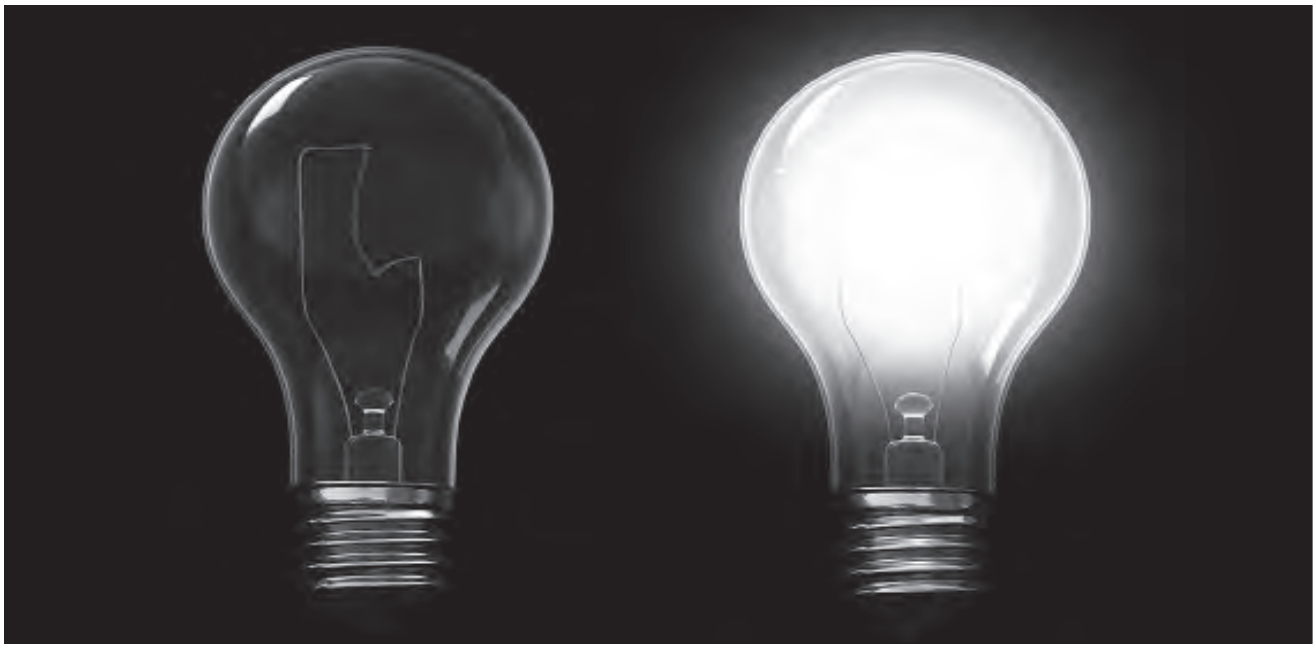
عملکرد نورافکن‌ها تحــت تاثیر گروه آلودگی‌هــای مربوطه قرار خواهد داشــت؛ بنابراین یــک نورافکن دارای نــوری با درجه بــالای IP، عملکرد کارآمدتری دارد. این موضــوع امکانات بالاتر حفظ و نگهداری را مهیا نموده و لذا راه‌حل روشــنایی مشابهی را با نورافکن‌های کمتر تحقق می‌دهد. این کار از امتیازی دوگانه در کاهش هزینه‌های نصب و راه‌اندازی برخوردار است. ممکن است سایر موضوعات مثل مقاومت در برابر خوردگی نیز به خصوص در مناطق نزدیک به ساحل، نیاز به لحاظ شدن داشته باشند.

نگهداری و لامپ‌گذاری مجدد

تعمیر و نگهداری ویژگی مهم دیگری است که باید در حین بررسی طرح کلی لحاظ گردد. نورافکن‌ها باید دائما بررسی و بازدید شوند تا تمیز کردن یا تعویض لامپ‌های آن‌ها آســان شــوند. این امر معمولا با پایین و بالاآوردن ســکوها صورت می‌گیرد که خودشان باید بتوانند به نورافکن‌ها دسترسی داشته باشند. در مناطقی که وسایل دسترسی به ستون‌های بالابر محدود است، ممکن است نصب ستون‌های بالا و پایین‌بر به منظور دسترسی به نورافکن‌ها عملی باشد. واحدهای روشنایی قرار گرفته روی دیرک‌های بلند معمولا دارای محفظه‌ای هستند که می‌توان آن را برای تعمیر و نگهداری پایین و به سطح زمین آورد و در این صورت نیاز به مساحت کاری 4 در 4 متر است.

آگاهی از هدر رفتن نور

هدر رفتن نور را باید بخشی محوری از فرآیند طراحی روشنایی در نظر گرفت. کنترل بهتر روشــنایی به منظور کاهش مقدار نور اضافی در اطراف مناطق کاری بیرونی روشن شــده ضرورت دارد. تعیین دقیق اهداف نورافکن‌ها می‌تواند به شــدت از میزان نور مســتقیم رو به بالا بکاهد. درک بهتر نورسنجی نورافکن،



میزان نور مفید را افزایش داده و هدر رفتن نور را کاهش می‌دهد. جایی که کنترل نور برای تضمین عدم سرایت روشنایی به بیرون از منطقه مورد نظر ضرورت دارد، استفاده از نورگیر توصیه می‌شود.

سایت‌های ساختمان

ضرورت‌های اصلی روشنایی سایت‌های ساختمان از این قرارند:

روشن‌سازی عمودی خوب علاوه بر روشنایی افقی خوب، ممکن است برای آن که کارگران بتوانند فعالیت‌های تعیین شده را موثرتر انجام دهند لازم باشند. از درخشش زیاد باید پرهیز شود چون می‌تواند پتانسیل وقوع حوادث در سایت‌های ساختمان‌سازی را افزایش دهد.

ویژگی خاصی که سایت ساختمان‌سازی را تبدیل به محیطی خطرناک می‌کند، تغییر مداوم دورنمای کاری است. همراه با کارخانه، تجهیزات و مصالح ساختمان، طرح‌های روشن‌سازی خوب نیز ضروری هستند تا تضمین کنند که محیط کار ایمن و بی‌خطر است. این امر به ویژه در طول ماه‌های زمستانی اهمیت دارد. روشنایی باید در مناطقی نصب شود که وسایل و نورافکن‌ها در معرض برخورد نبوده و ایده‌آل آن است که در مناطق ساختمان‌سازی در آینده، نیز نصب نگردند. ممکن است برای کمک به کارگران در انجام وظایفی خاص نیاز به روشنایی بیشتری باشد. مزیت استفاده از تجهیزات قابل حمل (پورتابل) روشنایی مکمل در این است که با جلو رفتن مراحل ساختمان‌سازی می‌توان جای آن‌ها را عوض کرد. جنبه دیگر روشنایی سایت ساختمان‌سازی، ضرورت ایمنی سایت است. سایت‌های ساختمان‌سازی ممکن است در معرض سرقت و تخریب اموال واقع شوند. افزایش روشنایی پیرامونی می‌تواند امکان وقوع چنین حوادثی را کاهش دهد. این روشنایی ممکن است تنها در خارج از ساعات کاری در طول شب برای کاهش هزینه‌های اجرایی کلی ضروری باشد.

اطراف ریل‌های راه‌آهن (محوطه‌های مرتب‌سازی) انبارهای کالا

نکات زیر را باید در هنگام روشن‌سازی این مناطق در نظر داشت:

اشتباه گرفتن روشنایی‌ها در هنگام علامت دادن: ارتفاع بالاتر نصب و قرارگیری منظم نورافکن‌ها از احتمال اشتباه کردن در علامت‌دهی و روشنایی خواهد کاست.

انعکاس از علائم: اطمینان یافتن از اینکه نورافکن‌ها با دقت مستقر شده‌اند، میزان این انعکاسات را به حداقل می‌رساند.

با استفاده از لامپ با توان مناسب برای ارتفاع نصب مربوطه آن و با استقرار دقیق و تعیین اهداف نورافکن‌ها می‌توان مقدار درخشش و خیرگی را به حداقل کاهش داد.

ایمنی برقی: باید دقت کرد که ستون‌ها و نورافکن‌ها بیش از حد به خطوط انتقال برق نزدیک نباشند.

خراب‌کاری: با توجه به ماهیت محیط‌های ریلی، نورافکن‌ها، به ویژه وقتی به آسانی قابل دسترسی باشند، باید دارای ساختمان محکمی بوده و تجهیزات پنهانی ضد خراب‌کاری مناسبی داشته باشند.

با تلاش برای اطمینان یافتن از اینکه نورافکن‌ها، مسیر راه‌آهن و بیننده در یک خط قرار دارند، می‌توان قابلیت دید را بهبود بخشید (شکل 17). اگر این ترتیب مناسب نباشد می‌توان نورافکن‌ها را قائم بر جهت ریل‌ها قرار داد. اما اثر بخشی روشنایی به دلیل سایه‌های ایجاد شده توسط واگن‌ها کاهش خواهد یافت. تاثیر این سایه‌ها را باید در طراحی مد نظر داشت. برای اهداف بررسی و تعمیر و یا ساخت قطارها باید در نظر گرفت که روشنایی وسایل نقلیه باید زیر سطح خاصی (ستون مخصوصی) باشد. انتخاب دقیق وضعیت نورافکن یا لامپ نیز ضرورت دارد تا تضمین شود که درخشش و چشم‌زدگی برای رانندگان یا کارگران مجاور مشکل‌ساز نمی‌گردد. این امر را می‌توان با مطمئن شدن از این که پرتوی پیک (حداکثر) در زیر زاویه 70 درجه از سطح عمودی قرار گرفته تحقق داد. به عنوان یک حساب سرانگشتی و تخمینی، حداکثر فاصله‌گذاری ستونی تقریبا برابر با دو برابر ارتفاع نصب نورافکن است. مثلا فاصله‌گذاری متعارف برای ارتفاع نصب 12 متری حدود 24 متر خواهد بود. این امر بسته به شرایط محلی است و از طرحی به طرح دیگر متفاوت است. از راه‌آهن‌های فرعی برای نگهداری موقت واگن‌هایی استفاده می‌شود که منتظر ورود به محوطه مرتب‌سازی جهت تفکیک کالا هستند. در محوطه مرتب‌سازی، واگن‌ها از میان منطقه‌ای باریکی برای رفتن به مقصد درست عبور می‌کنند. روشنایی منطقه باریک بیشتر از راه‌آهن فرعی است چون دیده شدن واگن‌های در حال حرکت و تشخیص موانع احتمالی مسیر اهمیت دارد. انبار کالا اصولا شامل راه‌آهن‌هایی فرعی برای انتقال کانتینرها از جاده به ریل راه‌آهن و راه‌آهن‌هایی برای نگهداری طولانی‌تر واگن‌ها می‌شود. مثل ناحیه باریک در محوطه مرتب‌سازی، بیشترین میزان روشنایی در بخش بارگیری/ تخلیه بار که کانتینرها در آن جابه‌جا می‌شوند، مورد نیاز است.

ادامه دارد...

شیرجه در پروژه‌های استخر شنا

نوشته: ریک دی گانتر
ترجمه: محمدرضا شاهی

در این مبحث خواهیم داشت:

- استفاده از پوشش‌های استخر خورشیدی
- بررسی نظرات موافق و مخالف درباره‌ی گرم‌کننده‌های استخر خورشیدی
- افزایش بازدهی انرژی در استخر شما
- بررسی سامانه‌های گرم‌کننده‌ی ساده و پیچیده و انجام برخی پروژه‌ها

تقریبا هر کسی می‌خواهد در انرژی صرفه‌جویی کند و به کاهش گازهای گلخانه‌ای کمک کند. هزینه‌های معین مانند حمل و نقل، گرما و نور تنها نیازهای ضروری و اولیه‌ی انرژی برای اکثر افراد هستند (اگرچه آن‌ها را هم می‌توانید کاهش دهید). نیازهای دیگر شامل تامین گرما برای استخر اساسا امکاناتی گزینشی برای انسان به شمار می‌روند. اگر شما اصل مبنایی صرفه‌جویی در انرژی را قبول دارید، تنها راه حل واقعی استفاده از انرژی خورشیدی برای گرم کردن استخر است. زیرا این تنها شیوه‌ای است که کاملا عاری از آلودگی است.

خوشبختانه پروژه‌های استخر برای کسانی که خودشان کارها را انجام می‌دهند، بسیار قابل دسترس است. شما می‌توانید حداقل 200 دلار و حداکثر 5000 دلار هزینه کنید. در این مقاله به شما نشان می‌دهم چگونه بهترین سامانه را برای نیازهای خود انتخاب کنید و نیز یک جفت پروژه‌ی سرگرم‌کننده را ارائه خواهم داد که خود شما می‌توانید بسازید و در داخل فرآیند می‌توانید مطالب زیادی درباره‌ی سامانه‌های انرژی خورشیدی کشف کنید.

ایجاد گرما با پوشش‌های استخر خورشیدی

ارزان‌ترین و موثرترین سامانه‌ی گرم‌کننده‌ی خورشیدی برای استخر استفاده از یک پوشش خورشیدی است. شما می‌توانید این پوشش را با قیمتی حدود 0/30 دلار به ازای هر فوت مربع تهیه کنید. بنابراین پوشاندن

اســـتخری با اندازه‌ی متوســـط حدود 130 دلار هزینه دارد. تنها استفاده از یک پوشـــش پلاستیکی می‌تواند هر سال در پایان تابســـتان فصل شنای شما را دو ماه طولانی‌تر کنـــد. برای مثال در باختر میانه[1] قـــادر خواهید بود از نیمه‌ی ماه می تا نیمه‌ی سپتامبر– به مدت چهار ماه تمام– در استخری شنا کنید که با هیچ وسیله‌ای گرم نمی‌شود. اما اگر از پوششی استفاده کنید، می‌توانید از نیمه‌ی ماه آوریل تا نیمه‌ی اکتبر شنا کنید و در طول تمام فصل شنا آب برای شنا مناسب‌تر خواهد بود که به این معناست که از استخر خود استفاده‌ی بسیار بیشتری خواهید کرد.

درک چگونگی کارکرد پوشش

علی‌رغم این واقعیت که ناحیه‌ی سطحی اکثر استخرها وسیع است، مقدار بسیار کمی از نور خورشـــید به صورت گرما در آن‌ها ذخیره می‌شود. آب استخر شفاف است (امیدوارم که این‌گونه باشـــد). بنابراین به سادگی نور خورشید را از خود عبور می‌دهد.

پوشش نور خورشـــید را جذب می‌کند و ســـپس گرمای آن را به آب منتقل می‌کند. برای این دلیل خیلی روشـــن برخی پوشـــش‌ها سیاه رنگ هستند. اما آن‌هایی که بیشترین کاربرد را دارند، از پلاستیک روشن ارزانی ساخته شده‌اند که شبیه لفاف حباب مانندی است که برای بسته‌بندی به کار می‌رود. این پوشش‌ها از مواد ویژه‌ای ساخته شده‌اند که برای ذخیره کردن نور خورشید به صورت گرما طراحی شـــده‌اند و حباب‌های هوا به عنوان عایق عمـــل می‌کنند تا گرما در آب استخر به دام بیفتد.

پوشش می‌تواند کارهای زیر را انجام دهد:

از فرار گرما از اســـتخر شـــما جلوگیری کند: حفظ گرما برای هنگام شب یعنی زمانی که هوای بیرون استخر از داخل آن خنک‌تر است، اهمیت ویژه‌ای دارد. یک استخر فاقد پوشش در طول یک شب خنک، به آسانی 4 یا 5 درجه‌ی فارنهایت از گرمای خود را از دست می‌دهد.

تبدیل مستقیم پرتو نور خورشـــید به گرمای قابل استفاده: در یک استخر زیرزمینی پوشش می‌تواند به ازای هر 12 ساعت استفاده، تا 5 درجه‌ی فارنهایت دمای آب را افزایش دهد و اگر به مدت 20 ساعت مداوم از پوشش استفاده شود، این افزایش دما به 10 درجه خواهد رســـید. وقتی بر فراز استخر خود از پوشش استفاده می‌کنید، می‌توانید دســـت خود را به سطح زیرین آن بچسبانید و واقعا احساس گرما کنید.

محدود شـــدن میزان تبخیر آب: تبخیر هر گالن آب بـــا دمای 80 درجه‌ی فارنهایت حدود 8000 (34 Btu/2 کیلووات ســـاعت) انرژی را در اســـتخر تلف می‌کند.

کاهش تقلیل شیمیایی: این مزیت هزینه را کاهش می‌دهد و شما می‌توانید آن را به عنوان شکلی از صرفه‌جویی در انرژی ملاحظه کنید.

مرور ملاحظات کاربردی

شما مجبورید پوشـــش را روی آب قرار داده و سپس آن را جمع کنید. من با آزادی کامل اعتراف می‌کنم پوشش می‌تواند یک دردسر بزرگ باشد. شاید فقط تصمیم بگیرید اندازه‌ی سطح جمع‌کننده‌های خورشیدی خود را افزایش دهید. بنابراین مجبور نیستید با پوشش سروکار داشته باشید. اما تقریبا هر کسی که تا کنون از پوشش استفاده کرده است، می‌تواند به شما اطمینان دهد که درست کار می‌کند و سامانه‌هایی از انواع مختلف– برخی دستی و برخی دیگر خودکار– در دسترس هستند که پوشش را جمع کرده و یا آن را جایگزین می‌کنند. در واقع خود شما اصلا کاری انجام نمی‌دهید و هر گاه نیاز داشتید، این پوشش‌ها جمع یا باز می‌شوند.

سامانه‌های دستی حدود 300 دلار هزینه دارند. آن‌ها پوشش را بسیار شبیه به نورگیر پنجره، جمع می‌کنند. اما با ایـــن وجود مجبورید خودتان دوباره آن را روی استخر بگســـترانید که احتمالا به این معناست که ابتدا خودتان باید داخل آب بروید. به هر ترتیب گرداندن دســـته آسان نیست. افرادی که بالاتنه‌ی زیاد قدرتمندی ندارند، ممکن است با دشواری فراوانی این کار را انجام دهند.

ســـامانه‌های خودکار می‌توانند بیش از 1000 دلار هزینه داشـــته باشند و نصب آن‌ها نیز باری بر هزینه‌ها تحمیل می‌کند. اما اگر از آن‌ها اســـتفاده کنید، تمام کاری که باید انجام دهید فشار دادن یک کلید است و بفرمایید، این هم باز و بسته شدن پوشش در یک چشم به هم زدن (زیرا حداقل از دیدگاه نظری تمامی سامانه‌های مکانیکی مستعد خرابی هستند).

هشدار!

وقتی از پوشـــش اســـتفاده نمی‌کنید، آن را زیر نور مســـتقیم خورشید قرار ندهید. آن‌ها واقعا داغ می‌شوند و مواد پلاستیکی استحاله می‌شوند.

به دست آوردن بیشترین مزایا بدون استفاده از پوشش استخر

نکته‌ی عالی آن است که نیازی نیست تمام استخر خود را بپوشانید تا مزایای آن را به دست آورید. بسیاری از استخرها از نظر ظاهری به شکل کلیه هستند. اما می‌توانید یک پوشش مستطیلی را روی استخر شناور کنید و با وجود اینکه کل استخر را نمی‌پوشاند، کمک قابل ملاحظه‌ای خواهد بود.

اشاره

تنها زمانی از پوشـــش استفاده کنید که می‌دانید چند روز مداوم نمی‌خواهید از استخر استفاده کنید. اما اگر هر روز شنا می‌کنید، می‌توانید آن را کنار بگذارید. در طول داغ‌ترین ماه‌های سال به پوشش نیازی ندارید که زمانی است که حداکثر مردم می‌خواهند شنا کنند. فقط آن را جمع کنید و برای مدت یک فصل در جایی نگه دارید.

هشدار!

پوشش‌ها می‌توانند خطرناک باشـــند. اگر فردی (به ویژه یک کودک) به داخل پوشش استخر ســـقوط کند، ممکن است در پوشش پیچیده شـــود و گیر کند که خلاصی از شر آن می‌تواند بسیار دشوار باشد. یا اگر کسی که زیر پوشش شنا می‌کند و می‌خواهد برای تنفس به ســـطح آب بیاید، شـــناگر هیچ چیزی پیدا نمی‌کند. مراقب باشـــید و برای جلوگیری از آن نظارت ویژه‌ای انجام دهید.

البته وقتی پوشش در حال مندرس شدن اســـت، می‌توانید آن را تعویض کنید. وقتی پوشش لفاف حبابی پلاستیکی کهنه می‌شود، خرده‌های پلاستیک می‌توانند به داخل فیلتر وارد شوند و حتا کاغذ فیلتر را ببرند و خرید یک فیلتر جدید و گران را لازم کنند.

نگاهی به جمع و تفریق‌ها

استفاده از سامانه‌ی گرم‌کننده‌ی خورشیدی برای استخر شما بسیار عاقلانه است. برای شـــروع کننده‌های کار نصب می‌تواند بسیار آسان باشد. ساده‌ترین ســـامانه‌ها حدود یک ساعت زمان می‌برند. شـــما می‌توانید با دامنه‌ی وسیعی از هزینه‌ها و پیچیدگی‌ها نیز این ســـامانه‌ها را طراحی کرده و بسازید. اما روی سامانه‌ای تمرکز کنید که دقیقا با نیازهای شما هم‌خوانی داشته باشد. استخرها پیش از این در سامانه‌های تصفیه‌ی خود پمپ‌ها و کنترل‌کننده‌هایی داشته‌اند. بنابراین آزمودن صفحات جمع‌کننده‌ی خورشیدی با تجهیزات موجود، روشی بسیار ساده و روشن است.

جمع‌کننده‌های خورشیدی استخر ارزان هستند. زیرا نیازی به لعاب‌کاری یا درزگیری ندارند. به علاوه آن‌ها ممکن است ساختاری سست و کم‌دوام داشته باشند. زیرا شکستن آن اتفاق وحشتناکی نیست. شما می‌توانید با قیمتی پایین سطحی بسیار وسیع به دست آورید.

در بخـــش زیرین جمع‌کننده‌های خورشـــیدی، بار وارد به پمپ اســـتخر افزایش می‌یابد که باعث می‌شود برای تصفیه‌ی مقدار معینی آب برق بیشتری مصرف کند. بسیار خوب، صفحات خورشیدی استخر شما به طور کامل جدا از

صورت‌حساب‌های انرژی نیستند! شـــاید در آگهی‌ها ببینید آن‌ها کاملا رایگان هستند اما در واقع این‌گونه نیست.

به خاطر بسپارید

اگر سامانه‌ی شما به درستی طراحی شده باشد، استفاده از انرژی خورشـــیدی برای گرم کردن اســـتخر شما بسیار ارزان‌تر از گزینه‌های دیگر ماننـــد گرم‌کننده‌های گازی، گرم‌کننده‌های برقی و مانند آن است. اما اگر سامانه‌ی شما طراحی نامناسبی داشته باشد، ممکن اســـت به جایی منتهی شود که هزینه‌ی برق شـــما بیشتر از آنچه از گرما به دســـت می‌آورید افزایش یابد. و سامانه‌ای با طراحی نامناسب می‌تواند موتورهای پمپ گران را واقعا به سرعت فرسوده کند.

بهینه‌سازی استخر شما

اشاره

افزایش کارآیی استخر شما نخستین گام مهم است. چگونگی بهینه‌ســـازی مصرف انرژی در اســـتخر شـــما در زیر می‌آید. بنابراین اگر انرژی خورشیدی را اضافه کنید، بیشترین مزیت را برای جیب خود به دست خواهید آورد:

کاهش خمیدگی‌ها در لوله‌کشـــی. خمیدگی‌های تیز در لوله‌کشی جریان را کند می‌کنند و برای انجام همان کار به نیروی بیشـــتری نیازمندند. بدبختانه بسیاری از سازندگان استخر کاملا این نیاز ساده را نادیده می‌گیرند. اگر لوله‌های شما در تمام طول مکان کشیده شده‌اند، سامانه را از نو بسازید– PVC وسیله‌ای است که کار با آن آسان است.

مطمئن شـــوید که تمام دریچه‌ها به درســـتی کار می‌کنند. اگر دریچه‌های ورودی دارید، آن‌ها را با دریچه‌های توپی که بســـیار کارآمدتر هستند، جایگزین کنید. مطمئن شوید که تمام دریچه‌های توپی کاملا باز یا بسته هستند.

فیلتر را تمیز نگه دارید. یـــک فیلتر کثیف به پمپ بار اضافی وارد می‌کند که تولید انرژی بیشتر هزینه‌ی خیلی زیادی به بار می‌آورد. اگر فیلتر شما کهنه است، آن را جایگزین کنید. فیلترهای فشنگی بســـیار بهتر از فیلترهای زمینی با جدار سیلیسی هستند.

یک پمپ کوچک‌تر و باکارآیی بالاتـــر نصب کنید و روزانه مدت کمی آن را به کار بیندازید. تا حد امکان از کوچک‌ترین و کارآمدترین پمپ اســـتفاده کنید. قدرت ســـه چهارم اسب بخار معمولا مناسب اســـت. اگر از عمر پمپ شما چند ســـال می‌گذرد و با ظرفیت کافی برای استفاده‌ی صفحه‌ی خورشیدی طراحی نشده است، خرید یک پمپ جدید مطمئنا به صرفه خواهد بود. اکثر مردم متوجه می‌شوند که می‌توانند پمپ اســـتخر خود را بسیار کمتر از زمانی به کار اندازند که معمولا از آن استفاده می‌کنند و با این وجود پاکیزگی رضایت‌بخشی را به دست آورند. یکبار آن را امتحان کنید.

یک پمپ قدرت آب استخر شما را خیلی سریع‌تر تصفیه می‌کند و برخی افراد این سرعت را دوست دارند. زیرا به این معنی است که شما می‌توانید پمپ را کمتر به کار اندازید (که باز به این معنی است که شما کمتر به این نکته توجه می‌کنید). اما در اینجا مساله‌ای وجود دارد: اگر شما تصمیم گرفته‌اید صفحات خورشیدی را کار بگذارید، مقدار گرمایی که آن‌ها به اســـتخر منتقل می‌کنند تابعی از مقدار زمانی است که آب در آن‌ها جریان دارد. در واقع مقدار آبی که جریان می‌یابد اصلا مهم نیست. بنابراین اگر پمپ بزرگی داشته باشید که آب را به سرعت به حرکت درآورد، آب زمان کمتری در صفحات جریان می‌یابد و از صفحات خورشـــیدی خود حداکثر استفاده را نمی‌کنید.

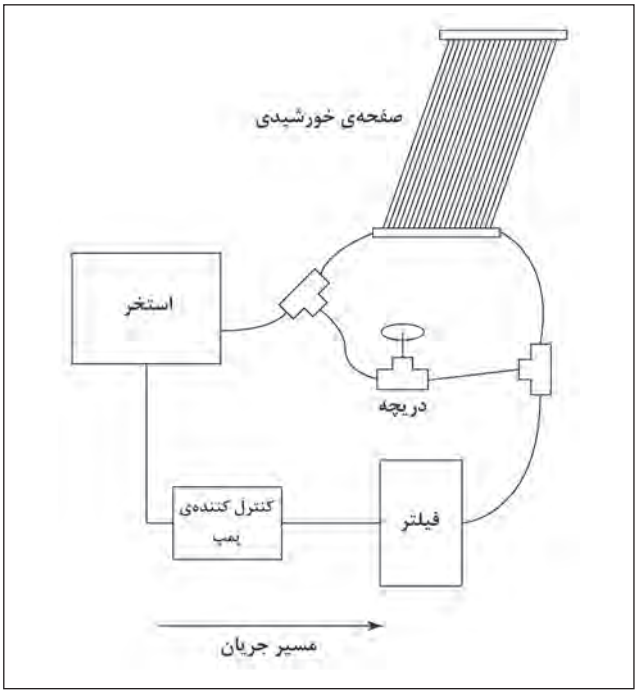
اطراف استخر خود چند بادشـــکن نصب کنید. باد می‌تواند میزان تبخیر را تا 300٪ یا بیشتر افزایش دهد که انرژی بسیار زیادی را تلف می‌کند. واقعا بسیار بیشتر از آنچه بتوانید فکر کنید.

درک یک سامانه‌ی ابتدایی و ساده

شکل (1) ســـاده‌ترین ســـامانه‌ی ممکن را برای گرم کردن استخر شما با استفاده از یک صفحه‌ی خورشیدی نشـــان می‌دهد. سامانه‌ی استخر شما تا کنون شامل پمپ، کنترل‌کننده و فیلتر بوده اســـت، به علاوه‌ی لوله‌های PV که مســـیر جریان آب را مشخص می‌کنند. بعد از فیلتر وارد مسیر PVC شوید و از یک جفت شیلنگ انعطاف‌پذیر (یا اگر ترجیح می‌دهید همان لوله‌ی PVC) برای صفحه‌ی جمع‌کننده‌ی خورشیدی استفاده کنید. می‌توانید آن را روی زمین یا در برابر یک شیب قرار دهید تا مقداری خمیدگی زاویه‌دار به سمت خورشید داشته باشید.

وقتی دریچه بســـته است، آب به طور اختصاصی از جمع‌کننده یا صفحه‌ی خورشـــیدی جاری می‌شـــود و آب را گرم می‌کند. همین که دریچه را باز کنید، جریان آب از طریق صفحه‌ی جمع‌کننده کمتر و کمتر می‌شـــود. زیرا جریان آب در مسیر دریچه بســـیار آسان‌تر اســـت. در این روش می‌توانید تنظیم کنید چه مقدار گرما به استخر شما انتقال یابد. احتمالا در میانه‌ی تابستان اصلا گرمایی از صفحه نمی‌خواهید.

صفحات جمع‌کننده‌ی خورشـــیدی در اکثر فروشگاه‌های لوازم استخر در دسترس هستند. شـــما می‌توانید با حدود 220 دلار هزینه صفحه‌ای با ابعاد 4×



شکل (1): یک سامانه‌ی ساده‌ی گرم‌کننده‌ی استخر خورشیدی

20 فوت تهیه کنید. یک شـــیلنگ انعطاف‌پذیر حدود 15 دلار قیمت دارد. گاهی اوقات وجود مبدل‌های برق نیز ضروری است.

اشاره

چند شـــیوه در زیر می‌آید تا ســـامانه را با بهترین کارکرد به کار اندازید:

وقتی پمپ اســـتخر کار می‌کند، صفحه‌ی جمع‌کننده‌ی خورشیدی را در جایی قرار دهید که بیشترین نور خورشید را جذب کند. اگر نمی‌خواهید در اواخر عصر از پمپ استفاده کنید، نسبت به در سایه قرار گرفتن جمع‌کننده در آن زمان نگران نباشـــید. شاید نیاز باشـــد زمان کارکرد پمپ را تنظیم کنید تا با شرایط نور خورشید هماهنگ باشد.

اگر صفحه‌ی جمع‌کننده‌ی خورشیدی را روی بام خود قرار می‌دهید، سعی کنید مقاومت در برابر جریان آب را به حداقل برسانید. احتمالا جمع‌کننده‌هایی که روی بام نصب می‌شوند بهتر کار می‌کنند. اما مسیر لوله‌کشی آن‌ها پیچیده‌تر خواهد بود و با این کار میزان بار وارد به پمپ خود را افزایش می‌دهید. اگر از PVC استفاده می‌کنید، زاویه‌های تنگ را به حداقل برسانید و از لوله‌ای با قطر 2 اینچ استفاده کنید.

تا حد امکان صفحه‌ی خورشـــیدی را در معرض باد قرار ندهید. باد باعث جریان همرفت سرما می‌شود که منجر به گرم شـــدن کمتر آب می‌گردد. با این وجود به خاطر داشته باشید که قرار دادن صفحه در معرض نور خورشید مهم‌تر از دور نگه‌داشتن آن از وزش باد است.

برای کســـب بیشترین گرما پمپ اســـتخر را در آفتابی‌ترین زمان روز به کار اندازید. هر چه پمپ زمان بیشـــتری کار کند، گرمای بیشتری به استخر منتقل می‌شـــود. با این وجود اگر در میانه‌ی تابســـتان پمپ خود را در طول ســـاعات درخشش خورشید هم‌راستا با یک جمع‌کننده‌ی خورشیدی به کار اندازید، شاید اســـتخر واقعا بیش از حد داغ شـــود. به جای این کار می‌توانید شب‌ها از پمپ استفاده کنید.

محاسبه کنید که آیا از پوشش اســـتخر استفاده خواهید کرد؟ اگر از پوشش استخر توأم با صفحه‌ی خورشیدی استفاده کنید، می‌توانید دما را تا 15 درجه‌ی فارنهایت بالا ببرید. اگر از پوشـــش اســـتفاده نمی‌کنید، حدودا از ٪50 ناحیه‌ی سطحی بیشتر در جمع‌کننده‌های خود اســـتفاده کنید تا مزیت‌های همان دما را به دســـت آورید (البته با این فرض که جمع‌کننده‌های شما زیر نور خورشید قرار دارند).

اگر می‌خواهید از دو صفحه‌ی جمع‌کننده یا بیشتر استفاده کنید، آن‌ها را به طور موازی به هم متصل کنید. صفحات انعطاف‌پذیر جمع‌کننده طوری طراحی شده‌اند که در یک آرایش موازی «گروهی» با هم هماهنگ باشند و همان‌طور که در شکل (2) نشان داده شده است در دسترس هستند.

جمع‌کننده‌های خورشیدی موازی- گروهی همان نوعی هستند که معمولا روی بام‌ها می‌بینید. می‌توانید هر تعداد از آن‌ها را که بخواهید در کنار هم قرار دهید. هر چه از تعداد صفحات بیشتری استفاده کنید، کار پمپ آسان‌تر می‌شود و گرمای بیشتری جذب می‌کنید. برخی ادعا می‌کنند اگر شمار مناسبی از آرایش‌های جدید را به کار ببرید، بازدهی بالاتر خواهد رفت.

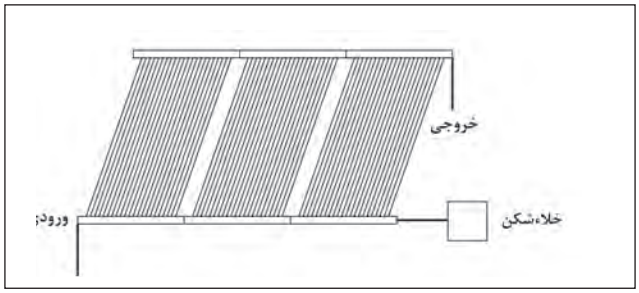
شکل (2) جمع‌کننده‌ی خورشیدی موازی- گروهی که ایجاد لوله‌های متعدد آب را پیشنهاد می‌کند. با این کار فشار کلی آب کاهش می‌یابد در حالی که همان مقدار آب گرم می‌شود.

تصمیم‌گیری درباره‌ی اندازه‌ی جمع‌کننده‌ها

قاعده‌ی کلی آن است که از تمام سطح جمع‌کننده استفاده کنیم که اندازه‌ی آن حدود نیمی از سطح استخر است. اما این اندازه تا حد زیادی متنوع است. اندازه‌ی جمع‌کننده به شماری از عوامل بستگی دارد که به شرح زیر است:

مدت کارکرد پمپ: هر چه این مدت طولانی‌تر باشد، جمع‌کننده در هر اندازه‌ای که باشد گرمای بیشتری را به استخر منتقل می‌کند. بنابراین اگر زمان بیشتری پمپ را به کار اندازید، می‌توانید از جمع‌کننده‌ی کوچک‌تری استفاده کنید (به این نکته توجه کنید که هنوز به نور خورشید نیازمندید و اگر جمع‌کننده‌ها را بیش از حد به کار اندازید، دیگر نور خورشید در دسترس نخواهد بود). اگر آب با مقدار و سرعت بیشتری از جمع‌کننده‌ها جاری شود، خوب کار نخواهند کرد.

مکان استخر: اگر استخری بالاتر از سطح زمین دارید، اتلاف گرما بسیار



شکل (2): جمع‌کننده‌ی خورشیدی موازی- گروهی

بیشتر است. شما به جمع‌کننده‌ای با فضای سطحی بیشتر نیاز دارید.

نیروی بالقوه‌ی خورشیدی وقتی پمپ روشن است: توجه کنید صفحات خورشیدی شما چگونه جهت‌گیری کرده‌اند. چه مقدار نور خورشید به دست می‌آورید؟ جهت بسیاری از بام‌ها رو به جنوب نیست. بنابراین جمع‌کننده‌هایی که هم‌سطح با بام نصب شوند کارآیی لازم را متناسب با توان خود نخواهند داشت. در روزهای مه‌آلود نیز نور زیادی جذب نمی‌کنند. در چنین مواردی به فضای سطحی بیشتری نیازمندید. برای مثال در سیاتل نسبت به فونیکس به فضای سطحی بیشتری نیاز دارید.

سایه: اگر مشکل وجود سایه دارید، می‌توانید آن را حل کنید. اما شاید نخواهید این کار را بکنید. اگر واقعا به سرسبزی نیاز ندارید، قطع درخت بلوط پیر خانه تنها یک گزینه است. در غیر این صورت جمع‌کننده‌ی بزرگ‌تری انتخاب کنید.

باد: اگر در محل زندگی شما وزش باد خیلی زیاد است، جمع‌کننده‌ها کارکرد ناکارآمدی خواهند داشت. جمع‌کننده‌های ICS باز که برای استخرها به کار می‌روند، برعکس جمع‌کننده‌های لعاب‌دار، برای نواحی بادخیز بسیار عاقلانه هستند. بنابراین اگر در اقلیم بادخیز زندگی می‌کنید، یا اندازه‌ی جمع‌کننده‌ی خود را بزرگ‌تر کنید و یا میزان کارکرد روزانه‌ی پمپ را افزایش دهید.

نصب یک سامانه‌ی کامل

استخرها هزینه‌ی بسیار زیادی متجاوز از 30000 دلار دارند. اگر از هیچ یک از انواع گرم‌کننده‌ی استخر استفاده نمی‌کنید، احتمالا حدود چهار ماه از سال

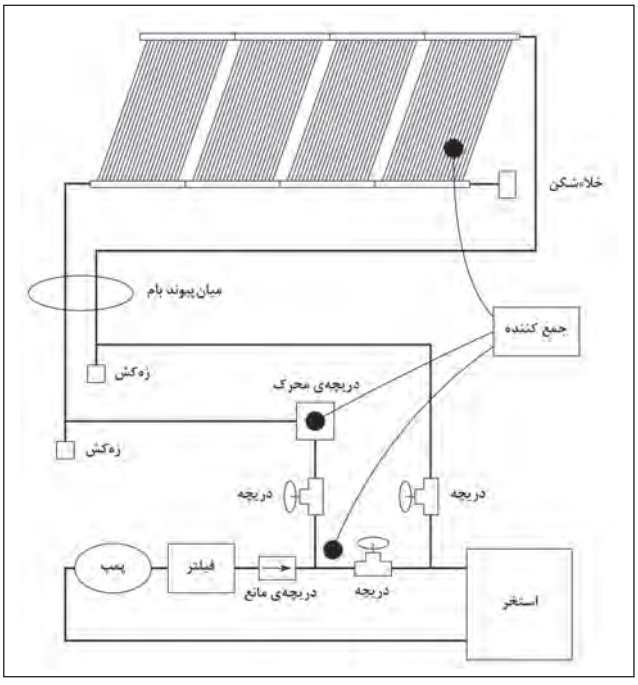
استخر قابل استفاده خواهد بود. اگر یک سامانه‌ی گرم‌کننده برای استخر نصب کنید می‌توانید فصل شنا را به هشت ماه در سال برسانید. این استدلال محبوبیت گرم‌کننده‌های استخر را شرح می‌دهد.

شکل (3) طرحی از یک سامانه‌ی کامل خورشیدی استخر با مقیاس کامل و درجه‌ی حرفه‌ای را نشـــان می‌دهد. وقتی پمپ روشن است، خود جمع‌کننده با اندازه‌گیری دمای تمام جمع‌کننده‌ها و آب استخر تعیین می‌کند که آیا آن‌ها را فعال کند یا خیر؟ وقتی گرما در جمع‌کننده در دســـترس است، دریچه‌ی محرک باز می‌شـــود و پمپ آب را به داخل جمع‌کننده‌ها هدایت کرده و سپس به استخر بازمی‌گرداند.

جزئیاتی کاربردی و عملیاتی در زیر می‌آید:

وقتی جمع‌کننده دریچه‌ی محـــرک را از کار می‌اندازد و اجازه نمی‌دهد آب بیشتری به داخل جمع‌کننده‌ها جاری شود، خلاءشکن به سامانه اجازه می‌دهد به دو دلیل خود را از مایع خالی کند:

شـــب‌ها در جمع‌کننده‌ها به آب نیازی ندارید. زیرا آب سرد می‌شود و وقتی



شکل (3): سامانه‌ی کامل استخر

روز بعد برای اولین بار جمع‌کننده‌ها را فعال کنید، ناگهان مقداری آب ســـرد به استخر شما می‌ریزد که با هدف گرم کردن استخر در تضاد است.

تخلیه‌ی آب از جمع‌کننده‌هـــا تضمین می‌کند آب درون آن یخ نزند و باعث ترکیدگی لوله‌ها یا جمع‌کننده نشود.

دریچه‌ی مانع از جاری شدن آب در جهت معکوس از پمپ و فیلتر جلوگیری می‌کند.

شما از دریچه‌های دستی استفاده می‌کنید تا ســـامانه را از کار بیندازید و در فصل‌هایی که از آن استفاده نمی‌کنید یا در زمان استفاده، لوله‌ها را تمیز کنید.

مردم تقریبا همیشه جمع‌کننده‌های خورشیدی را روی بام نصب می‌کنند. جمع‌کننده‌ها باید کمی رو به پایین کج شـــوند تا آبکشی تسهیل شود. در هنگام انجام این کار مطمئن شوید که آسیبی به بام نمی‌زنید و باعث ایجاد درز نمی‌شوید.

اشاره

اگر صفحات خورشیدی خود را روی بام کار می‌گذارید، به خاطر داشته باشـــید که پمپ باید آب را به ارتفاع صفحات خورشیدی برساند. اگر ارتفاع صفحات بسیار بالاتر از استخر باشد، احتمالا برخی از پمپ‌ها قادر نیستند این کار را انجام دهند. بدانید پمپ شما چه ویژگی‌هایی دارد. ویژگی اختصاصی پمپ ارتفاع فشاری نامیده می‌شود و با واحد اندازه‌گیری فوت نشان داده می‌شود. برای اطمینان فاصله‌ی میان سطح استخر تا انتهای جمع‌کننده را اندازه بگیرید و 4 فوت به آن اضافه کنید.

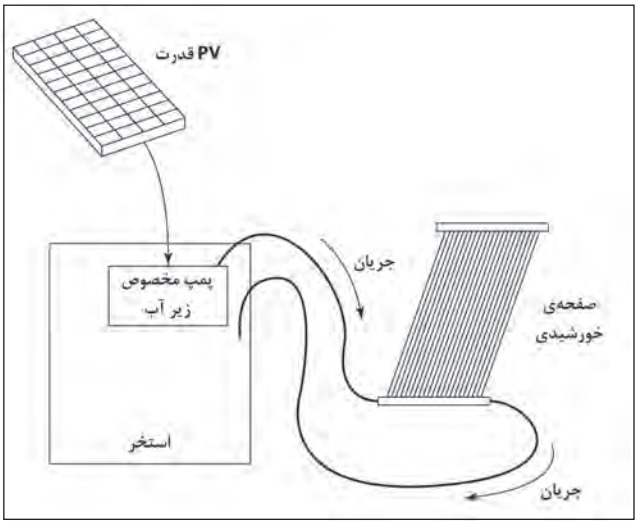
لوله تقریبا همیشـــه PVC 2 اینچ اســـت. تعداد زانویی‌های 90 درجه را به

حداقل برسانید. زیرا آن‌ها مقاوت در برابر جریان آب را افزایش می‌دهند که این مقاومت نیز به نوبه‌ی خود باعث می‌شود پمپ سخت‌تر کار کند.

می‌توانید سامانه‌ی خود را طوری طراحی کنید که در آینده گسترش یابد. با این کار می‌توانید هر جا که خواستید، قطعات را به صورت مجزا تعویض کنید. با این روش بدون نگرانی از ترکیدن چیزی یا صدمه رساندن به خانه، می‌توانید شاخص‌های کارکردی را آزمایش کنید. بدترین نتیجه‌ای که می‌توانید بگیرید، بام یا حیاط خلوتی کاملا آب گرفته– یا شاید آسیب زدن به خود– است.

ساخت یک سامانه‌ی ساده در خانه

سامانه‌ی گرم‌کننده‌ی استخر خورشیدی ساده و خانگی، همان‌طور که در شکل (4) نشان داده شده است به صورت ایده‌آلی کار می‌کند و خودتان می‌توانید به طور کامل آن را بسازید. پمپ مخصوص زیر آب را داخل آب استخر قرار دهید. این پمپ همیشه آماده‌ی کار است و جدا از نیروی 12 VDC که PV قدرت آن را فراهم می‌کند، کار می‌کند. مقدار آبی که پمپ از صفحه‌ی جمع‌کننده‌ی خورشیدی عبور می‌دهد، کاملا به مقدار نور خورشیدی بستگی دارد که به PV قدرت برخورد می‌کند. هنگام شب پمپ اصلا کار نمی‌کند. در روزهای ابری پمپ به کندی کار می‌کند. در آفتابی‌ترین زمان پمپ با سرعت کامل به کار می‌افتد.



شکل (4): سامانه‌ی گرم‌کننده‌ی خورشیدی استخر خانگی که جمع‌کننده‌ی خورشیدی و پمپ خورشیدی خود را با هم ترکیب می‌کند.

چون پمپ سامانه‌ی گرم‌کننده از پمپ تصفیه‌ی شما جداست، می‌توانید پمپ تصفیه‌ی استخر خود را فقط برای 2 ساعت به کار اندازید بدون آنکه بر میزان گرمایی که از جمع‌کننده‌های خود می‌گیرید تاثیری داشته باشد. در برخی مکان‌ها میزان قدرت در طول روز و شب بسیار متفاوت است. شما شب‌ها تمایل دارید پمپ تصفیه‌ی خود را به کار اندازید درحالی‌که در طول روز باید از جمع‌کننده‌های خورشیدی خود استفاده کنید و با این سامانه مشکل را حل می‌کنید.

صفحه‌ی PV خورشیدی برای تغذیه‌ی پمپ حدود 130 دلار و خود پمپ نیز حدود 40 دلار هزینه دارد. مجموع هزینه 170 دلار است. صورت‌حساب انرژی پمپ استخر خود را در حداقل ممکن نگه دارید. با اینکار شاید در یک فصل به حد کافی صرفه‌جویی کنید تا هزینه‌ی تمام بخش‌های سامانه‌ی جدید خود را پرداخت کنید.

شما باید پمپ مخصوص زیر آبی با ارتفاع فشاری کافی بگیرید تا آب را به ارتفاع جمع‌کننده برساند. برای تعیین ارتفاع فشاری ایده‌آل فاصله‌ی عمودی را از سطح آب تا جمع‌کننده اندازه بگیرید و 4 اینچ به آن اضافه کنید. اگر جمع‌کننده را روی زمین قرار دهید، تقریبا هر پمپی کار را انجام خواهد داد. اگر بتوانید جمع‌کننده را زیر سطح استخر قرار دهید، قادر خواهید بود از خواص فیزیکی

سیفون کمک بگیرید.

شما بین جمع‌کننده‌ی خورشیدی، لوله‌کشی و PV قدرت به سیم‌کشی نیز نیاز دارید. صفحه‌ی VDC 12 باید به حد کافی قوی باشد تا پمپ شما را تغذیه کند.

ساخت جمع‌کننده با کوشش خود شما

این پـــروژه این تجربه را به همراه دارد که جدا از لوله‌کشـــی روکار ســـیاه و پلاستیکی، خودتان جمع‌کننده را بسازید. اگر جمع‌کننده‌ی شما بشکند، در یک چشم به هم زدن می‌توانید آن را تعمیر کنید که جمع‌کننده‌هایی که به طور تجاری در دســـترس هستند، این‌گونه نیســـتند. جمع‌کننده‌ی خود را با سامانه‌ی پمپ مخصوص زیر آب که با PV کار می‌کند، ترکیب کنید. با اینکار می‌توانید با قیمتی بســـیار ارزان یک سامانه‌ی خورشیدی گرم‌کننده‌ی اســـتخر بسیار موثر داشته باشید و می‌توانید تمام کار را خودتان انجام دهید.

ابتدا ابزارها و مواد سازنده‌ی خود را جمع‌آوری کنید:

لوله‌کشی روکار سیاه و پلاســـتیکی: با 30 دلار می‌توانید 1000 فوت رول لوله‌ی ۱/۴ in بخرید که حدود 21 فوت مربع از جمع‌کننده را تامین می‌کند.

اتصالات: وقتی لوله‌ها را می‌خرید، اتصالاتی تهیه کنید که به آن‌ها بخورد. باید لوله‌کشی را تا سطح حد فاصل پمپ امتداد دهید و چون چندین نوع متفاوت پمپ وجود دارد، تصمیم با خود شماست.

ابزار نصب: قصد دارید جمع‌کننده‌ی خود را کجا قرار دهید؟ اگر محل نصب روی بام است، به این فکر کنید که چگونه می‌خواهید آن را نصب کنید تا وزش باد و وضع هوا مشکلاتی را به بار نیاورد. در این مورد نیز باید بار دیگر خلاق باشید.

چگونگی سوار کردن تمام قطعات در زیر می‌آید:

1. طول مشخصی از لوله‌های روکار سیاه و پلاستیکی را ببرید.

اگر لوله‌ها را بسیار طولانی مثلا 100 فوت بگیرید، آب در انتهای لوله کاملا داغ می‌شود. بهتر است مســـیرهای موازی را جدا از هم بسازید و طول آن‌ها را کوتاهتر نگه دارید.

اشاره

از لوله‌های با قطر کم اســـتفاده کنید زیرا بهتر از لوله‌های قطور گرما را از لوله‌کشی به آب انتقال می‌دهند.

2. لوله‌ها را آرایش دهید و اتصالات را بسازید.

شـــما می‌توانید تمامی انـــواع Ts و اتصالات را در بخـــش ابزارهای روکار فروشگاه ابزار فلزی خود پیدا کنید. ســـرهم کردن این سامانه‌ها سرگرم‌کننده است. آن‌ها مانند بلوک‌های ساختمانی هستند. می‌توانید با روش‌های متعددی این کار را انجام دهید و جمع‌کننده‌ای به دست آورید که به خوبی کار می‌کند.

3. پمپ را روشن کنید.

اگر ارتفاع فشـــاری کافی داشته باشید، هوا با فشـــار از لوله‌های شما خارج می‌شـــود (برای مدتـــی حباب‌های بســـیاری را خواهید دید کـــه از لوله خارج می‌شوند). آبی که از لوله خارج می‌شود، باید گرم باشد.

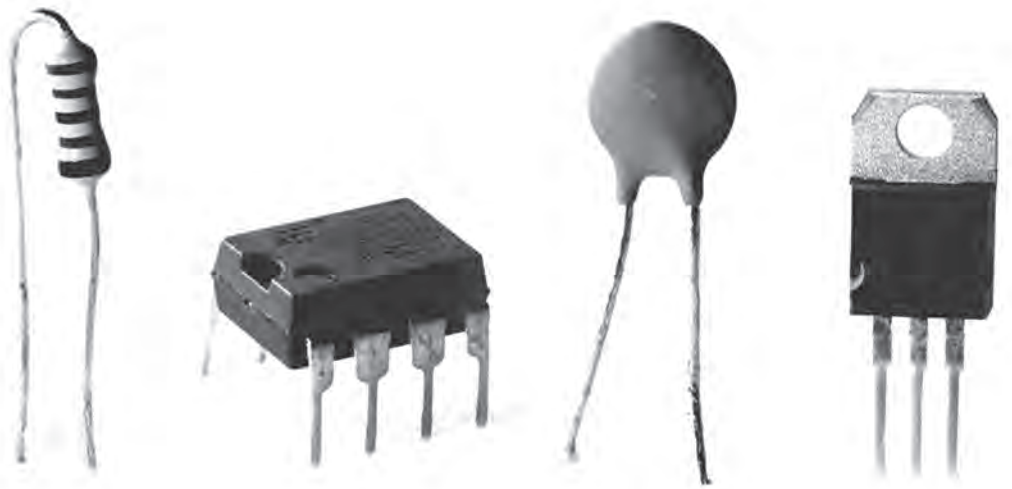
با هر روشی که می‌خواهید جمع‌کننده‌ی خود را ببندید (به گونه‌ای که کاملا در معرض نور خورشـــید باشد). می‌توانید آن را دور حیاط خلوت و روی حفاظ‌ها حلقه بزنید یا روی پوشش گیاهی زمینی، پوشش سنگریزه‌ای و بتن قرار دهید. می‌توانید آن را در یک سوی حیاط خلوت خود ببندید و سپس به بام انتقال دهید که آنجا می‌توانیـــد آن را جابه‌جا کنید. اگر آن را روی بتن قرار دهید، می‌توانید از طریق انعکاس و رسانش گرمای زیادی جذب کنید.

پی‌نوشت:

1. بخشـــی از ایالات متحده که میان کوه‌های راکی و مرز شـــرقی اوهایو و شـــمال ایالت اوکلاهاما قرار دارد (مترجم)

برق و روشنایی

بخش دوم

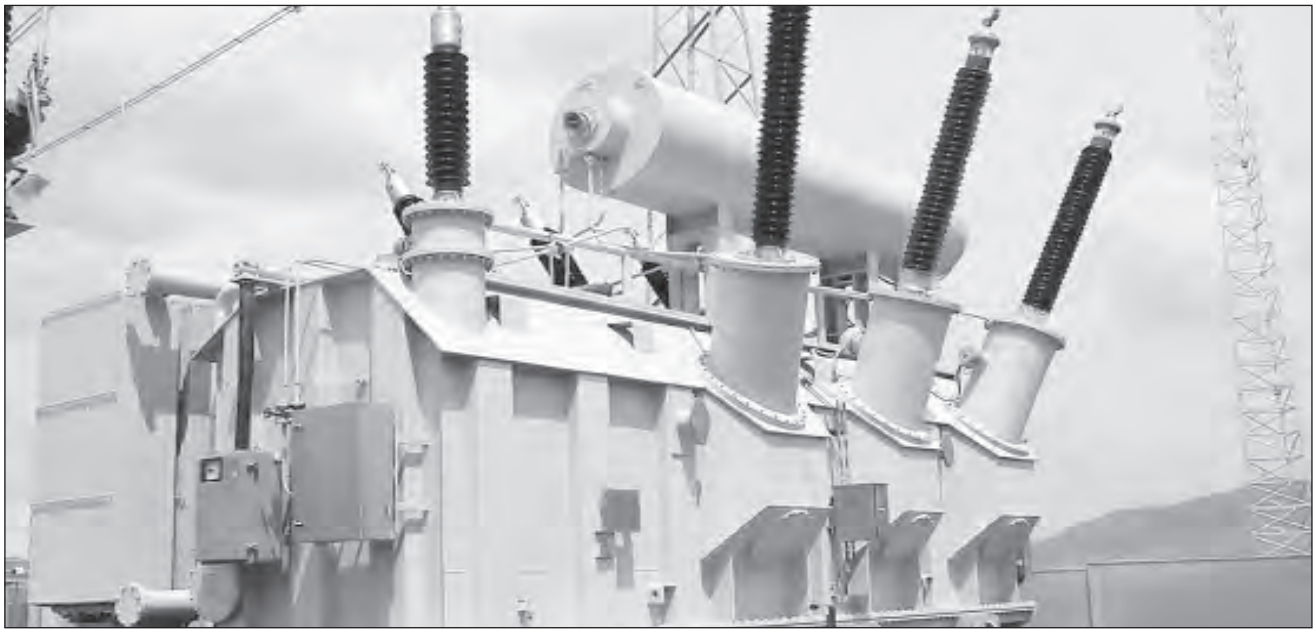


تجهیزات برق

الکتروتکنیک / الکترونیک

مرجع عمومی پیچ‌های ماشینی

نوشته: چارلز. ر. میلر
ترجمه: مهندس سید محمود حق‌شناس



سوراخ‌کاری و ابعاد سوراخ‌ها

جدول (1)، اندازه مته‌های مورد اســتفاده برای پیچ‌های ماشینی را نشان می‌دهد. اندازه های مختلف برای کاربردهای متفاوت نشــان داده شــده‌اند. اندازه مته‌های مناسب برای سوراخ‌کاری جهت پیچ‌های ماشینی در ستون داده شده است. اندازه مته، بستگی به موادی که باید سوراخ شوند، دارد. دو ستون به اندازه مته‌هایی اختصاص داده شده که برای ایجاد سوراخ‌هایی به کار می‌روند که قلاویز نمی‌شوند. یک اندازه مته برای ســوراخ‌هایی داده شده که برای جا گرفتن پیچ به اندازه کافی بزرگ باشــند. اندازه دیگر نیز برای سوراخی منظور شــده که صرفا جا برای پیچ داشته باشــد. جدول (2)، ابعاد سوراخ‌کاری جهت کاندویت‌های الکتریکی را نشان می‌دهد.

محاسبات قرقره‌ها

محاسبه قطر قرقره‌ها

رابطه پیدا کردن قطر قرقره متحرک:

$$\text{قطر قرقره متحرک} = \frac{\text{تعداد دور قرقره محرک بر دقیقه} \times \text{قطر قرقره محرک}}{\text{تعداد دور قرقره متحرک بر دقیقه}}$$

رابطه پیدا کردن قطر قرقره محرک:

جدول (1): اندازه مته‌های سوراخ‌کاری

اندازه پیچ ماشینی			مته‌های ایجاد سوراخ‌های مخصوص پیچ				مته‌های ایجاد سوراخ			
			مواد غیرآهنی و پلاستیکی		آهن، فولاد و فولاد ضدزنگ		همه مواد			
			75٪ رزوه		50٪ رزوه		کاملا جذب		قدری آزاد	
قطر	اعشار (اینچ)	تعداد رزوه در اینچ	اندازه مته	معادل اعشاری	اندازه مته	معادل اعشاری	اندازه مته	معادل اعشاری	اندازه مته	معادل اعشاری
0	0.06	80	3–64	0.0469	55	0.052	52	0.0635	50	0.07
1	0.073	64	53	0.0595	1/16	0.0625	48	0.076	46	0.081
2	0.086	56	50	0.07	49	0.073	43	0.089	41	0.096
3	0.099	48	47	0.0785	44	0.086	37	0.104	35	0.11
4	0.112	40	43	0.089	41	0.096	32	0.116	30	0.136
5	0.125	40	38	0.1015	7/64	0.1094	30	0.1285	29	0.136
6	0.138	32	36	0.1065	32	0.116	27	0.144	25	0.1495
8	0.164	32	29	0.136	27	0.144	18	0.1695	16	0.177
10	0.19	24	25	0.1495	20	0.161	9	0.196	7	0.201
12	0.216	24	16	0.177	12	0.189	2	0.221	1	0.228
1/4	0.25	20	7	0.201	7/32	0.2188	F	0.257	H	0.266
5/16	0.3125	18	F	0.257	J	0.277	P	0.323	Q	0.332
3/8	0.375	16	5/16	0.3125	Q	0.332	W	0.386	X	0.397
7/16	0.4375	14	U	0.368	25/64	0.3906	29/64	0.4531	15/32	0.4687
1/2	0.5	13	27/64	0.4219	29/64	0.4531	33/64	0.5156	17/32	0.5312
9/16	0.5625	12	31/64	0.4844	33/64	0.5156	37/64	0.5781	19/32	0.5938
5/8	0.625	11	17/32	0.5312	9/16	0.5625	41/64	0.6406	21/32	0.6562
3/4	0.75	10	21/32	0.6562	11/16	0.6875	49/64	0.7656	25/32	0.7812
7/8	0.875	9	49/64	0.7656	51/64	0.7969	57/64	0.8906	29/32	0.9062
1	1	8	7/8	0.875	59/64	0.9219	1-1/64	1.0156	1-1/32	1.0313
1-1/8	1.125	7	63/64	0.9844	1-1/32	1.0313	1-9/64	1.1406	1-5/32	1.1562
1-1/4	1.25	7	1-7/64	1.1094	1-5/32	1.1562	1-17/64	1.2656	1-9/32	1.2812
1-3/8	1.375	6	1-7/32	1.2187	1-17/64	1.2656	1-25/64	1.3906	1-13/32	1.4062
1-1/2	1.5	6	1-11/32	1.3437	1-25/64	1.3906	1-33/64	1.5156	1-17/32	1.5312
1-3/4	1.75	5	1-11/16	1.6875	1-5/8	1.625	1-49/64	1.7659	1-25/32	1.7812

$$\text{قطر قرقره محرک} = \frac{\text{تعداد دور قرقره محرک بر دقیقه} \times \text{قطر قرقره متحرک}}{\text{تعداد دور قرقره محرک بر دقیقه}}$$

رابطه پیدا کردن تعداد دور بر دقیقه قرقره متحرک:

$$\text{تعداد دور قرقره متحرک بر دقیقه} = \frac{\text{تعداد دور قرقره محرک بر دقیقه} \times \text{قطر قرقره محرک}}{\text{قطر قرقره متحرک}}$$

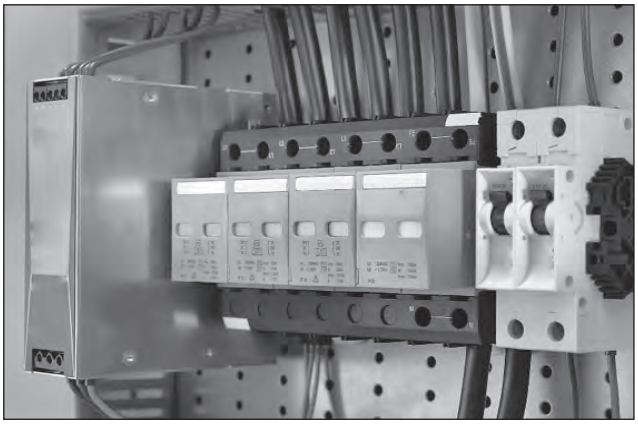
رابطه پیدا کردن تعداد دور بر دقیقه قرقره محرک:

$$\text{تعداد دور قرقره محرک بر دقیقه} = \frac{\text{تعداد دور قرقره متحرک بر دقیقه} \times \text{قطر قرقره متحرک}}{\text{قطر قرقره محرک}}$$

محاسبه طول تسمه

در محاسبه طول تسمه، متغیرهای زیر استفاده می‌شوند.

L = طول تسمه



جدول (2): جدول سوراخ‌کاری برای کاندویت‌ها

کاندویت	اندازه سوراخ واقعی		
اندازه	اینچ	اعشار	میلی‌متر
1/2	7/8	0.875	22.2
3/4	1-1/8	1.125	28.6
1	1-3/8	1.375	35.0
1-1/4	1-3/4	1.75	44.4
1-1/2	2	2	50.8
2	2-1/2	2.5	63.5
2-1/2	3	3	76.2
3	3-5/8	3.625	92.1
3-1/2	4-1/8	4.125	104.8
4	4-1/2	4.5	114.3

C = فاصله مرکز به مرکز قرقره‌ها

D = قطر خارجی قرقره بزرگ

d = قطر خارجی قرقره کوچک

رابطه برای پیدا کردن طول تسمه، وقتی که قطر قرقره‌ها برابر باشند:

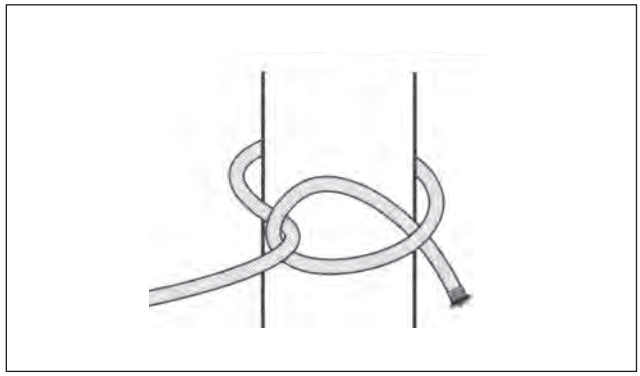
$$L = (D \times 3.1416) + (C \times 2)$$

رابطه پیدا کردن طول تسمه، وقتی که قطر قرقره‌ها یکی نباشد:

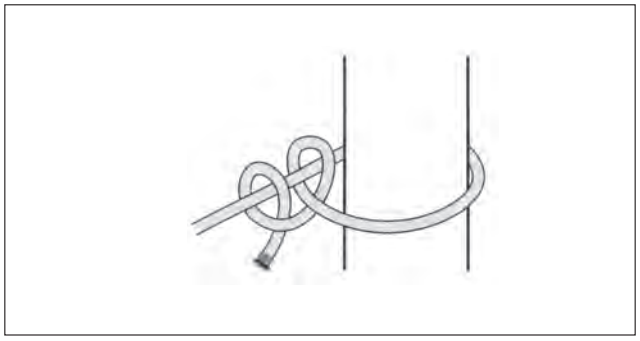
$$L = (D \times 1.57) + (d \times 1.57) + C \times 2) + \frac{(D-d)^2}{C \times 4}$$

گره‌ها

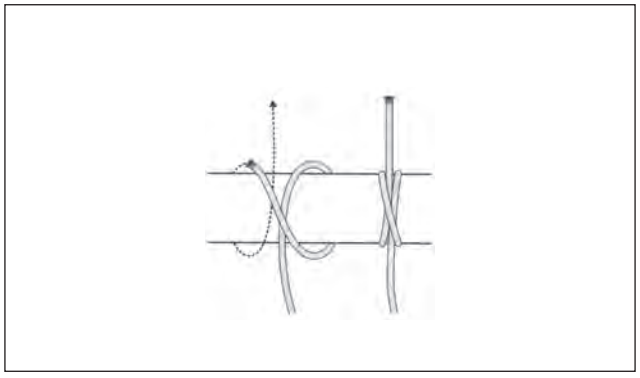
شکل‌های (1) تا (13) انواع گره‌های مفید را نشان می‌دهند.



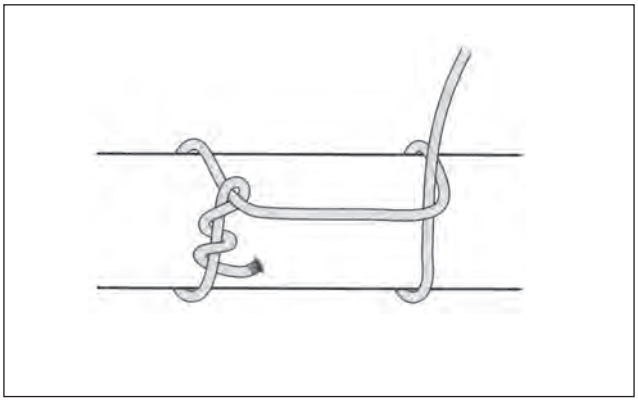
شکل (1): نیم‌گره



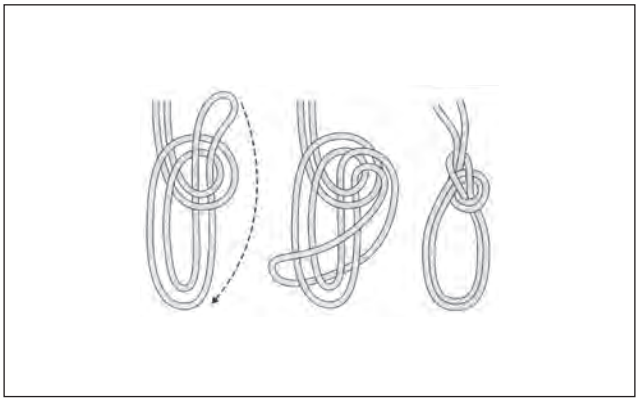
شکل (2): دو نیم‌گره



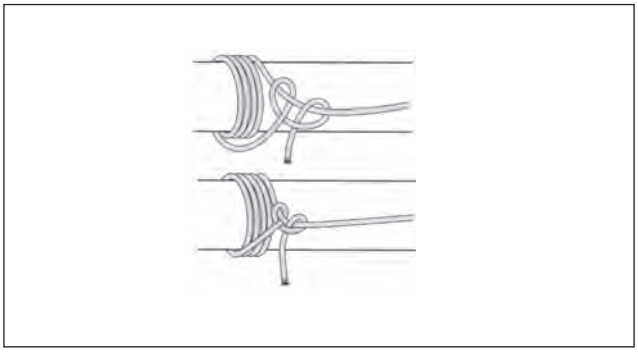
شکل (3): گره میخکی



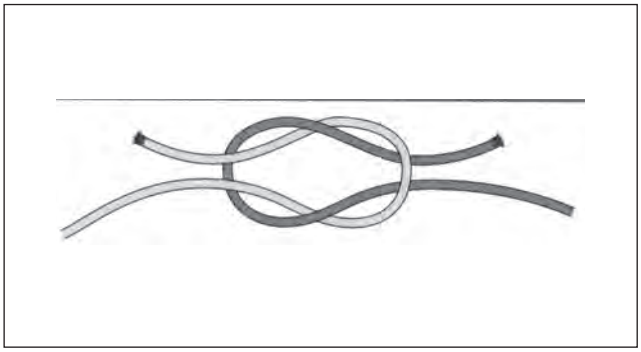
شکل (4): گره الواری با نیم‌گره



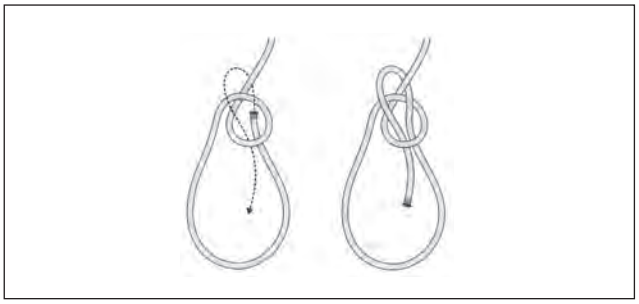
شکل (7): گره کمانی روی یک حلقه



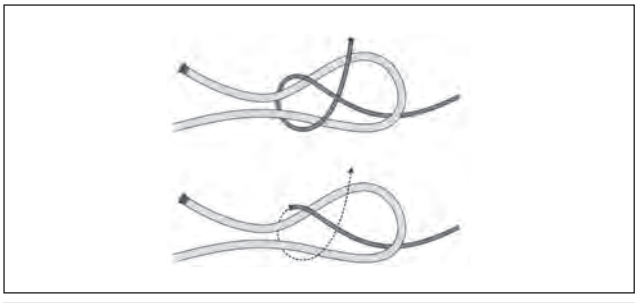
شکل (5): گره لوله‌ای



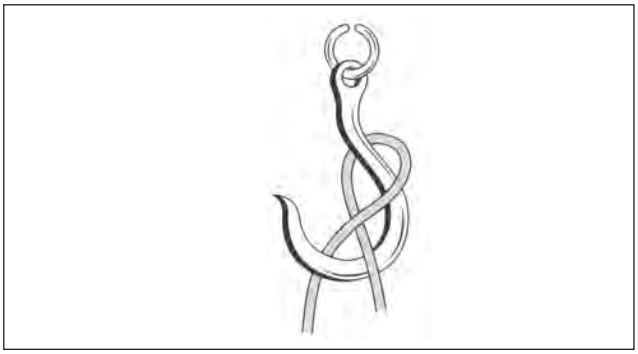
شکل (8): گره چهارگوش



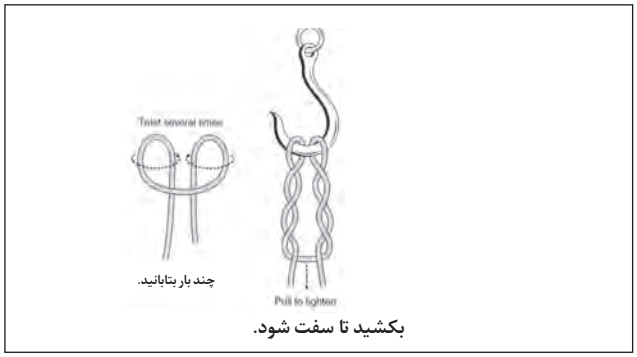
شکل (6): گره کمانی



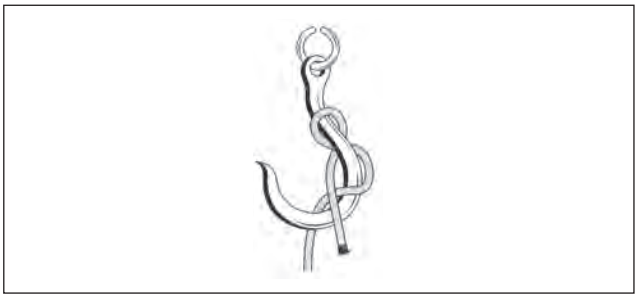
شکل (9): خم صفحه‌ای



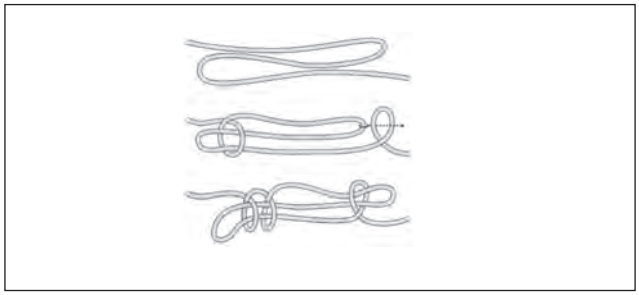
شکل (10): بلک‌ول تکی



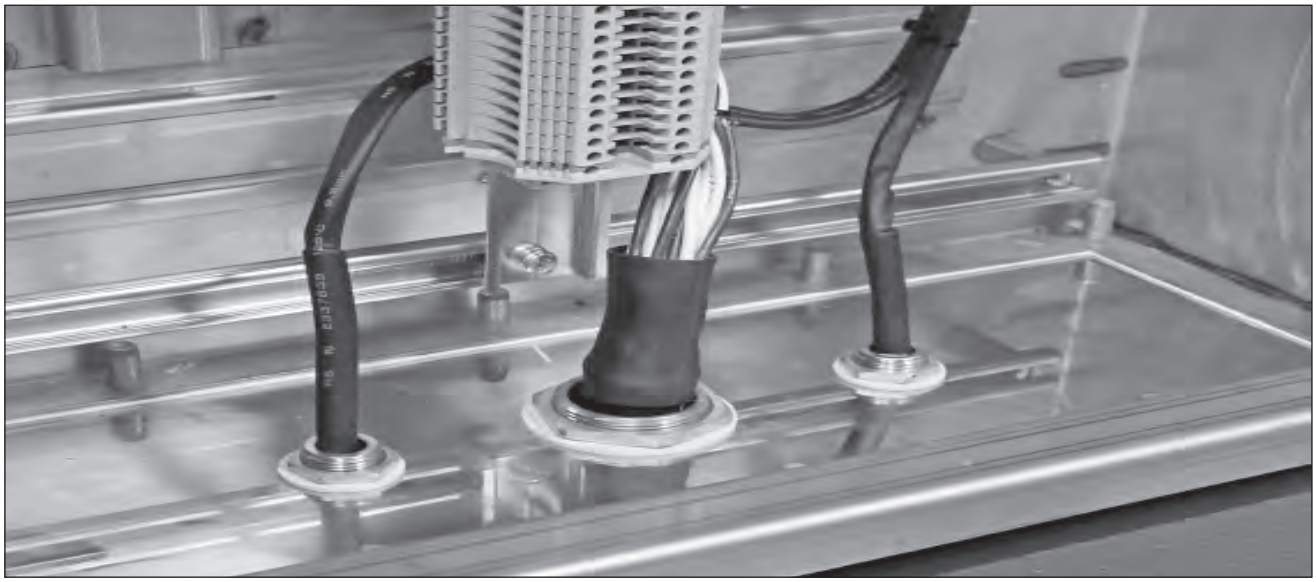
شکل (12): پنجه‌گربه‌ای



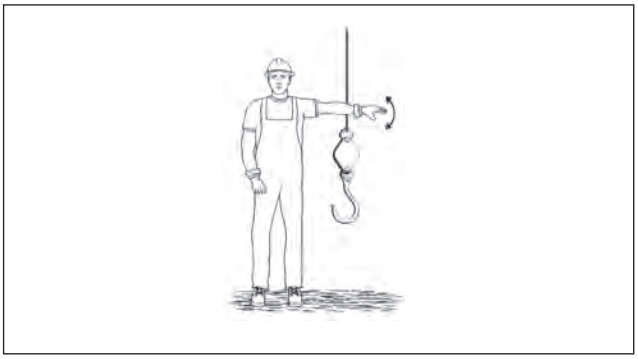
شکل (11): بلک‌ول دوتایی



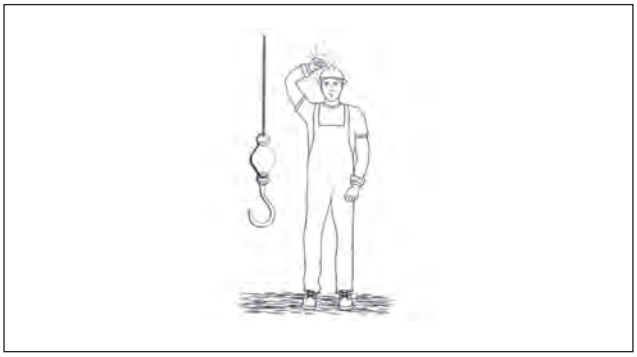
شکل (13): ساق‌گوسفندی



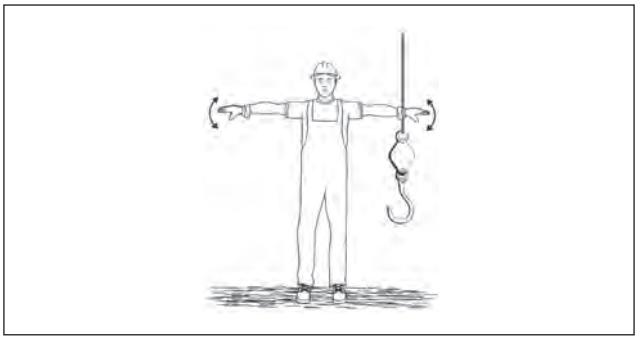
علائم دستی استاندارد در کار با جرثقیل



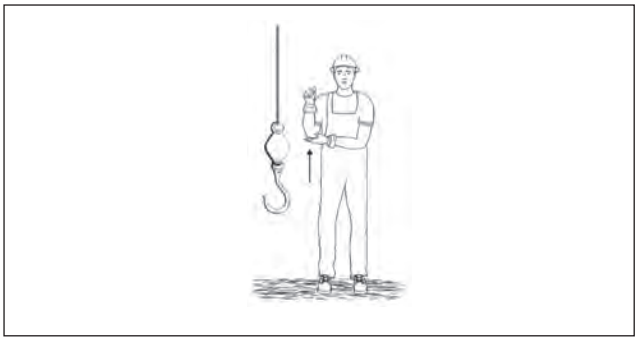
شکل (14): توقف: بازو کشیده، کف دست رو به پایین، ساعد و دست با یک حرکت برشی افقی جلو و عقب می‌رود.



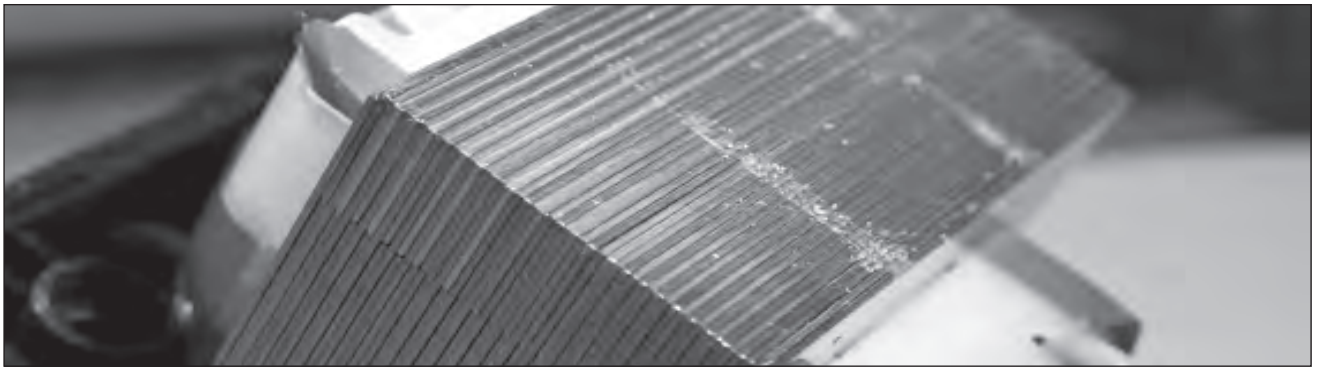
شکل (16): اســـتفاده از بالابر اصلی: با مشت به سر خود بزنید، سپس از علائم معمولی استفاده کنید.

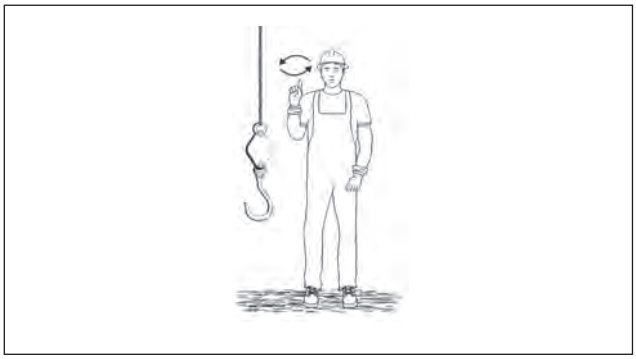


شکل (15): توقف اضطراری: مانند حالت توقف، ولی ساعدها به حالت برشی و به سرعت دارای حرکتی افقی هستند.

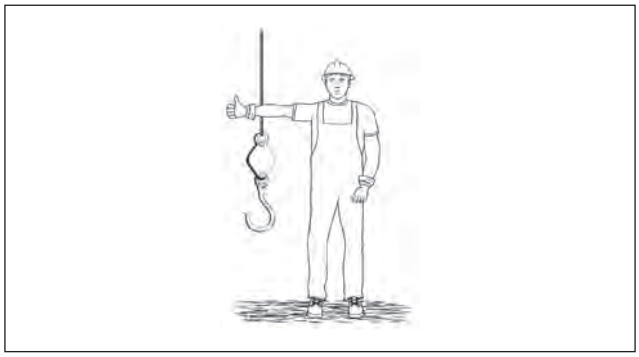


شـــکل (17): از بالابر کمکی استفاده کنید: با کف دست به آرنج خود ضربه بزنید، سپس از علائم معمولی استفاده کنید

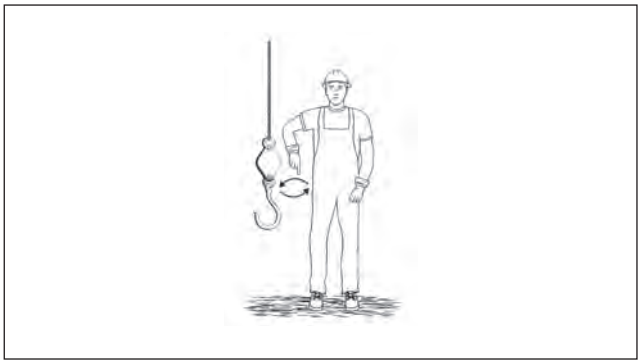




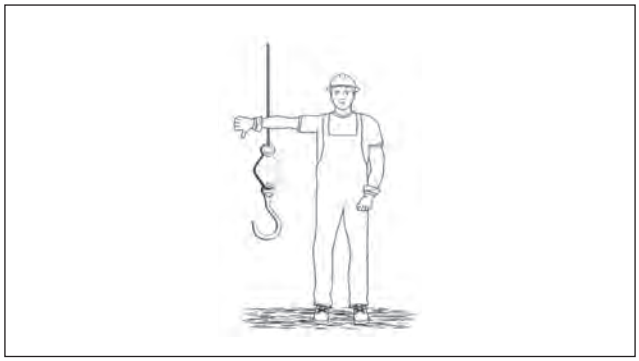
شکل (18): بار را بلند کنید: با قراردادن ساعد در حالت عمودی و انگشت اشاره به سمت بالا، دست خود را در دایره‌های کوچک افقی حرکت دهید.



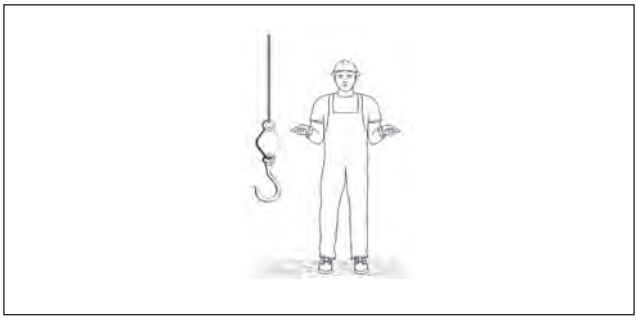
شکل (20): بازوی متحرک جرثقیل را بالا ببرید: با بازوی کشیده و انگشتان بسته، با انگشت شست به سمت بالا اشاره کنید



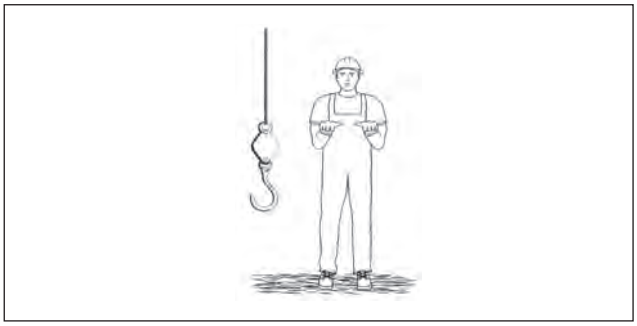
شـــکل (19): بار را پایین بیاورید: با بازوی کشیده و رو به پایین، انگشت اشاره به سمت پایین، دست خود را در دایره‌های کوچک افقی حرکت دهید.



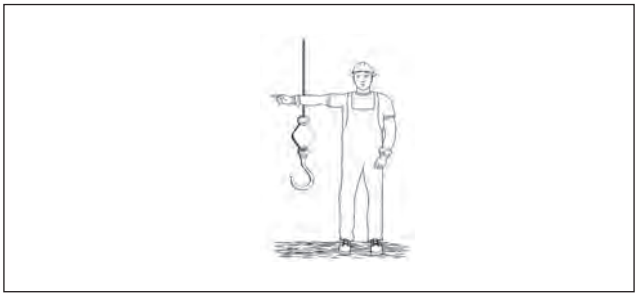
شکل (21): بازوی متحرک جرثقیل را پایین بیاورید: با بازو کشیده و انگشتان بسته، با انگشت شست به سمت پایین اشاره کنید.



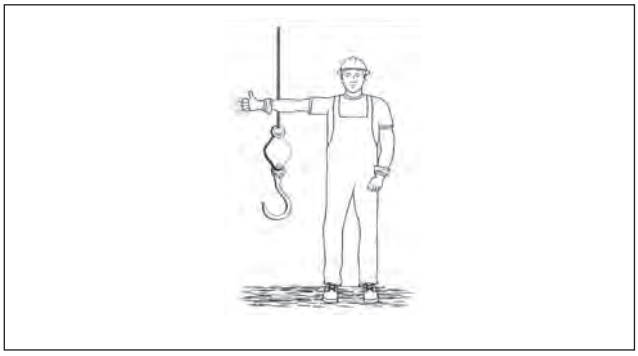
شکل (22): طول بازوی متحرک (بازوهای تلسکوپی) را افزایش دهید: دست‌ها را به حالت مشت در جلوی بدن قرار داده و با انگشتان شست به سمت بیرون اشاره کنید.



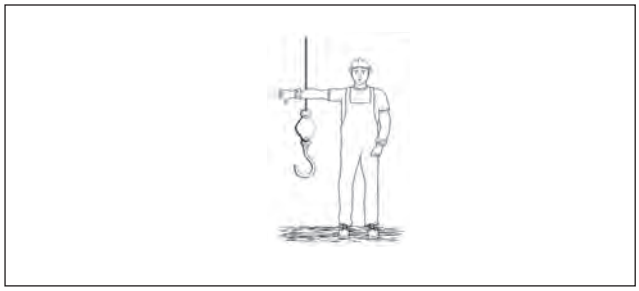
شکل (23): بازوی متحرک (بازوهای تلسکوپی) را جمع کنید: هر دودست به حالت مشت در جلوی بدن قرار داده و انگشتان شست را به سمت یکدیگر حرکت دهید



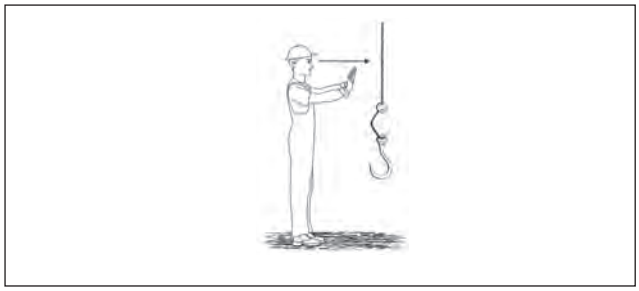
شکل (24): بازوی متحرک را جابه‌جا کنید: با بازوی کشیده، با انگشت به سمتی که بازوی جرثقیل باید حرکت کند، اشاره کنید.



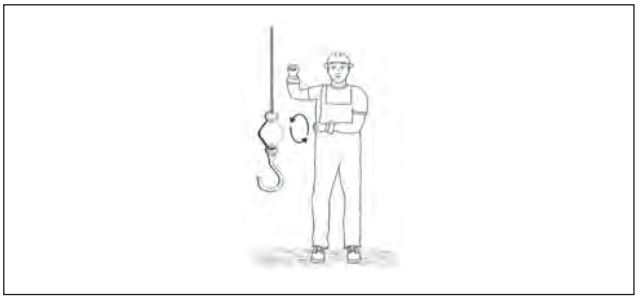
شکل (25): بازوی جرثقیل را بالا برده و بار را پایین بیاورید: با بازوی کشیده و انگشت شست که به سمت بالا اشاره می‌کند، تا جایی که حرکت بار لازم است، انگشتان خود را به سمت داخل و بیرون حرکت دهید.



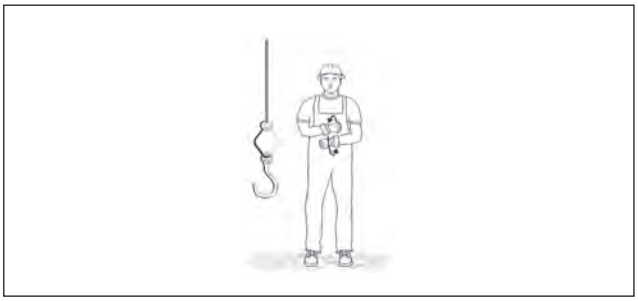
شکل (26): بازوی جرثقیل را پایین آورده و بار را بالا ببرید: با بازوی کشیده و انگشت شست که به سمت پایین اشاره می‌کند، تا جایی که حرکت بار لازم است انگشتان خود را به سمت داخل و بیرون حرکت دهید.



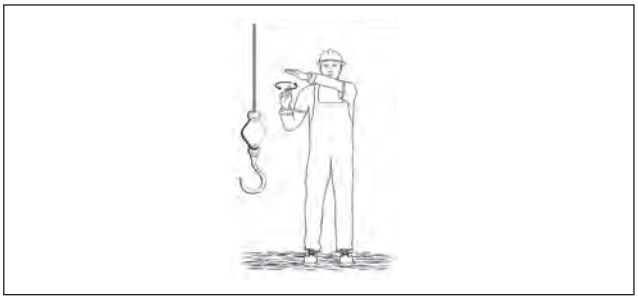
شکل (27): حرکت بار: بازو کشیده به سمت جلو، دست باز شده و به آرامی بالا آورید و در جهت حرکت، وضعیت هل دادن را نمایش دهید.



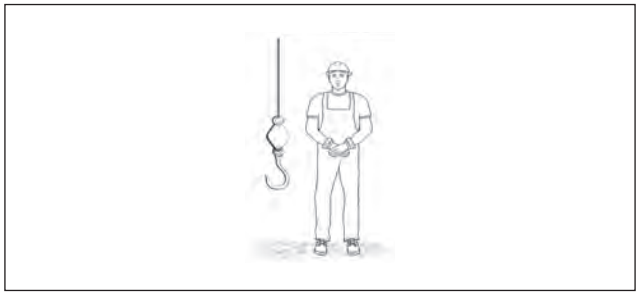
شکل (28): حرکت در یک مسیر: حرکت را در مسیری که با مشت بالا رفته مشخص شده، متوقف کنید. حرکت در مسیر مقابل در جهت مشخص شده با حرکت دایره‌ای مشت دست دیگر که به صورت عمود در جلوی بدن می‌چرخد، مشخص می‌شود. (فقط برای جرثقیل‌های خزشی)



شکل (29): حرکت در هر دو مسیر: از هر دومشت خود، که جلوی بدنتان قرار دادید، استفاده کنید و آن‌ها را نسبت به هم، به صورت دایره‌ای حرکت دهید و به‌این وسیله جهت حرکت به جلو یا عقب را مشخص کنید. (فقط برای جرثقیل‌های خزشی)



شکل (30): حرکت آهسته: از یک دست برای دادن علامت حرکت استفاده نموده و دست دیگر را بدون حرکت در مقابل آن قرار دهید

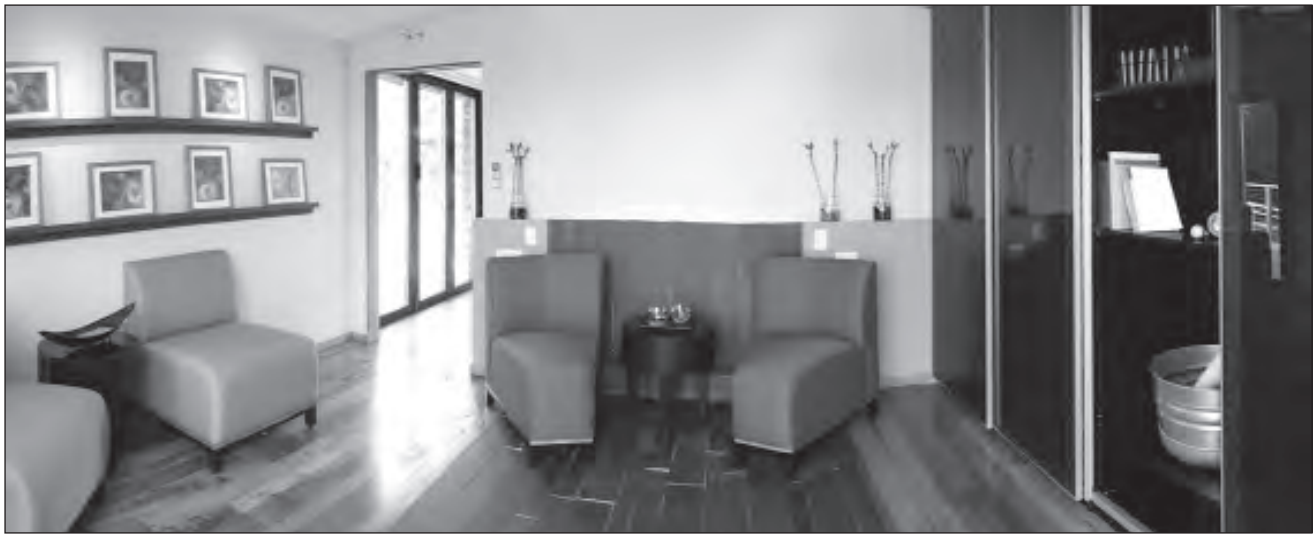


شکل (31): همه چیز را متوقف کنید: دست‌ها را در جلوی بدن روی هم قرار دهید.

اتوماسیون ساختمان با LONWORKS®

نویسندگان: هرمن مرز، توماس هانسمن و کریستوف هوبنر
ترجمه و تدوین: مهندس سیف‌اله نیکنامی
مهندس فاطمـه ابراهیمی

قسمت سوم



انتقال اطلاعات بین دیوایس LON

این مقاله به شما نشان خواهد داد که چگونه یک شبکه از تک تک دیوایس LON ایجاد می‌شـــود. اولین گام تعیین ارتباط فیزیکی بین هر دیوایس می‌باشد درحالی‌که توپولوژی‌های شـــبکه اســـتفاده شده برای فرســـتنده گیرنده‌های ذکر شـــده در نظر گرفته می‌شوند. دومین گام شـــامل اتصال منطقی دیوایس LON می‌باشد، که بدان معناســـت که دیوایس می‌توانند با یکدیگر با استفاده از متغیرهای فراهم آمده در برنامه‌های کاربردی ارتباط برقرار کنند.

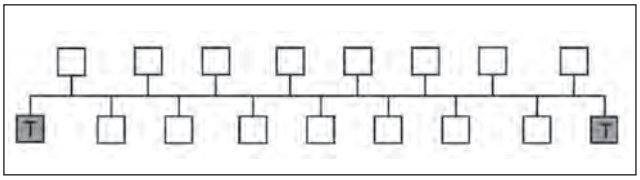
توپولوژی‌های شبکه فیزیکی

یک شبکه LON دارای یک ســـاختار فیزیکی منحصر به فردی می‌باشد. کوچک‌ترین بخش در یک شـــبکه یک Neuron Chip می‌باشـــد، که یک گره LON را نشان می دهد. اگر دیوایســـی مانند یک DDC قدرتمند حاوی تعدادی Neuron Chip باشد، آنگاه هر یک از این چیپ های داخلی یک گره LON را نشان می‌دهند. مبحث بعدی ساختار یک شبکه LON را با استفاده از توپولوژی آزاد و فرستنده گیرنده‌های برق لینک توضیح خواهد داد.

شبکه‌های باس

گره‌های LON که دارای ارتباط مستقیمی با یکدیگر هستند باید مستقیما به یکدیگر متصل شوند. بیشترین فاصله می‌تواند با استفاده از یک توپولوژی باس به دست آید همان‌گونه که در شکل (21) نشان داده شده است.

یک شـــبکه با FTT ها و LPT ها می‌تواند بســـته به نوع کابل استفاده شده تا 2700 متر طول داشته باشـــد. کابلی که گره‌های LON را به باس متصل می‌کند



شکل (21): گره‌های LON در توپولوژی باس با ترمیناتورها

نباید بیش از سه متر طول داشته باشد.

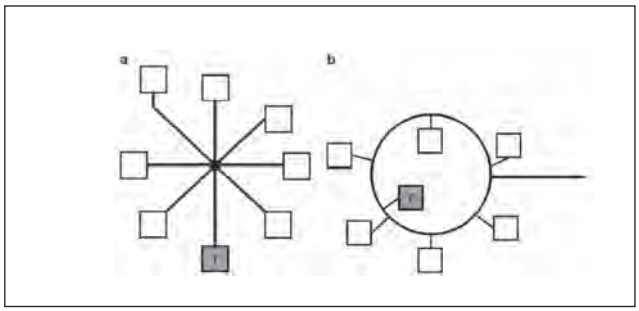
برای پیشگیری از اینکه سیگنال در انتهای کابل به عقب بازتاب نماید، ترمیناتورها (T) با یک مقدار مقاومت Ω 107 =R در هر دو انتهای کابل باس قرار می‌گیرند. آداپتور برق 42 ولتی هنگامی مورد نیاز است که استفاده از یک LPT قبلا دارای یک ترمیناتور داخلی باشد.

متصل نمودن آن به یک توپولوژی باس در تاسیسات flush–mounted مشکل است. از اینرو در این شرایط به سختی استفاده می‌شود. با این وجود اغلب در کاربردهای صنعتی برای متصل نمودن ایستگاه‌های اتوماسیون به سطح مدیریتی استفاده می‌شود.

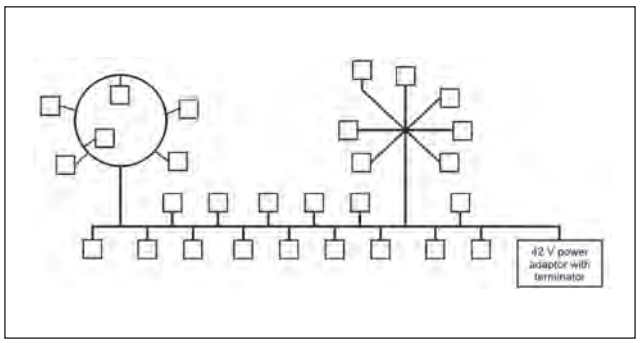
شبکه‌های ستاره‌ای و حلقه‌ای

توپولوژی‌های ستاره‌ای (شکل 22a) و حلقه‌ای (شکل 22b) می‌توانند هنگام استفاده از فرستنده گیرنده‌های توپولوژی آزاد اجرا شوند.

یک شبکه ستاره‌ای یا حلقه‌ای (لوپ) می‌تواند دارای محدوده ماکزیمم 500 متر باشد. حداکثر فاصله بین دو گره LON نباید بسته به نوع کابل بیش از 320 متر باشد. یک ترمیناتور با مقدار Ω 52.3 =R در انتهای شبکه قرار داده می‌شود. اگر از LPT‌ها استفاده می‌کنید، آنگاه یک ترمیناتور قبلا درون آداپتور برق ایجاد می‌شود.



شکل (22): گره‌های LON متصل شده فیزیکی در یک شبکه ستاره‌ای (a) و یک توپولوژی لوپ (b)



شکل (23): زیر مجموعه‌ای در یک شبکه توپولوژی آزاد با 128 گره LON قابل آدرس‌دهی

یک شبکه حلقه‌ای بسته به صورت جز به جز برای نصب دیوایس LON در اتاق‌ها مناسب می‌باشد. این شبکه به شما اجازه استقرار مجدد بخش‌ها را در تاریخ بعدی می‌دهد بدون اینکه تصوری در مورد دستورالعمل‌های نصب داشته باشید. با این وجود چیزی که مهم است مشاهده پلاریته کانال باس می‌باشد. اگر اینکار را انجام ندهید، آنگاه این می‌تواند یک مدار کوتاه را ایجاد کند و باعث سوختن شبکه شود.

شبکه‌های فرعی (Subnets)

یک شبکه فرعی کوچک‌ترین بخش یک شبکه LON را نشان می‌دهد. یک شبکه فرعی می‌تواند حاوی حداکثر 128 گره LON قابل آدرس‌دهی باشد (شکل 23).

اگر گره‌های LON با فرستنده گیرنده‌های لینک برق مجهز شوند، این دیوایس تنها نیروی کمی را روی باس اعمال می‌کنند زیرا آن‌ها دارای آداپتور برق مخصوص خود هستند. این بدان معناست که یک شبکه فرعی می‌تواند حداکثر 128 گره داشته باشد.

با این وجود، دیوایس با فرستنده گیرنده‌های توپولوژی آزاد بار بیشتری را روی باس قرار می‌دهند. این تعداد دیوایس LON را در یک بخش به 64 عدد محدود می‌کند. در شبکه‌هایی که دارای FTP و LTP هستند، حداکثر تعداد گره‌های مجاز در بخش با دو برابر کردن تعداد دیوایس با FTP‌ها و افزودن آن به تعداد دیوایس با LPT‌ها محاسبه می‌شود.

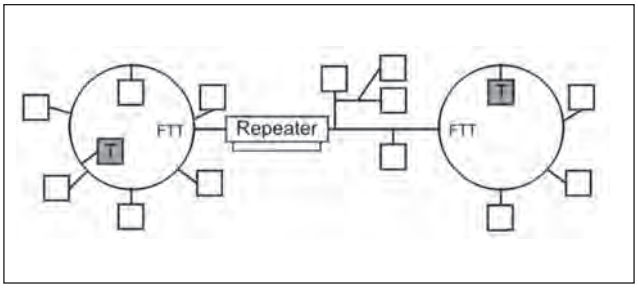
دیوایس LON که مستقیما با یکدیگر عمل می‌کنند باید درون شبکه فرعی یکسانی قرار داده شوند. با انجام این کار، زمان را کاهش می‌دهید تا یک فرمان

را اجرا کنید. برای مثال، سوئیچ‌های چراغ و عملگرهای لامپ مربوطه باید همیشه در مجموعه فرعی یکسانی قرار گیرند.

تکرارکننده‌ها

اگر نیاز دارید که بیش از 64 دیوایس FTT را درون یک شبکه فرعی آدرس‌دهی کنید، پس نیاز به یک تکرارکننده دارید (شکل 24). همچنین می‌توانید زمانی از یک تکرارکننده استفاده کنید که بخش از حداکثر طول مجاز تجاوز کند.

یک تکرارکننده دو بخش از محیط یکسان را متصل می‌کند و آن را ارسال می‌کند. اما فریم‌های داده‌ای معتبر را فیلتر نمی‌کند. حداکثر سه تکرارکننده می‌توانند در یک ردیف نصب شوند؛ تعداد بیشتر تکرارکننده‌ها باعث تاخیر سیگنال می‌شود که می‌تواند منجر به بروز مشکلات ارتباطی شود.



شکل (24): یک شبکه فرعی با یک تکرارکننده

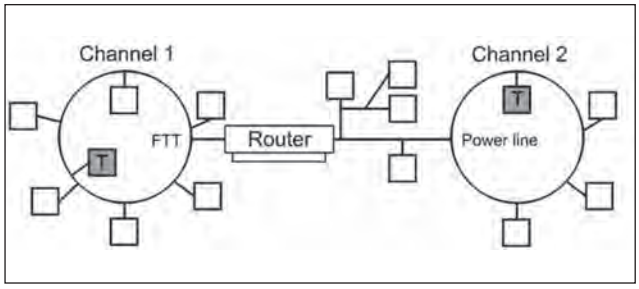
مسیریابنده‌ها و کانال‌ها

اگر می‌خواهید از محیط انتقال متفاوتی در یک شبکه LON استفاده کنید، پس باید این محیط‌ها را با استفاده از یک روتر به یکدیگر متصل نمایید (شکل 25).

در واژگان فنی LON، بخش‌ها تحت عنوان کانال نامیده می‌شوند. روترها می‌توانند برای مثال برای متصل نمودن دیوایس خط برق به دیوایس FTT مورد استفاده قرار گیرند.

با این وجود توجه داشته باشید که یک روتر تعداد گره‌هایی که می‌توانند در یک بخش آدرس‌دهی شوند را افزایش نمی‌دهد، بلکه به سادگی چند کانال فیزیکی مختلف را به شبکه‌های فرعی مختلفی تقسیم می‌کند.

تفاوت دیگر بین روترها و تکرارکننده‌ها آن است که یک روتر می‌تواند



شکل (25): یک روتر یا مسیریابنده که شبکه‌های فرعی و کانال‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند.

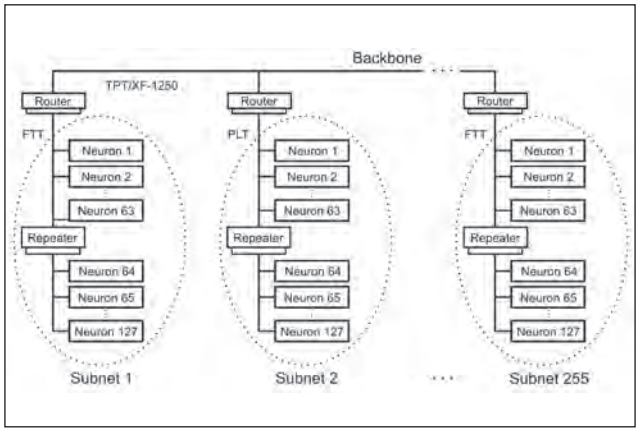
فریم‌های داده‌ای را فیلتر نماید. آن از یک جدول مسیریابی استفاده می‌کند تا تعیین کند که آیا یک فریم داده‌ای به یک گره در همان بخش شبکه آدرس می‌شود یا خیر. آن تنها زمانی فریم داده‌ای را ارسال می‌کند که آدرس در بخش مجاور باشد. بدین‌ترتیب تعدادی از شبکه‌های فرعی می‌توانند به یک شبکه بزرگ تلفیق شوند. روتر به صورت گره LON شمرده می‌شود.

دامین‌ها

اگر به حد 128 گره LON درون یک شبکه فرعی دست یابید، نیاز خواهید داشت که شبکه را توسعه دهید. اینکار با استفاده از یک روتر انجام می‌شود. هنگام توسعه یک شبکه، می‌توانید شبکه‌های فرعی را با استفاده از یک کانال با یک سرعت انتقال بالا متصل نمایید.

شما باید به طور ایده‌آل از روترهایی استفاده کنید که دارای فرستنده‌گیرنده‌های TPT/XF – 1250 داخلی هستند که باعث می‌شوند که تعداد بیشتری از داده‌ها روی این ستون اصلی با سرعت انتقال بیشتر انتقال داده شوند (شکل 26).

یک دامین از تعدادی شبکه فرعی متصل شده از طریق روترها تشکیل شده



شکل (26): تلفیق تعدادی از شبکه‌های فرعی به یک دامین واحد

است. حداکثر 128 گره می‌توانند درون یک شبکه فرعی با استفاده از پروتکل LONTALK آدرس‌دهی شوند. روتر گره 128ام را درون یک شبکه فرعی نشان می‌دهد. حداکثر 255 شبکه فرعی می‌توانند درون یک دامین متصل شوند.

اگر همه دیوایس باس در یک دامین باشند، آنگاه اطلاعات دامین در آدرس شامل نمی‌شود و فریم‌های داده‌ای کوتاه‌تر و سرعت انتقال داده‌ای سریع‌تری را ایجاد می‌کند.

در یک دامین، 255 شبکه فرعی با 127 گره LON وجود دارند که حداکثر 32385 دیوایس قابل آدرس‌دهی ایجاد می‌کنند.

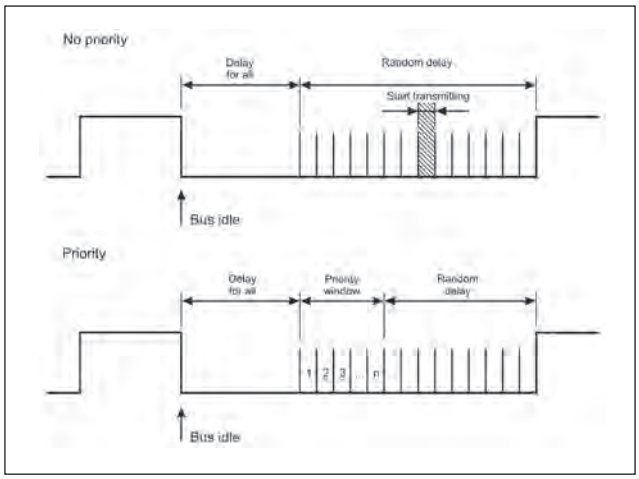
اگر شما می‌خواهید از دیوایس بیشتری و دامین دیگری استفاده کنید، آنگاه می‌توانید دو دامین را با استفاده از یک روتر با عملکرد بالا به یکدیگر متصل نمایید.

کنترل دسترسی رسانه یا Media و سیگنال کدینگ

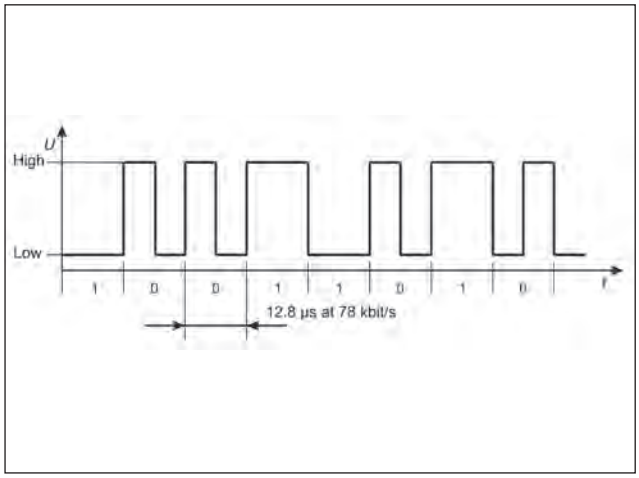
CSMA پایدار P پیشگویانه

در پروتکل LANTALK، گره‌های باس (دیوایس‌ها)ی که حق دسترسی مستقیمی به کانال انتقال دارند از پروتکل CSMA[1] پایدار P پیشگویانه برای برقراری ارتباط با یکدیگر استفاده می‌کنند. همه گره‌ها ابتدا به کانال انتقال گوش می‌دهند تا ببینند که آیا یک حامل (سیگنال) توسط گره دیگر انتقال داده می‌شود.

زمانی که کانال ایده‌آل است، همه گره‌ها باید منتظر بمانند تا یک دوره تاخیر



شکل (27): CSMA پایدار P پیشگویانه که توسط گره های LON برای دسترسی به شبکه استفاده می‌شوند.



شکل (28): کد منچستر دیفرانسیلی

به پایان برسد. زمانی که این تاخیر به پایان رسید، آنگاه هر گره منتظر می‌ماند تا دوره تاخیر تصادفی قبل از انتقال به پایان برسد (شکل 27، بالا). طول تاخیر و فریم داده‌ای بسته به نوع فرستنده گیرنده متفاوت می‌باشد.

اگر گره LON دیگری در طول تاخیر تصادفی یک گره خاص به شبکه دسترسی نیابد، آنگاه این گره شروع به انتقال می‌کند. اگر دو گره دقیقا دارای تاخیر تصادفی یکسانی باشد و بخواهد به طور هم‌زمان انتقال را شروع کند، آنگاه هر دو گره این را درک می‌کنند و انتقال را متوقف می‌سازند. اینکار می‌تواند منجربه تاخیر قابل توجهی شود به شرط آنکه تعداد زیادی گره در شبکه وجود داشته باشد.

یک راه حل این مشکل آن است که دسترسی قبلی به کانال را تضمین کنیم (شکل 27، پایینی). هر گره با توجه به اهمیتی که دارد به یک دوره تاخیر مجموعه اختصاص داده می‌شود. گره نباید منتظر تاخیر تصادفی بماند، اما در صورت نیاز می‌تواند شروع به انتقال در طول پنجره priority که اختصاص داده شده است، نماید (MEYER03).

کد منچستر دیفرانسیلی[2]

همانگونه که قبلا گفته شد، فرستنده گیرنده‌های FTT-10 و LPT-10 از نظر پلاریته غیر حساس هستند و از اینرو می‌توانند بدون توجه به پلاریته به شبکه فیزیکی متصل شوند. این بدان علت است که سیگنال‌های فیزیکی با استفاده از کد منچستر دیفرانسیلی رمز می‌شوند.

کد منچستر دیفرانسیلی یک انتقال ساعت را برای هر بیت انتقال داده شده، ایجاد می‌کند. "0" منطقی توسط یک انتقال اضافی در دوره clocking (روشی برای هم‌زمان کردن دو دستگاه فرستنده و گیرنده مخابراتی) نشان داده می‌شود.

این بدان معناست که مهم نیست که آیا یک سیگنال به بالا یا پایین ارسال شود؛ اگر هیچ‌گونه انتقال یا انتقال اضافی وجود نداشته باشد، آنگاه به عنوان یک "1" منطقی تفسیر می‌شود (شکل 28).

در نتیجه، تعداد انتقال‌ها در یک دوره clocking تعیین می‌کند، که آیا یک بیت "0" وجود دارد یا بیت "1". هیچ وابستگی برای پلاریته کانال باس وجود ندارد. مزیت دیگر این روش آن است که همیشه یک انتقال از بالا به پایین وجود دارد حتی زمانی که یک سری از "1"های منطقی انتقال داده می‌شوند. این موضوع خصوصا هنگام سینکرون کردن (هم‌زمان کردن) دیوایس باس مفید می‌باشد.

ساختار یک فریم داده‌ای

دیوایس یکپارچه‌سازی برای ایجاد یک ساختار شبکه استفاده می‌شوند. این دیوایس شما را قادر می‌سازند تا از نظر جغرافیایی گره‌های LON را به زیر مجموعه‌ها و دامین‌ها اختصاص دهید. اما به شما اجازه دیدن یا دسترسی به

ساختار فریم‌های داده‌ای ایجاد شـــده را نمی‌دهد. با این وجود، شما نیازی به مشاهده یا دسترسی به ســـاختار فریم داده‌ای برای درک اصول فناوری LON ندارید.

ساختار شبکه منطقی با متغیرهای شبکه

یک ارتباط فیزیکی بین گره‌های LON، به عنوان پیش نیازی برای برقراری ارتباط به شمار می‌رود. گره‌های LON داده‌های واقعی را با استفاده از متغیرهای شبکه مبادله می‌کنند.

متغیرهای شبکه کدامند؟

نقش‌ها و اطلاعاتی که یک دیوایس باید داشـــته باشد، در طول توسعه آن تعیین می‌شـــود. یک شبکه LON در یک سیســـتم کنترل ساختمان یک شبکه نامتمرکز با بخش‌های هوشـــمند ریموت می‌باشد. برای اینکه سیستم به طور مناســـبی عمل نماید، تک تک گره‌های LON نیاز اســـت که قـــادر به برقراری ارتباط با یکدیگر در شبکه باشند. اطلاعات با استفاده از متغیرهای شبکه[3] (NV) مبادله می‌شود. شکل (29) نشان می‌دهد که چگونه یک سنسور و یک اکچوتور اطلاعات را مبادله می‌کنند.

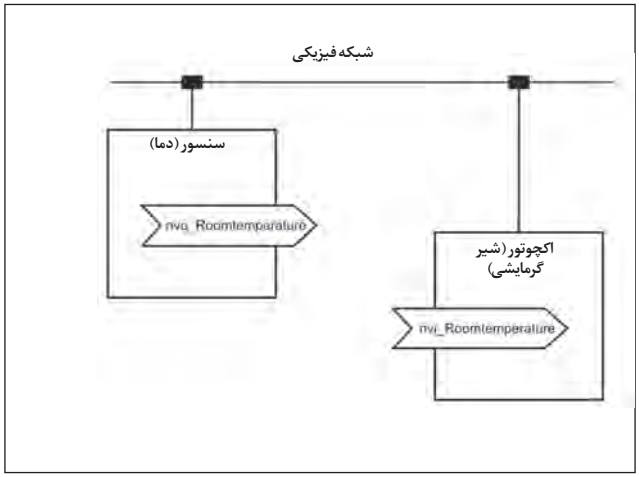
در این مثال، یک سنسور مقدار دمای کنونی اتاق را به عملگر شیر گرمایشی (Heating Valve Actuator) ارسال می‌کند. برای انجام اینکار، یک متغیر شبکه خروجی[4] (NVO) در سنسور معرفی می‌شـــود. متغیرهای شبکه خروجی برای سنسور زمانی تعریف می‌شوند که سنسور توســـعه داده شود. برای پی بردن به متغیرهای شبکه دیوایس، مشخصات فنی تولید کننده را مشاهده کنید. متغیر انتخاب شـــده حاوی مقدار دمای اتاق کنونی اندازه‌گیری شـــده توسط سنسور می‌باشد.

در مثال فوق، NVO_room temperature متغیر شبکه خروجی می باشد.

مقدار گرمادهی مقدار دمای واقعی اتاق را دریافـــت می‌کند. آنگاه برنامه کاربرد عملگر، که توســـط تولید کننده عرضه شده اســـت این مقدار را با مقدار مطلوب دمای اتاق مقایسه می‌کند. شیر گرمایشـــی بسته به تفاوت بین دمای واقعی و مطلوب تنظیم می‌گردد (باز یا بسته می‌شود).

بعلاوه، متغیر شـــبکه ورودی مربوطه (NVO) نیاز است در عملگر معرفی شود. برای اطمینان از اینکه متغیر مناســـبی را انتخاب کرده‌اید، از مشخصات فنی دیوایس فراهم آمده توسط تولید کننده کمک بگیرید. در مثال فوق، NVI_ roomtemperature متغیر شبکه ورودی می‌باشد.

در ذهن داشته باشید که خصوصا با سنسورها و عملگرهای تولیدکننده‌های مختلف، متغیرها ممکن است نام‌های یکسانی نداشته باشند.



شکل (29): برقراری ارتباط بین گره‌های LON با استفاده از متغیرهای شبکه

اتصال

بعد از اینکه متغیرهای مناسب را در هر دو دیوایس LON انتخاب کردید، نیاز است آن‌ها را با استفاده از دیوایس "binding" به یکدیگر متصل نمایید. اتصال این متغیرها با استفاده از دیوایس برنامه‌ریزی انجام می‌شود که بعدا مورد بحث قرار خواهد گرفت (شکل 30).

زمانی که متغیرهای سنسور و عملگر به یکدیگر مرتبط شدند، به طور منطقی به یکدیگر متصل می‌شوند. دیوایس اتصال به طور خودکار بررسی می‌کند که آیا متغیرها با یکدیگر انطباق دارند یا خیر. اگر با یکدیگر انطباق نداشته باشند، فرایند اتصال لغو می‌شود. یک متغیر خروجی ممکن است تنها به یک متغیر ورودی متصل شود. سپس سنسور به طور خودکار مقدار دمای جدید را به عملگر ارسال می‌کند. در طول انجام کار، شما می‌توانید تعیین کنید که یک سنسور تا چه مدت یک مقدار را انتقال می‌دهد:

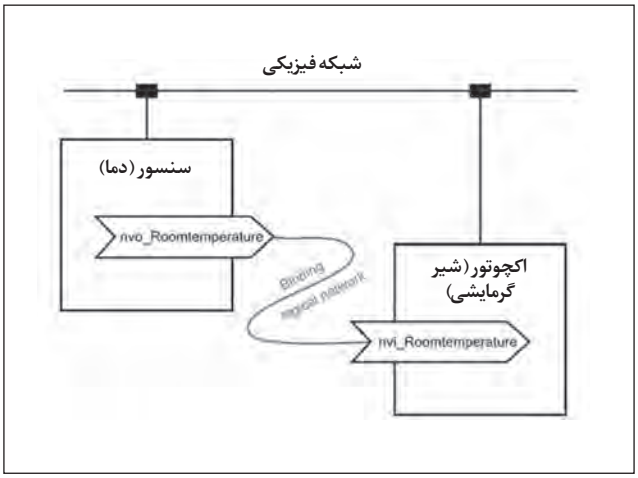
تغییر درصد (تنها برای مقادیر آنالوگ)

تغییر وضعیت (تنها برای متغیرهای دو دویی)

در فواصل زمانی منظم (ضربان قلب)

خدمات تصدیق

برای پیشگیری از خطاهای انتقال، هنگام یکپارچه‌سازی گره‌های LON می‌توانید تعیین کنید، که کدام مکانیسم تصدیق انتقال باید برای ارتباط متغیر



شکل (30): مرتبط نمودن متغیرهای شبکه

شبکه مورد استفاده قرار گیرد (جدول 3).

هنگام انتخاب مناسب‌ترین خدمات پیام نیاز است تعیین کنید، که پیام تا چه اندازه مهم است و چند دیوایس باس وجود دارند و همچنین تعداد فریم‌های داده روی شبکه را تعیین کنید.

خدمات عدم تصدیق (Unacknowledged) برای کاهش بار روی باس استفاده می‌شود. دریافت کننده نیازی به ارسال تائید ندارد؛ فریم داده‌ای تنها یکبار ارسال می‌شود، اما مجددا ارسال نمی‌شود. با این وجود محدودیت و نقص این خدمات در آن است که خطاهای انتقال می‌توانند شناسایی شوند.

همچنین خدمات Unacknowledged repeated نیازی به این ندارد که دریافت کننده تایید را ارسال نماید، بلکه بدان معناست که فریم داده‌ای به طور تکراری ارسال می‌شود. از اینرو خطاهای انتقال موقتی یک مشکل نیستند بلکه همانند خدمات عدم تصدیق، خطاهای بلندمدت‌تر، شناسایی نمی‌شوند.

خدمات تصدیق وضعیت استاندارد برای اتصالات شبکه به شمار می‌رود. هر زمان که فرمانی ارسال شود، همه آدرس‌ها نیاز است تائید رسید را ارسال نمایند. همچنین فریم داده‌ای به طور تکراری ارسال می‌شود، تا اینکه همه

جدول (3): خدمات پیام برای اتصالات شبکه منطقی

نتیجه منطقی	سرویس پیام
فریم داده یک مرتبه ارسال می‌شود اما تصدیق نمی‌شود.	Unacknowledged
فریم داده چند مرتبه ارسال می‌شود اما تصدیق نمی‌شود	Unacknowledged repeated
فریم داده یک مرتبه ارسال می‌شود و از تمام دیوایس‌های آدرس‌دهی‌شده تصدیق می‌شود.	Acknowledged
فریم داده یک مرتبه ارسال می‌شود و پاسخ اطلاعات درخواستی را شامل می‌شود.	Request/Response

دریافت کننده‌ها تایید کنند که آن‌ها آن را دریافت کرده‌اند. این انتقال موفق داده‌ها را نشان می‌دهد. با این وجود به خاطر داشته باشید برای اینکه یک فرمان به چند دیوایس انتقال داده شود، هر یک باید دریافت را تصدیق نمایند که این مقدار زیادی ترافیک روی باس ایجاد خواهد کرد.

خدمات Request/ Response برای انتقال داده‌ها برای سیستم‌های بصری و آلارم صوتی استفاده می‌شود. برای مثال اگر یک سیستم هشدار دهنده برای مثال تقاضایی به یک یا چند گره ارسال نماید، آنگاه گره‌ها تنها به این تقاضای خاص پاسخ می‌دهند. اگر هیچ‌گونه تقاضایی ارسال نشود، آنگاه گره‌ها هیچگونه داده‌ای را ارسال نمی‌کنند.

قابلیت تبادل اطلاعات دیوایس‌های LON

LONMARK Interoperability Association مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها را برای کاربردهای برنامه‌ریزی تعریف کرده است تا اطمینان دهد که دیوایس ساخته شده توسط تولیدکننده‌های مختلف می‌توانند داده‌ها را به طور قابل اطمینانی مبادله نمایند. این دستورالعمل‌ها اجباری نیستند، اما عدم انطباق با آن‌ها باعث این محدودیت می‌شود که تا چه اندازه یک دیوایس در بازار موفق عمل می‌کند، زیرا نمی‌تواند با محصولات دیگر سازگار باشد.

دستورالعمل‌ها بر مبنای قوانین زیر هستند:

هر گره LONMARK باید دارای موارد خاص کاربردی (بلوک‌های عملکردی) و مشخصات عملکردی با حداقل دامنه از پیش تعریف شده و کاربردی باشد، به عبارت دیگر، یک واحد باس کاپلر که به همراه یک سوئیچ سنسور روشنایی استفاده می‌شود باید حاوی یک مورد با مشخصات سوئیچ عملکردی باشد.

مورد حداقل باید حاوی متغیرهای شبکه خاص یک کاربرد ویژه باشد. برای مثال، یک سوئیچ سنسور روشنایی باید قادر به ارسال متغیرهای شبکه برای سوئیچینگ و دیمینگ باشد.

هر گره LONMARK حاوی پارامترهای پیکربندی خاص یک برنامه کاربردی ویژه است. برای مثال، با یک سوئیچ سنسور روشنایی، شما باید قادر به تنظیم حداکثر مقدار روشنایی خروجی برای یک دیمینگ باشید.

همه متغیرهای شبکه استفاده شده باید از انواع استاندارد متغیر شبکه باشند.

موارد LONMARK و مشخصات عملکردی

یک دیوایس LON می‌تواند برای مقاصد مختلفی استفاده شود. واحد باس کاپلر LON (ELKA) با پانل عملیاتی KNX (JUNG)، که در شکل (4) نشان داده شده است می‌تواند به عنوان یک کنترلر روشنایی، پرده یا یک تنظیم کننده setpoint استفاده شود.

اگر می‌خواهید از این دیوایس LON به عنوان یک کنترلر روشنایی استفاده کنید. ابتدا نیاز است پانل عملیاتی مناسبی را انتخاب نمایید و سپس موردی را انتخاب کنید، که مربوط به این پانل عملیاتی در برنامه کاربردی نرم‌افزار برنامه‌ریزی شده برای دیوایس می‌باشد. مشخصات عملکردی مورد، حاوی همه متغیرهای شبکه خروجی / ورودی مورد نیاز و ویژگی‌های پیکربندی می‌باشد. شما زمانی نیاز است مورد را انتخاب کنید که گره LON را با استفاده از دیوایس LONWORKS توصیف شده در مباحث قبلی اجرا می‌کنید.

جدول (4): مشخصات عملکردی

مفاهیم	پروفایل عملکردی
دربرداشتن اطلاعات و عملکردهای مقدماتی دیوایس‌های LON	#0 *Node object*
قابل استفاده برای همه انواع سوئیچ‌ها، کنترل خروجی سیگنال از ٪0 تا ٪100 و همچنین برای عملکردهای دیم	#3200 *Switch*
قابل استفاده برای راه‌اندازی مرحله روشنایی	#3250 *Scene panel*
دکمه حضور یا سنسور حضور	#1060 *Occupancy sensor*
خروجی میزان دما	#1040 *Temperature sensor*
کنترل کردن اما توسط خروجی شیرهای سرمایش و گرمایش (اکچوتورها)	#8060 *Thermostat*
کوپلینگ سوئیچ و اکچوتورهای دیم	#3040 *Lamp actuator*

برای اطمینان از اینکه دیوایس‌های ساخته شده توسط تولیدکننده‌های مختلف، قابل انتقال اطلاعات هستند، LONMARK Interoperability Association موارد مشخصات عملکردی خاصی را اختصاص داده است. (جدول 4 چند مثال در این رابطه نشان می‌دهد).

برای مشاهده فهرست کاملی از همه مشخصات عملکردی، می‌توانید به وب سایت www.lonmark.com رجوع کنید.

اگر می‌خواهید یک سیستم کنترل روشنایی را در یک اتاق اجرا کنید، نیاز به انتخاب یک سوئیچ سنسور روشنایی و سوئیچ اکچوتور به دست آمده از کاتالوگ محصول تولیدکننده خواهید داشت. تولیدکنندگان مشخصات عملکردی محصولات قابل ارائه خود را لیست می‌کنند. اگر دیوایسی که انتخاب می‌کنید دارای جواز LONMARK باشد، حاوی مشخصات عملکردی مربوطه خواهند بود.

برای این سیستم روشنایی، سوئیچ اکچوتور دارای Lamp actuator #3040 (شکل 31) و سوئیچ روشنایی دارای مشخصات عملکردی Switch #3200 می‌باشد.

متغیرهای شبکه تعریف شده در مشخصات عملکردی برای متصل نمودن سوئیچ سنسور روشنایی و عملگر لامپ به یکدیگر استفاده می‌شوند. این امر تضمین سطح پایه عملکرد آن‌ها را هنگام استفاده از دیوایس‌های LON از تولید کننده‌های مختلف را می‌کند.

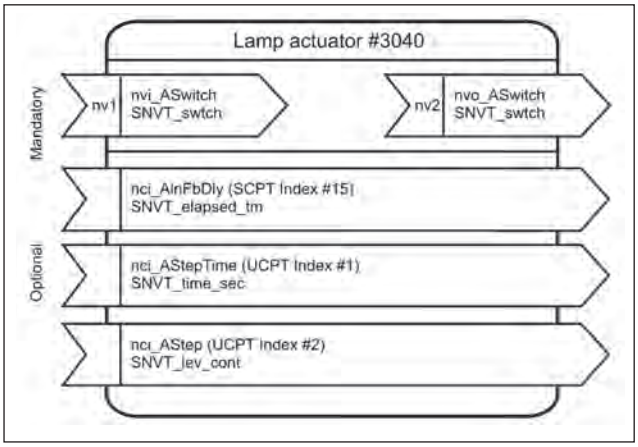
ویژگی‌های پیکربندی

مشخصات عملکردی سوئیچ سنسور روشنایی و عملگر لامپ حاوی متغیرهای شبکه و ویژگی‌های پیکربندی هستند. شکل (31) و (32) ورودی‌های پیکربندی شبکه[6] (nci) انتخابی را نشان می‌دهد.

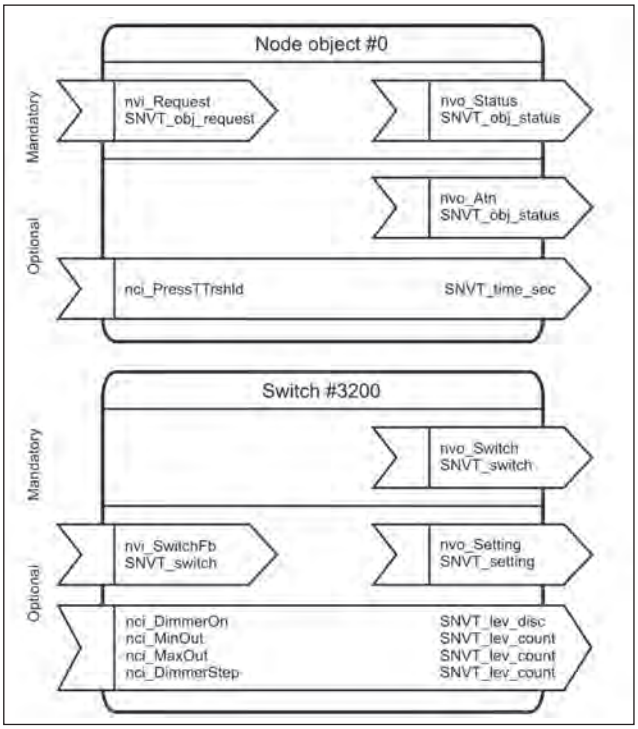
هنگام ایجاد برنامه کاربردی، توسعه‌دهنده می‌تواند تعیین کند که دیوایس باید دارای کدام ویژگی‌های پیکربندی باشد. آنگاه کاربر می‌تواند ویژگی‌های دیوایس را با استفاده از یک دیوایس یکپارچه‌سازی مانند LONMARK سفارشی سازد.

شکل (33) ویژگی‌های پیکربندی nci_MaxOut را نشان می‌دهد که در LONMARK تغییر داده می‌شوند. حداکثر سطح روشنایی برای یک عملگر dim برابر ٪85 تنظیم می‌شود.

این ویژگی‌های پیکربندی شما را قادر می‌سازد که پارامترهای دیگری مانند یک نقش دیمینگ، سطوح دیمینگ افزایشی یا یک مقدار روشنایی حداقل



شکل (31): مشخصات عملکردی استاندارد شده LONMARK برای یک سوئیچ اکچوتور (ELKA)



شکل (32): مشخصات عملکردی استاندارد شده LONMARK برای یک سوئیچ روشنایی (ELKA)

را تنظیم کنید. انـــواع مختلفی از ویژگی‌های پیکربندی وجـــود دارند که با آن می‌توانید ویژگی‌های یک دیوایس را سفارشی کنید:

متغیرهای پیکربندی شـــبکه[6](NVCs): اینها به شیوه یکسان با متغیرهای شبکه استفاده می‌شوند، که بدان معناســـت که آن‌ها نیز می‌توانند روی شبکه مجددا پیکربندی شـــوند. این خصوصا زمان تنظیم مقادیر setpoint مناســـب می‌باشد.

ویژگی‌های پیکربندی[7](CPs): اینها داخل خود دیوایس با استفاده از یک دیوایس یکپارچه‌سازی تنظیم و درون پایگاه داده‌ای ذخیره می‌شوند. این بدان معناســـت که آن‌ها می‌توانند حتی زمانی که یک گره جایگزین شده باشد مورد ارزیابی قرار گیرند.

انواع ویژگی پیکربندی استاندارد[8](SCPTs): اینها ویژگی‌های پیکربندی هستند که توسط LONMARK به عنوان استاندارد تعریف می‌شوند.

انواع ویژگی پیکربندی تعریف شده توسط کاربر[9](UCPTs): این ویژگی‌ها همانگونه که از نامش پیداســـت، توسط کاربر تعریف می‌شـــوند و با استاندارد LONMARK مطابقت ندارند.

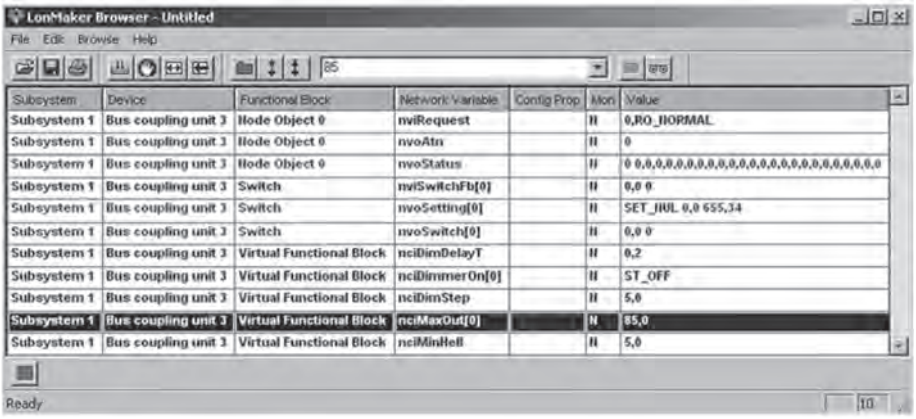
انواع متغیر شبکه استاندارد در اتوماسیون ساختمان

متغیرهای شبکه تعریف شده توسط کاربر

سازندگان دیوایس کاملا آزاد هستند که متغیرهای شبکه خود را انتخاب و تعریف کنند. اگر یک توسعه‌دهنده سنسورهای دما تمایل داشته باشد که مقدار قابل دسترسی را برای شـــبکه LON تعیین کند، وی باید محدوده‌ای از مقادیر و درجه دقت را تعریف نماید.

در مثال نشـــان داده شـــده در جدول (5) شـــما می‌توانید مشاهده کنید که توسعه‌دهنده تصمیم گرفته اســـت که محدوده دمایی بین صفر درجه و 655.35 درجه را انتخاب نماید. سنسور باید دارای درجه‌ای از دقت 0.5 درجه سانتی‌گراد باشد. برای این سنسور، توسعه دهنده یک متغیر شبکه NVO_temperature و طول داده‌ای دو بایتی را تعریف می‌کند. این متغیر می‌تواند مقادیر عددی از صفر تا 655.35 را مطابق با 28×28 یا 256×256 بپذیرد.

با این وجود تولید کننده دریچه یا شـــیر حرارتی (عملگر)، می‌تواند دارای ایده‌های دیگری باشد مثلا این ایده که پارامترها چگونه باید باشند. وی می‌تواند تصمیم به توسعه عملگر خود به شـــیوه‌ای بگیرد که بتواند با درجه حرارت‌ها در محدوده‌ای از صفر تا 655.35 درجه سانتی‌گراد با دقت 0.01 درجه سانتی‌گراد کار کند. به این دلیل وی یک متغیر شبکه دو بایتی را تعریف می‌کند. این باعث ایجاد



شکل (33): تنظیم پارامترهای پیکربندی با استفاده از LONMAKER

جدول (5): مثالی از اختلاف ایجاد شده در محدوده مقادیر یک متغیر شبکه

سنسور شیرهای حرارتی تولیدکنندگان	مقادیر برای سنسور متغیرهای شبکه تولیدکنندگان	مقادیر برای اکچوتور متغیرهای شبکه تولیدکنندگان	اکچوتورهای حرارتی تولیدکنندگان
0.0 °C	0	0	0.00 °C
5.0 °C	50	50	0.50 °C
10.0 °C	100	100	1.00 °C
21.5 °C	215	215	2.15 °C
50.0 °C	500	500	5.00 °C
215.5 °C	2,150	2,150	21.55 °C
550.0 °C	5,500	5,500	55.00 °C
6,553.5 °C	65,535	65,535	655.35 °C

مشکلاتی در هنگام متصل نمودن دو متغیر شبکه خواهد شد زیرا آن‌ها قادر به تفسیر هر متغیر دیگر به طور مناسب نیستند.

از اینکار زمانی می‌توان اجتناب نمود که توسعه‌دهنده‌ها بتوانند برای نوع پارامترهای مورد استفاده به توافق برسند. با این وجود، اگر توسعه‌دهنده‌ها برای شرکت‌های مختلفی کار کنند و با فعالیت‌های توسعه‌ای یکدیگر آشنا نباشند، این کار آسان نخواهد بود. از اینرو مجموعه‌ای از قوانین مشترک نیاز است تا قابلیت انتقال داده‌ای محصولات فروشنده‌های مختلف را تضمین کنند.

انواع متغیر شبکه استاندارد

LONMARK Interoperability Association متغیرهای سیستم استانداردی را تحت عنوان SNVTs تعریف و منتشر نموده است.

برای اجتناب از درک نادرست، همانند مورد ذکر شده در مثال فوق، LONMARK Association مجموعه‌ای از قوانین را تعریف نموده است. تعاریف زیر برای متغیرهایی که عموما استفاده می‌شوند، تعیین شده است:

- حوزه کاربرد
- نام نوع متغیر شبکه
- پیکربندی متغیر
- طول کل به بایت
- دامنه مقدار، درجه دقت و واحدها

جدول (6): مثال‌های از انواع متغیر شبکه استاندارد (SNVTs) استفاده شده در اتوماسیون ساختمان

ناحیه کاربری	نوع	محدوده مقادیر	واحد/دقت
دیمینگ و سوئیچینگ	SNVT_switch	0 to 100 0/1	0.5 % on/off
دمای کلی	SNVT_temp	−274 to +6,279.5	0.1 °C
دما برای سرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع	SNVT_temp_p	−273.17 to +327.66	0.01 °C
مقادیر درصد کلی	SNVT_lev_cont	0 to 100	0.5 %
درخشندگی	SNVT_lux	0 to 65,535	1 lux
میزان دبی	SNVT_flow	0 to 6,553.5	0.1 l/s

در زیر مطابق جدول (6) گزینه‌ای از انواع متغیر شبکه استاندارد موجود را نشان می‌دهد.

خصوصا دو ستون آخر جدول (6) مهم هستند. تعیین واحد و همچنین محدوده مقداری و درجه دقت یک متغیر شبکه مانع از ایجاد موضوعات قابلیت تبادل اطلاعات می‌شود که همراه با متغیرهای شبکه تعیین‌شده توسط کاربر رخ می‌دهند(TIERSCH01).

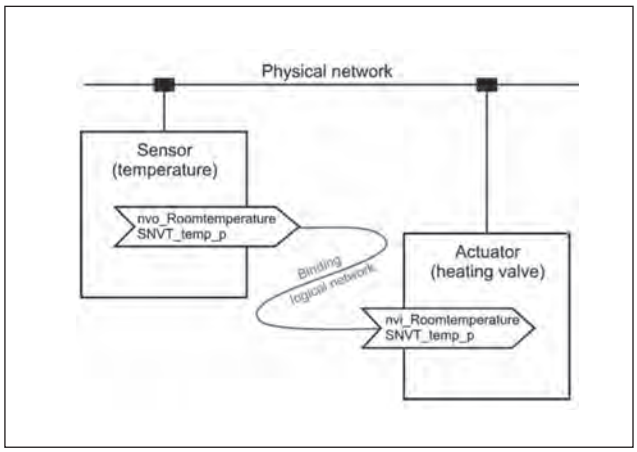
تولیدکننده‌های سنسور درجه حرارت و شیر گرمایشی اطمینان حاصل می‌کنند، که هر یک از برنامه‌های کاربردی آن‌ها دارای نمودار عملکردی مناسبی می‌باشد.

در سنسور درجه حرارت نمودار عملکردی 1040#، نوع متغیر شبکه استاندارد مناسب برای خروجی دما استفاده می‌شود. بر طبق جدول (6) متغیر SNVT_temp_P باید در کنترل ساختمان استفاده شود.

اگر توسعه دهنده، شیر گرمایشی مطابق با مشخصات LONMARK ارائه کرده باشد، می‌بایست با استفاده از مشخصات # 8060 و با استفاده از نوع متغیر شبکه استاندارد آخرین قرائت دما در طول شبکه را دریافت نماید. (شکل 34).

بنابراین اگر سازندگان، شیر گرمایشی مطابق با مشخصات LONMARK ارائه کرده باشد، آنگاه برنامه کاربردی شیر گرمایشی به طور خودکار مقدار 29317 را دریافت و از طریق SNVT_temp_P به عنوان دمای اتاق +20 درجه سانتی‌گراد تفسیر خواهد کرد.

قرائت دمایی نیاز به درجه‌ای از دقت با دو رقم اعشار دارد، طوری که مقدار واقعی به دست آمده دقیق‌تر از دیوایس می‌باشد. در بهترین حالت، یک کنترل کننده گرمایشی می‌تواند برای جلوگیری از نوسان دمایی تا بیش از 0.1 درجه



شکل (34): ارتباط بین گره‌های LON با استفاده از انواع متغیر شبکه استاندارد

سانتی‌گراد استفاده شود. مقداری که کمتر از صفر مطلق (273.15− درجه سانتی‌گراد) باشد، به عنوان یک نقص کابل تفسیر می‌شود.

پی‌نوشت:

1. Carrier Sense Multiple Access
2. Differential Manchester Code
3. Network variables
4. Output Network Variable
5. Network configuration inputs
6. Network Configuration Variables
7. Configuration properties
8. Standard Configuration Property Types
9. User–Defined Configuration Property Types

ادامه دارد...

مقدمه‌ای بر حفاظ‌های الکتریکی

نوشته: جی ویجای - مارک براون - مالکوم بارنز
ترجمه: مهندس سیاوش شادپی

مقدمه

روش زمین کردن سیستم‌های الکتریکی به قدمت توسعه و تکامل و استفاده گسترده از نیروی برق است. در این مقاله، ما نگاهی به ضرورت تطبیق روش‌های زمین‌کردن منبع توان الکتریکی (ژنراتور یا پست ترانسفورماتور) و ساختمان‌های مسکونی مصرف‌کنندگان می‌اندازیم. روش‌های گوناگون زمین‌کردن سیستم‌های الکتریکی را بررسی و کارایی آن‌ها را مقایسه می‌کنیم. ما مطالبی را راجع به شوک الکتریکی و نحوه جلوگیری از سوانح الکتریکی از طریق تشخیص و عایق کردن به موقع تجهیزات معیوب یاد می‌گیریم.

ما تاثیر صاعقه را بر سیستم‌های الکتریکی و وسایل حفاظت از سیستم‌ها را از طریق هدایت جریان‌های سریع صاعقه به زمین بررسی می‌کنیم. ما روش ایجاد اتصالات قابل اطمینان زمین‌کردن را یاد می‌گیریم، مقاومت زمین را محاسبه می‌کنیم و روش اندازه‌گیری مقاومت زمین سیستم‌های زمین‌کردن را یاد می‌گیریم.

ما مرور می‌کنیم که چرا قسمت‌های چرخ‌دنده‌ای غیرالکتریکی ماشین‌آلات باید به زمین متصل باشند تا از انباشت بارهای استاتیکی (ساکن) جلوگیری شود و منجر به جرقه‌های ناگهانی و مخرب نشود.

ما مرور می‌کنیم که چرا قسمت‌های چرخ‌دنده‌ای غیرالکتریکی ماشین‌آلات باید به زمین متصل باشند تا از انباشت بارهای استاتیکی (ساکن) جلوگیری شود و منجر به جرقه‌های ناگهانی و مخرب نشود.

ما روش‌های زمین کردن ساختمان‌های مسکونی مصرف‌کنندگان توان الکتریکی و اهمیت آن‌ها در سیستم‌های مدرن امروزی را با تجهیزات الکترونیکی حساس بررسی می‌کنیم (که تحت تاثیر جریان‌های سریع، نویزهای

الکتریکی و غیره می‌باشند). به‌علاوه ما اهمیت حفاظت از سیم‌های سیگنال و ایجاد یک شبکه مرجع سیگنال صفر را در مراکز پردازش اطلاعات توضیح می‌دهیم. ما تولید هارمونیک‌ها و چگونگی تاثیر آن‌ها بر تجهیزات الکتریکی و وسایل و راه‌های اجتناب از آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

ما مطالبی را درباره کیفیت منبع تغذیه وقفه‌ناپذیر (UPS) و رفع مسایل منبع تغذیه یاد می‌گیریم و ترکیبات گوناگون سیستم‌های UPS و مسایل زمین‌کردن سیستم‌های تغذیه شده توسط UPS را بررسی می‌کنیم.

توجه: کلمات زمین و ارت برای تشریح نقطه مرجع توان یا سیگنال مشترک به کار می‌رود و از آن‌ها به صورت مترادف در سراسر جهان در اصطلاحات الکتریکی – تکنیکی استفاده می‌شود. کتاب سبز IEEE یک بحث اقناعی را برای استفاده از این دو کلمه مترادف مطرح می‌کند. برای شخصی که در طبقه فوقانی یک ساختمان بلندمرتبه کار می‌کند، زمین‌کردن الکتریکی در بالای سطح زمین است نظر ما با نظر فوق فرق دارد و ما کلمه زمین کردن یا زمین را به عنوان یک نقطه مرجع الکتریکی مشترک اتخاذ می‌کنیم.

مبانی زمین‌کردن

اهداف اصلی زمین‌کردن:

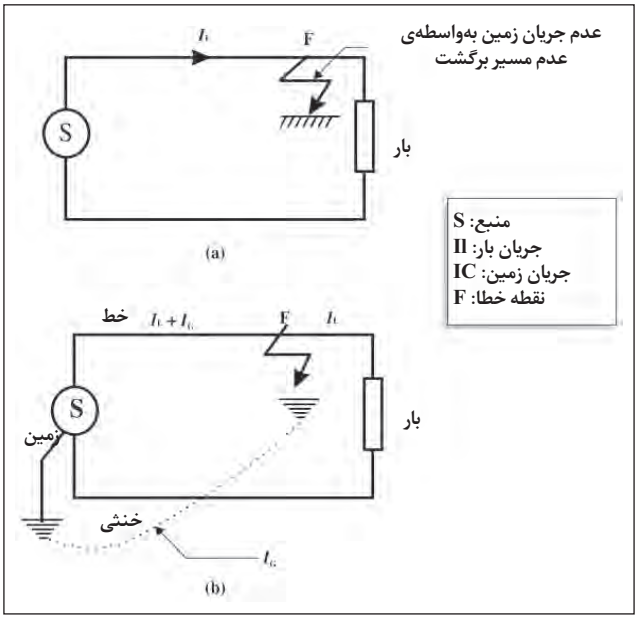
فراهم کردن یک مرجع الکتریکی (جرم زمین) برای یک سیستم الکتریکی از طریق اتصال یک نقطه خاص منبع تغذیه به زمین و ایجاد یک پتانسیل معین برای سایر نقاط آن سیستم.

اتصال سطح فلزی یک سیستم الکتریکی به زمین برای ایجاد پتانسیل زمین و ایمنی افراد.

فراهم کردن یک مسیر کم‌مقاومت برای بارهای استاتیک جمع‌شده و جریان‌های سریع صاعقه و هدایت آن‌ها به زمین و جلوگیری از آسیب‌دیدگی تجهیزات و خطرات جانی.

سیستم‌های الکتریکی همیشه در زمان‌های گذشته زمین نمی‌شدند. سیستم‌های اولیه به حالت زیرزمینی بودند و اصلا یک مرجع زمینی نداشتند. حتا اگر چنین سیستم‌هایی در حال حاضر وجود داشته باشند، جنبه استثنایی دارند و به صورت یک قاعده کلی و همه‌گیر به کار نمی‌روند. ما همگی می‌دانیم که لایه عایق اطراف سیم‌های حامل جریان در سیستم‌های الکتریکی مستعد پوسیدگی و خرابی هستند. وقتی که یک مشکل عایقی به واسطه فرسودگی ایجاد می‌شود، عوامل خارجی یا تنش‌های الکتریکی و حرارتی موجد آن می‌شوند و ضروری است نقطه معیوب شده شناسایی شود که کار چندان آسانی نمی‌باشد. مشاهده می‌شود که به علت فقدان زمین کردن، مشکل بوجود آمده شناسایی نمی‌شود و در صورت بروز یک مشکل مشابه در مابقی خط آسیب ندیده، یک مسیر کوتاه ایجاد شده و منجر به ایجاد یک جریان بسیار زیاد می‌شود که توسط وسایل حفاظتی قابل شناسایی است.

برای تشخیص سریع نقص اول، ما باید یکی از دو قطب منبع الکتریکی را به زمین وصل کنیم (شکل 1b) و آن را نقطه خنثا و دیگری را نقطه خط می‌نامیم.



شکل (1) a: خطا در سیستم زمین نشده، (b) اثر زمین شدن خنثا

قابل توجه است که اتصال بین نقطه خنثا و زمین فقط در منبع وجود دارد. جریان برگشت بار از طریق سیم متصل به نقطه خنثا به منبع برمی‌گردد. به همین دلیل، نقطه خنثا همیشـــه از زمین عایق شده است. سیم خط هم همین وضع را دارد. وقتی یک خطای عایقی در سیم خط وجود داشته باشد، یک جریان زیاد در مدار الکتریکی و مسیر زمین جاری و به منبع برمی‌گردد که بر اساس میزان مقاومت مسیر زمین، توسط تجهیزات حفاظتی مناسب شناسایی می‌شود.

بنابراین، یکی از اهداف اولیه زمین‌کردن چیزی جز شناسایی آسان خطای سیستم الکتریکی نیست که از طریق فراهم کردن یک مسیر جریان از نقطه خطا به زمین و از زمین به نقطه خنثای منبع انجام می‌شود.

اکنون می‌خواهیم بدانیم ضرورت مرجع زمین برای تاسیســـات الکتریکی مصرف‌کننده در چه چیزی است؟

هرچند شکل 1b نشان می‌دهد منبع زمین شده است، ولی نشان نمی‌دهد نقطه دیگری از مدار زمین شده باشد. با وجود این، در یک سیستم عملی، خطای عایق بدان معنا نیست که اتصال زمین به طور اتوماتیک ایجاد شده است؛ مگر آنکه نقطه خطا از طریق یک مسیر کم مقاومت به زمین متصل شده باشد. چنین مسیری با استفاده از باس زمین مرجع در مصرف‌کننده نهایی و اتصال تجهیزات الکتریکی به این باس ایجاد می‌شود (شکل 2).

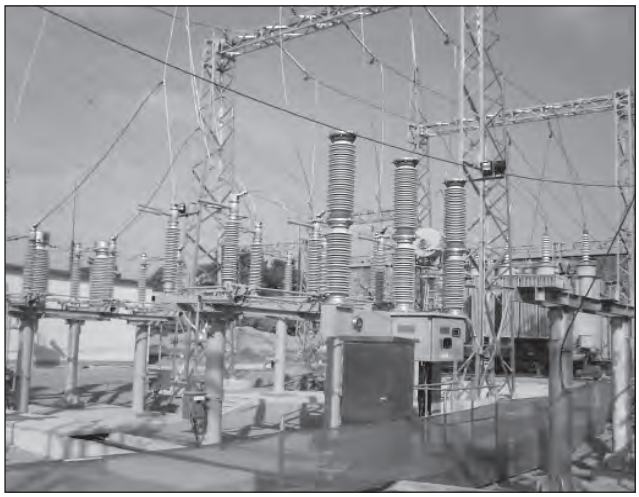
در واقع، بهتر اســـت ترمینال زمین تاسیسات کم‌ولتاژ مصرف‌کننده به طور مستقیم به خنثای منبع وصل شـــود تا اطمینان حاصل شود که جریان خطای زمین دارای یک مســـیر با مقاومت کم است که شـــامل جرم زمین نمی‌شود. پیش‌بینی دقیق مقاومت جرم زمین برای جاری شدن جریان دشوار است.

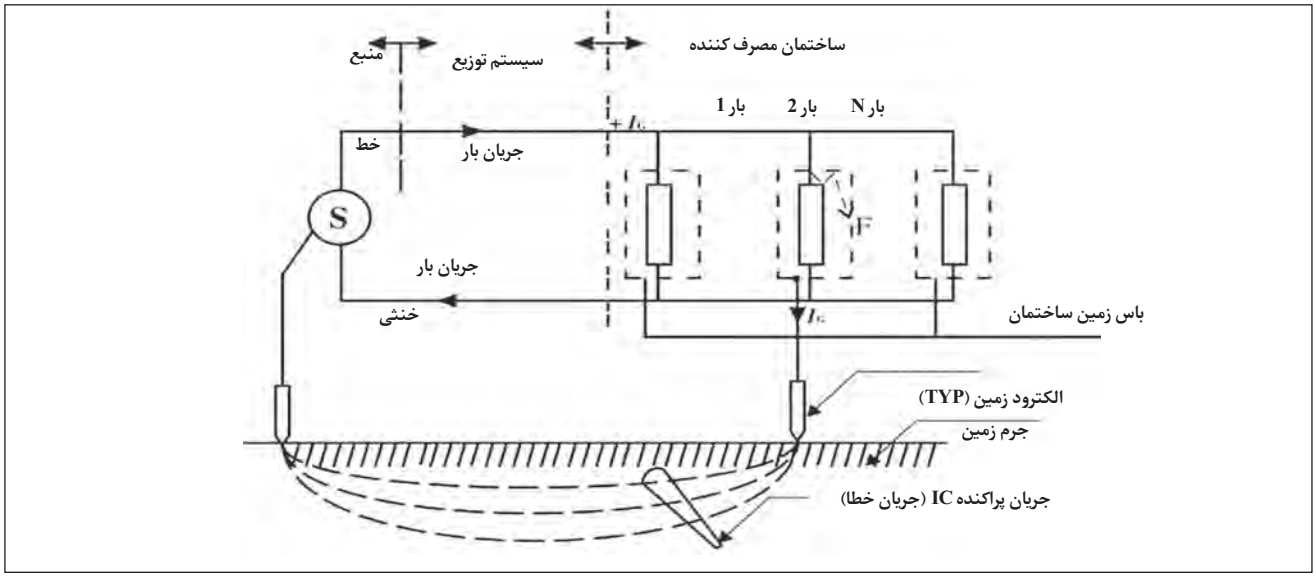
باید متذکر شـــد که خنثای بار الکتریکی از زمین عایق می‌شود و اتصال بین خنثا و زمین فقط در نقطـــه منبع وجود دارد. ما شـــیوه‌های گوناگونی را تحت پوشش قرار می‌دهیم که در آن مرجع‌های زمین و خنثا توسط یک سیستم تغذیه نسبت به مصرف‌کنندگانش مختل می‌شود.

ما بعدا خواهیم دید چگونه زمین کردن بدنه‌های فلزی تاسیســـات جریان الکتریکی نقـــش دیگری را انجام می‌دهد: ایمن ســـاختن سیســـتم‌ها برای بهره‌برداری توسط انسان بدون ترس از برق‌گرفتگی در صورت نقص عایق در تجهیزات و کابل‌های برق‌دار.

باندینگ (هم‌بندی کردن)

واژه «باندینگ» به روش اتصال سیســـتم‌های گوناگـــون زمین‌کردن و قسمت‌های هادی یا فلزی بدون جریان به یکدیگر گویند؛ به طوری که اختلاف بالقوه‌ای بین ســـطوح هادی قابل دســـترس یا بین سیستم‌های مختلف زمین کردن وجود نداشته باشـــد. چنین اختلاف بالقوه‌ای خطرناک است به شرطی





شکل (2): جاری شدن جریان خطا در سیستم زمین‌شده

که یک شخص به طور هم‌زمان با دو سطح فوق تماس پیدا کند تا بین آن‌ها یک اختلاف به وجود آید. باندینـــگ تجهیزات می‌تواند تعادل بالقوه‌ای را بین تمام سطوح به وجود آورد که به یکدیگر متصل شده‌اند.

مساله دیگر که در غیاب باندینگ به وجود می‌آید، اختلاف بالقوه‌ای است که می‌تواند به تجهیزات آسیب بزند و این در حالی است که دو بخش تجهیزات حساس به سیستم‌ها متصل شده‌اند و می‌تواند پتانسیل‌های مختلفی را به وجود آورد. جریان‌های جاری در ظرفیت‌های بین سیستم باعث آسیب‌دیدگی اجزای حساس و بردهای چاپی مدار می‌شود. معمولا این نوع مشکل زمانی رخ می‌دهد که جریان‌های آنی و شـــدید زمین به واســـطه تخلیه صاعقه یا دیگر پدیده‌های جوی به وجود آید.

صاعقه و اثر آن بر سیستم‌های الکتریکی

صاعقه به واسطه توسعه سلول‌های بسیار پتانسیل‌دار سیستم‌های ابری و تخلیه بارهای جمع‌شده و تخلیه متعاقب بین سلول‌های حامل بار در زمین به وجود می‌آید. اختلاف پتانسیل زیاد باعث یونیزاسیون هوای بین این سلول‌ها و زمین می‌شود که به صورت هادی در می‌آید و یک انفجار کوتاه از جریان بسیار زیاد را به وجود می‌آورد و باعث تخلیه بارها در زمین می‌شـــود. معمولا، اولین ضربه صاعقه باعث ضربات دیگر در امتداد همان مسیر می‌شود تا بار سلول‌های ابر در زمین تخلیه شود.

ضربات صاعقه به زمین شـــامل ضربات وارده بر ســـازه‌ها و درختان بلند می‌شـــود. درحالی‌که ضربه وارد بر یک ســـازه هادی (با مقاومت کم نسبت به زمین) منجر به آســـیب‌های جدی نمی‌شود، ولی در سازه‌هایی که هادی نباشد به صورت فاجعه‌آمیز است. اساسا آسیب به واسطه‌ی گرمای بسیار زیاد جریان زیادی حاصل می‌شـــود که از میان سازه می‌گذرد و به نوبه خود باعث تبخیر آنی رطوبت موجود در آن سازه می‌شود. آزادسازی انفجاری بخار باعث آسیب جدی و شدید می‌شود. برای مثال، درختی که متحمل صاعقه می‌شود، لایه رطوبت زیر پوست درخت به طور آنی تبخیر شده و باعث کنده شدن آن می‌شود.

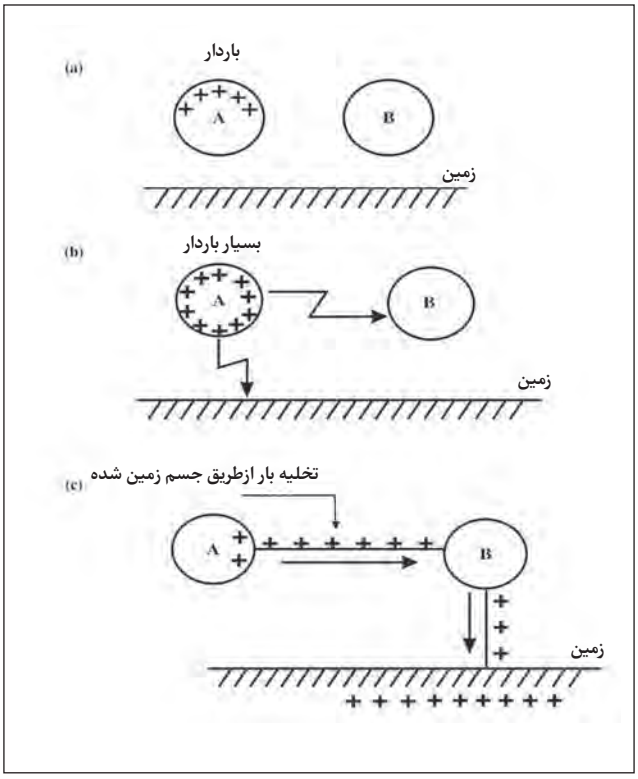
نتیجه جدی‌تر زمانی رخ می‌دهد که این ضربه در نزدیکی یک کانتینر حامل مواد اشتعال‌پذیر رخ دهد. دمای زیاد می‌تواند باعث احتراق مواد اشتعال‌پذیر، انفجارهای شدید و آسیب‌های ثانویه شود. چنین سازه‌هایی نیاز به حفاظت در برابر ضربات صاعقه دارند.

تخلیه صاعقه در سیستم‌های الکتریکی و چگونگی حفاظت از تجهیزات و تاسیسات الکتریکی و جلوگیری از آسیب‌های وارد بر آن‌ها مورد علاقه ما می‌باشد که به تدریج مورد بحث قرار می‌گیرند.

1.5 بارهای استاتیک و نیاز به اتصال اجسام به یکدیگر و زمین کردن آن‌ها

بعضی از ماشین‌های غیر الکتریکی می‌توانند باعث تشکیل بار استاتیک (ساکن) در خود شوند و جمع شدن این بارها روی سطوح تجهیزات در حال کار (برای مثال تسمه لاستیکی حول قرقره‌های فلزی) می‌تواند الکتریسیته ساکن زیادی را به وجود آورد. پس از تشکیل بار کافی، یک جرقه بین بارها و هر جسم زمین شده به وجود می‌آید. شکل (3) این اصل را نشان می‌دهد.

جسم A دارای بار مثبت و جسم B فاقد بار است و هر دو از زمین عایق می‌باشند (شکل 3a). فرض کنید که جسم B به زمین متصل باشد. وقتی جسم A به اندازه کافی باردار شود، می‌تواند محیط هوای جداکننده جسم A از B یا جسم



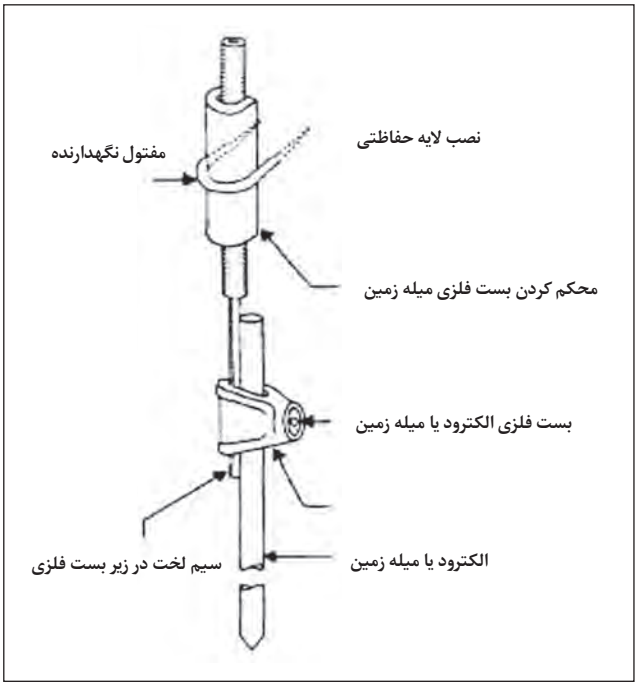
شکل (3): تشکیل الکتریسیته ساکن و نحوه جلوگیری از آن

A از زمین را بشکند و منجر به تخلیه جرقه یا بار مثبت شود (شکل 3b). چنین بارهایی دارای انرژی کافی هستند که می‌توانند انفجارهای خطرناک محیطی و آتش‌سوزی مواد قابل اشتعال را به وجود آورند. بنابر این ایجاد باندینگ یا اتصال اجسام باردار به یکدیگر و زمین کردن آن‌ها ضروری می‌باشد. اتصال اجسام A و B و زمین کردن جسم B توسط یک سیم هادی باعث جاری شدن بار از جسم A به جسم B و از جسم B به زمین می‌شود و به طوری که از تشکیل ولتاژهای بسیار زیاد و خطرناک جلوگیری می‌شود (شکل 3C).

بعضی از موارد عملی تشکیل الکتریسیته ساکن در تاسیسات خانگی و صنعتی است که بعدا به تفصیل بررسی خواهد شد.

الکترودهای زمین‌کردن و عوامل تاثیرگذار بر بازدهی آن‌ها

یکی از بحث‌های مقدماتی رایج چیزی جز نیاز به یک اتصال زمین خوب در تاسیسات مصرف‌کننده، ژنراتورها و سازه‌های مستعد صاعقه نیست. اتصال به جرم زمین معمولا از طریق الکترود زمین حاصل می‌شود. چند نوع الکترود زمین با مواد، ترکیبات فیزیکی و طرح‌های مختلف وجود دارد که از استانداردهای حاکم بر تاسیسات الکتریکی برخوردارند. در بیشتر استانداردها، یک میله فلزی در داخل زمین رانده می‌شود که باید عمق و رطوبت کافی خاک را در سراسر سال و در فصل‌های خشک و بارانی داشته باشد. شکل (4) یک الکترود نمونه را



شکل (4): الکترود زمین تاسیسات الکتریکی

نشان می‌دهد.

عملکرد چنین الکترودهایی با توجه به مقاومت زمین به عنوان یک شاخص به‌نوع خاک، ترکیب، قابلیت هدایت، درصد رطوبت، دمای خاک و غیره بستگی دارد. معمولا یک دسته الکترود برای کسب نتایج رضایت‌بخش برای زمین کردن به‌کار می‌روند. الزامات عمومی تاثیرگذار بر الکترودهای زمین عبارتند از:

نوع خاک زمین (به‌ویژه از نظر مقاومت الکتریکی)

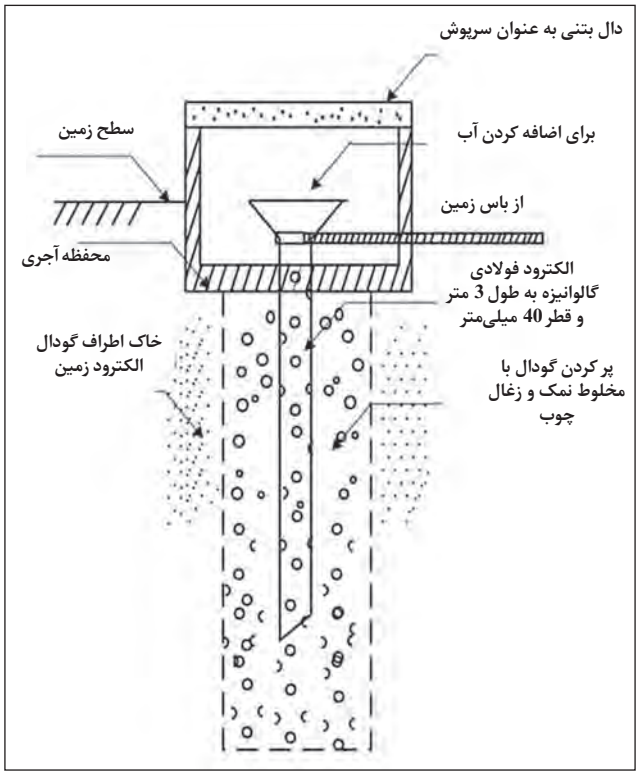
نیاز به کسب حداقل مقاومت قابل قبول زمین متناسب با تاسیسات الکتریکی.

نیاز به حفظ مقاومت زمین تحت شرایط آب و هوایی متغیر در سراسر سال.

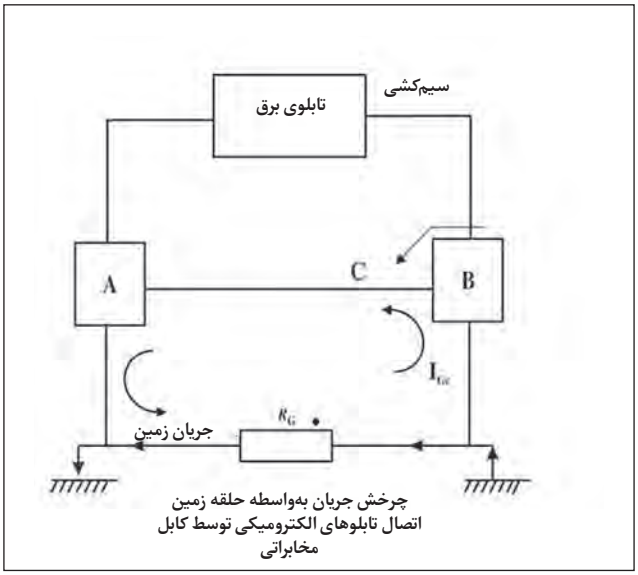
حضور عوامل خوردگی الکترودهای زمین.

طرح الکترود و روش‌های نصب آن به الزامات فوق بستگی دارد که بعدا بررسی می‌شوند. برای افزایش قابلیت هدایت الکترودهای زمین، چند حالت از ساخت الکترود وجود دارد که لایه خاک پیرامونی آن با مواد شیمیایی عمل‌آوری می‌شود تا قابلیت هدایت الکترود افزایش یابد. به چنین الکترودهایی الکترودهای شیمیایی گویند. اصل اساسی این نوع الکترود، استفاده از مواد است که رطوبت را جذب و آن را برای یک مدت طولانی نگه می‌دارند که به صورت یک پشته در پیرامون الکترود قرار می‌گیرند. موادی که کربن (کُک، زغال‌سنگ) و نمک‌های الکترولیت (از قبیل کلرید سدیم) دارند، به عنوان پشته به‌کار می‌روند. شکل (5) ساخت چنین الکترودی را نشان می‌دهد. باید توجه شود که یک تمهید باری اضافه کردن آب (خارجی) به عمل آید تا رطوبت آن تحت شرایط هوای خشک حفظ شود.

از بحث‌های فوق مشخص است که سیستم زمین کردن، به عنوان یک عامل حیاتی در ایمنی تاسیسات و جان افراد، باید دائما تحت نظارت باشد تا اطمینان دهد که ویژگی‌های آن از حدود قابل قبول فراتر نمی‌رود.



شکل (5): الکترود شیمیایی زمین



شکل (6): مساله حلقه زمین

نویز مدارات سیگنال و اقدامات حفاظتی از قبیل شیلدینگ (حفاظت از مدارات سیگنال در برابر امواج الکترومغناطیس و الکترواستاتیک)

نویز مدارات سیگنال به عنوان یک معضل به ملاحظات دقیق در خصوص طراحی و نصب یک سیستم نیاز دارد. نویز به‌واسطه روش‌های ناصحیح زمین کردن حاصل می‌شود. جریان‌های آنیِ عوامل داخلی و خارجی و تداخل مدارات مجاور می‌توانند موجب نویز شوند. شکل (6) این‌گونه وضعیت را نشان می‌دهد.

نقاط A و B نشانگر دو سیستم پردازش اطلاعات الکترونیکی با یک رابط مخابراتی C می‌باشد. رابط C یک کابل مخابراتی با یک پوشش محافظ فلزی است که به تابلوهای A و B و همچنین به سیستم زمین ساختمان در نقاط G1 و G2 متصل است. RG مقاومت بین این نقاط است. G1 و G2 یک حلقه زمین را با پوشش محافظ فلزی کابل تشکیل می‌دهند و باعث ایجاد یک جریان در پوشش محافظ فلزی کابل مخابراتی شده که به نوبه خود منجر به سیگنال‌های کاذب و عملکرد ناصحیح می‌شود.

زمین‌کردن مضاعف از طریق اتصال سیم زمین به لوله‌ها، سازه‌های ساختمانی و لوله‌کشی برای کسب مقاومت کمِ زمین است و تاثیر معکوسی بر وسایل الکتریکی ندارد. در واقع، بسیاری از آیین‌نامه‌ها چنین اقداماتی را در راستای ایمنی جان افراد توصیه می‌کنند. با وجود این، همان‌طور که در مثال قبل دیدید، همین روش می‌تواند موجب مشکلاتی شود، به شرطی که به تجهیزات الکترونیکی حساس به نویز وصل شود.

نویز توسط عواملی از قبیل اتصال گالوانیک، اتصال الکترواستاتیک، القای الکترومغناطیسی یا تداخل فرکانس رادیویی نیز به وجود می‌آید. سیگنال‌های طبیعی و جریان‌های شدید آنی به عنوان جریان‌های فرکانسی بر مدارات نزدیک تاثیر گذارند. طرح انواع اتصالات سیگنالی دارای مشکل ذاتی اتصال گالوانیک است. اتصال الکترواستاتیکی به واسطه نفوذ ظرفیت‌های بین الکترودی به‌ویژه در سیستم‌هایی با جریان‌های فکرانس بالا اجتناب‌ناپذیر است. بیشتر تجهیزات الکتریکی میدان‌های الکترومغناطیس تولید می‌کنند. قوس الکتریکی در اتصالات یک کلید می‌تواند موجب تولید تابش امواج الکترومغناطیس یا جریان‌های فرکانس بالا شود که در یک مدار جاری شده و میدان‌های مغناطیسی را در زمان عبور از سیم‌کشی‌ها به صورت یک مزاحمت ایجاد می‌کنند. این نوع مزاحمت را تداخل الکترومغناطیسی (EMI) نامند. امروزه اینگونه تجهیزات چنان طراحی می‌شوند که از استانداردها پیروی کنند، از ایجاد تداخل الکترومغناطیسی جلوگیری کنند و از اثرات آن بر تجهیزات نزدیک خود از طریق تکنیک‌های «شیلدینگ» مناسب بکاهند. شیلدینگ در

برابر اتصال الکترواستاتیکی و تداخل الکترومغناطیسی متفاوت است و باید بر اساس الزامات هر موقعیت خاص باشد.

روش زمین کردن شیلد الکترومغناطیس و الکترواستاتیک از نقطه نظر نویز مهم است که می‌تواند موجب نویز در سیستم‌های سیگنال و مخابراتی می‌شود که باید از آن حفاظت کرد.

چون تجهیزات الکترونیکی از سیگنال‌های فرکانس بالا استفاده می‌کنند، جلوگیری از سیستم زمین کردن (به صورت مقاومت) حائز اهمیت است. طرح سیستم زمین‌کردن چنین تجهیزاتی باید مساله جلوگیری از سیستم زمین‌کردن را در نظر بگیرد.

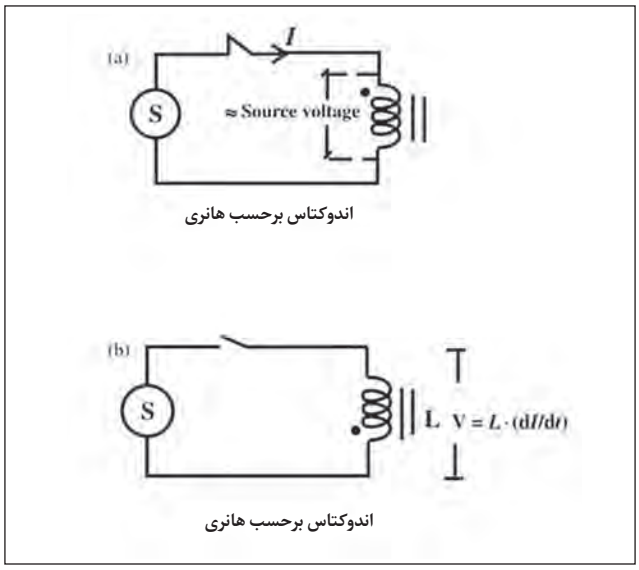
ما به طور خلاصه هارمونیک‌ها را به عنوان یک منبع نویز تحت بررسی قرار می‌دهیم. هارمونیک‌ها زمانی تولید می‌شوند که بارهای معینی به سیستم متصل باشند و جریان‌هایی را که می‌کشند به صورت موج سینوسی خالص نباشد (جریان‌های غیرسینوسی به یکسری جریان سینوسی با فرکانس اصلی و مضرب‌های آن تبدیل می‌شوند). بسیاری از وسایل مدرن که از نیمه هادی‌ها استفاده می‌کنند و به این نوع تعلق دارند، بارهای غیرخطی را تشکیل می‌دهند. جریان هارمونیک با فرکانس بالاتر موجب صدای وزوز بلند در مدارات مخابراتی می‌شود و در سیگنال‌های کم‌دامنه دخالت می‌کند. آن همچنین باعث ایجاد گرما در تجهیزات الکتریکی، به واسطه افت مغناطیسی زیادتر و نقص بانک‌های خازنی ناشی از جریان‌های بیشتر، می‌شود. ما اصول اساسی آن را به‌طور خلاصه مورد بحث قرار می‌دهیم.

حفاظت از تجهیزات الکترونیکی در برابر جریان‌ها و ولتاژهای شدید گذرا

صنایع و تجارت‌های مدرن امروزی تا حد زیادی به سیستم‌های الکترونیکی برای محرک‌های صنعتی، سیستم‌های کنترل توزیع، سیستم‌های کامپیوتر، تجهیزات شبکه‌ای یا الکترونیک مخابراتی وابسته‌اند. این وسایل الکترونیکی اغلب با ولتاژ و توان کم کار می‌کنند و نمی‌توانند ولتاژها و جریان‌های بیشتر را حتا به مقدار ناچیز تحمل کنند. ولتاژهای القایی مدارات مجاور جریان هارمونیکی را تجربه می‌کنند که می‌توانند موجب تداخل در سیستم‌های حامل سیگنال‌های مخابراتی شوند و به واسطه انتقال سیگنال نویزدار نمی‌توانند وظایف خود را انجام دهند. به دلیل ماهیت حساس تجهیزات الکترونیکی و مخابراتی، هرگونه تاسیساتی که چنین تجهیزاتی را داشته باشد، نیاز به سیستم‌های زمین کردن دارد تا از یک عملکرد مناسب برخوردار باشد.

مشکل دیگر به افزایش‌های آنی ولتاژ مربوط می‌شود که در یک منبع توان رخ می‌دهد. بعضی از آن‌ها از یک شبکه خارجی نشات می‌گیرند و بعضی از مدارات پیرامونی. نتیجه چنین ولتاژ یا توان زیاد آنی چیزی جز نقص در یک وسیله الکترونیکی نیست. نمونه مزاحمت خارجی ولتاژ چیزی جز ضربه صاعقه نزدیک به یک سیستم انتقال توان هوایی نیست. چنین افزایش‌های آنی ولتاژ به واسطه قطع و وصل ترانسفورماتورهای بزرگ نیز رخ می‌دهد. آن‌ها باعث جریان‌های شدید آنی می‌شوند که به صورت یک مزاحمت ولتاژی خود را نشان می‌دهد. همینطور، قطع کردن یک بار القایی (از قبیل کویل یا بوبین یک کنتاکتور) باعث یک افزایش ولتاژ آنی جزئی به واسطه از بین رفتن میدان مغناطیسی هسته مغناطیسی می‌شود. اگر تجهیزات دیگری با این اندوکتانس یا ظرفیت القا مغناطیسی موازی باشد (بعد از نقطه وصل)، آن‌ها این افزایش ولتاژ آنی را تجربه می‌کنند. شکل (7) این اصل را نشان می‌دهد.

هر تاسیسات الکتریکی به قسمت‌های گوناگون تقسیم می‌شود که به شدت ولتاژها و جریان‌های شدید آنی بستگی دارد که این تاسیسات الکتریکی در معرض آن قرار می‌گیرند. وسایل حفاظت در برابر ولتاژها و جریان‌های شدید آنی و زمین



شکل (7): افزایش ولتاژ آنی به واسطه بار القایی

کردن چنان چیدمان می‌شوند که اینگونه ولتاژها و جریان‌ها کاهش می‌یابند و از منطقه شدید صفر به منطقه بسیار حفاظت شده 3 تنزل می‌یابند که شامل بیشتر سیستم‌های حساس و آسیب‌پذیر است. چنین وسایل حفاظتی به صورت متنوع در دسترس می‌باشند.

سیســـتم‌های یوپی‌اس (منبع تغذیه وقفه‌ناپذیر) و نقش آن‌ها در بهبود کیفیت توان

استفاده گسترده از سیستم‌های کنترل فرآیند(SCADA) در صنایع و تجهیزات مخابراتی و کامپیوتری در محیط‌های تجاری نیاز به یک منبع تغذیه وقفه‌ناپذیر و عاری از هارمونیک و بی‌نظمی‌های ولتاژ دارد زیرا این سیســـتم‌ها به قطع منبع تغذیه و نوســـانات ولتاژ یا فرکانس حساس می‌باشـــند. گزینه‌های منابع تغذیه بی‌وقفه بسیار متنوع می‌باشند. سیستم‌های الکترومکانیکی از یک آلترناتور با محرک درون‌سوز (دستگاه تولید برق با محرک درون‌سوز) برخوردارند که به یک منبع ذخیره انرژی مجهزند تا به دستگاه تولید برق اجازه دهد در زمان اختلالات سیستم وارد عمل شود و انرژی لازم را برای محرک درون‌سوز فراهم کند.

با وجود این، سیســـتم‌های UPS اینورتوری ثابت از برق استندبای (آماده به‌کار) باطری ذخیره اســـتفاده می‌کنند و رایج‌ترند. در سیســـتم‌های امروزی، سیستم‌های UPS الکترونیکی از ترانزیســـتورهای دوقطبی با گیت عایق‌شده استفاده می‌کنند که یک امتیاز برای آن‌ها محسوب می‌شود آن‌ها علاوه بر ساده

کردن تغییر مدار، را در فرکانس بالا انجام دهند. این وضعیت به نوبه خود باعث کاهش ســـروصدا و کاهش حجم سیستم می‌شـــود و با استفاده از تکنیک‌های تنظیم عرض پالس یک خروجی بدون هارمونیک را به وجود می‌آورد.

چند عامل وجـــود دارد که در زمان انتخاب سیســـتم‌های UPS کوچک و متوسط مطرح می‌شوند. مســـایل زمین کردن این گونه سیستم‌ها بعدا بررسی خواهد شد.

بررسی‌های موردی

حقایق ایـــن مبحث نیاز به توجـــه زیاد در طراحی و اجرای سیســـتم‌های الکتریکی دارد.

اهمیت آیین‌نامه‌های ملی

وقتی ما اصـــول فیزیکی کلی زمین‌کردن را در سیســـتم‌های الکتریکی و تجهیزات مربوط مد نظر داریم، ممکن اســـت کشورهای مختلف از روش‌های مختلف استفاده کنند. آیین‌نامه‌های مختلف مساله زمین‌کردن را به روش‌های مختلف مورد ارزیابی قرار می‌دهند و عوامل محیطی و دسترسی مواد و مصالح مورد نیاز را مد نظر دارند. هدف همگی آن‌ها کســـب اهداف مشترک مشخص است که ایمنی پرسنل از اهمیت زیادی برخوردار است. تولید، توزیع و استفاده از انرژی الکتریکی تابع الزامات مقرراتی گســـترده هر کشور است که می‌توان از آیین‌نامه ملی وسایل الکتریکی آمریکا و آیین‌نامه مقررات سیم‌کشی انگلستان نام برد. انتخاب روش از ســـوی تولیدکننـــدگان و مصرف‌کنندگان برق جهت تطبیق با این مقررات اختیاری اســـت؛ ولی انحراف از این مقررات باعث عدم صدور مجوز جهت بهره‌برداری و مصرف می‌شود. بنابراین، باید افراد درگیر در برنامه‌ریزی و طراحی سیستم‌های الکتریکی با آیین‌نامه‌های ملی آشنایی کافی داشته باشند تا پیروی از این آیین‌نامه‌ها را در تمامی جنبه‌ها تضمین کنند.

در این مبحث، ما یک بررســـی کلـــی از نیاز به زمین کردن سیســـتم‌های الکتریکـــی و روش‌های زمین کردن را مطرح کردیـــم. ما موضوعات صاعقه و بارهای الکتریکی را بررسی کردیم و اقدامات پیشگیرانه را برای کاهش تاثیرات آن‌ها یاد گرفتیم. ما ترکیب الکترود زمین و الزامات عمومی آن را مورد بحث قرار دادیم. ما به طور مختصر نیاز به حفاظت صحیح از تجهیزات حســـاس را نسبت به افزایش آنی جریان و ولتاژ، هارمونیک‌ها و EMI بررسی کردیم. ما حلقه‌های زمین تاثیرگذار بر عملکرد مدارات سیگنال حساس و نقش سیستم‌های UPS را در ایجاد کیفیت توان مرور کردیم.

فرمول‌ها و اصول پایه موتورهای الکتریکی

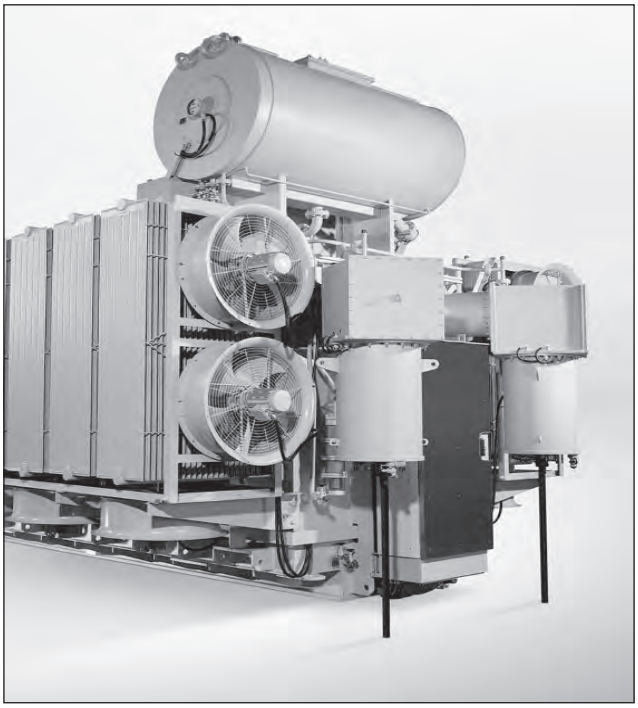
نوشته: پال روزنبرگ
ترجمه: مهندس محمدحسین دهقان

تمامی موتورهای الکتریکی با اســتفاده از القای الکترومغناطیســی کار می‌کنند. القای الکترومغناطیســی در واقع بر هم‌کنشی میان رساناها، شدت جریان‌ها و میدان‌های مغناطیســی به شــمار می‌رود. با عبور شــدت جریان الکتریکی از یک رسانا (متداول‌ترین رســانایی که با آن سروکار داریم سیم‌های مسی هستند) یک میدان مغناطیسی در اطراف رسانا ایجاد می‌گردد و برعکس، یعنی هرگاه هر زمانی که یک میدان مغناطیســی از یک رسانا عبور نماید، شدت جریان الکتریکی در آن رسانا القا می‌شــود. اساس کار موتورهای الکتریکی بر مبنای همین ویژگی و ترکیب آن با جاذبه و دافعه مغناطیسی استوار است.

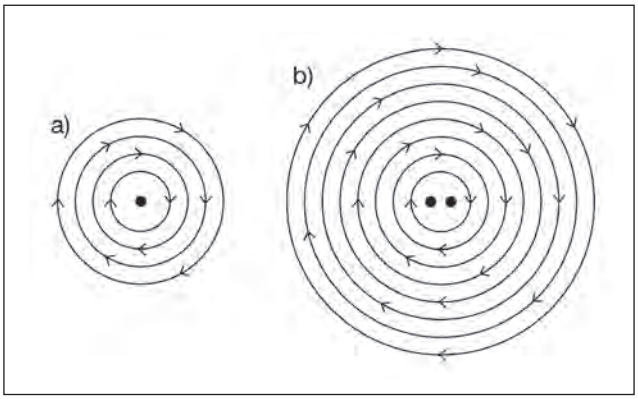
موتورهای الکتریکی انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند.

با عبور شدت جریان الکتریکی از سیم‌پیچ یک موتور الکتریکی، یک میدان مغناطیســی قوی در آن ایجاد می‌گردد. میدان مغناطیسی به‌وجودآمده، روتور را به ســوی خود جذب می‌کند و موجب می‌شود تا در راستای میدان مغناطیسی به حرکت درآید. به ایــن ترتیب حرکت اولیه موتور به وجود می‌آید. تداوم حرکت موتور با استفاده از روش‌های مختلف دوران میدان مغناطیسی ایجاد می‌گردد. متداول‌ترین روش انجام اینکار، اســتفاده از چندین سیم‌پیچ مختلف و ارسال جریان الکتریکی متناوب به هر یک از آن‌هاســت. استفاده از این روش موجب می‌شود تا مقاومت مغناطیسی در هر لحظه تغییر مکان دهد و به این ترتیب روتور این میدان‌های متحرک مغناطیسی را دنبال کند و در نتیجه حرکت موتور تداوم یابد.

اساس کار تمامی موتورهای الکتریکی همانند آن چیزی است که در قسمت بالا بدان اشاره شــد، هر چند که ممکن اســت در جزئیات هر یک تفاوت‌های چشمگیری وجود داشته باشد.

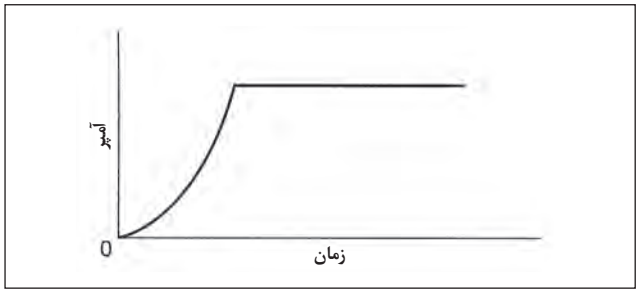


اندوکتانس

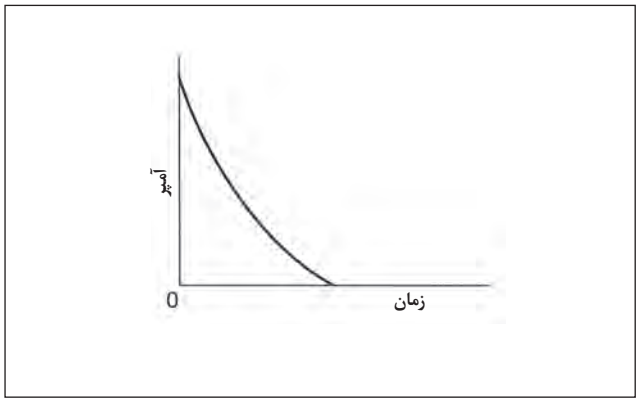


شکل (a) میدان مغناطیسی ایجاد شده حول یک رسانا و شکل (b) میدان مغناطیسی برآیند ایجاد شده توسط هر دو رسانا را نشان می‌دهد. در این مورد خاص، شدت جریان عبوری از هر دو رسانا با یکدیگر برابر است.

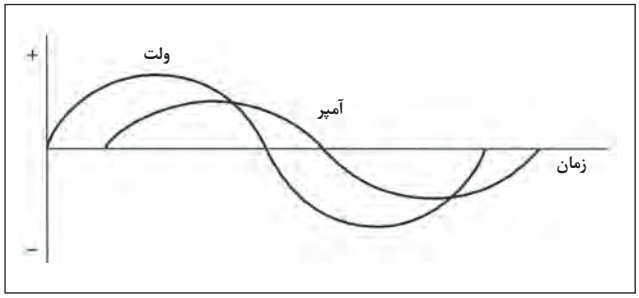
اندوکتانس (ادامه)



نمودار فوق تاخیر در شار جریان به دلیل راکتانس القایی در سیم‌پیچ کویل را نشان می‌دهد.

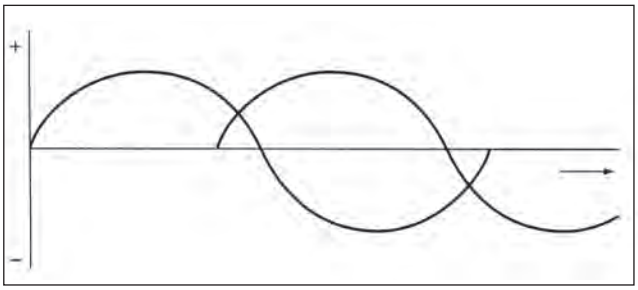


شدت جریان نشان داده شده در نمودار فوق، به دلیل وجود راکتانس القایی در سیم‌پیچ کویل در هنگام قطع ولتاژ دو سر آن به سرعت افت کرده است.

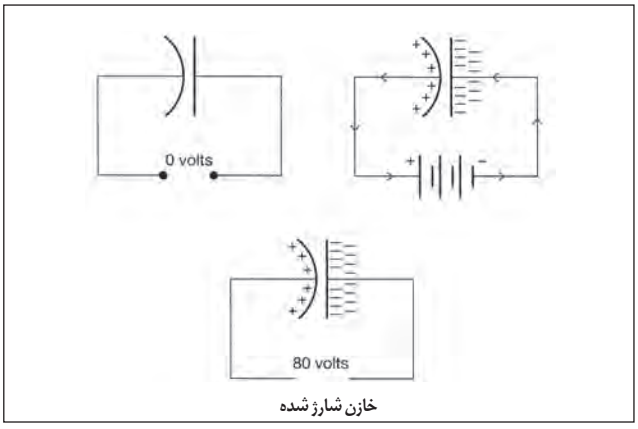


نمودار فوق تاخیر در شار جریان در مدار AC در اثر وجود راکتانس القایی در سیم‌کشی کویل را نمایش می‌دهد.

کاپاستانس



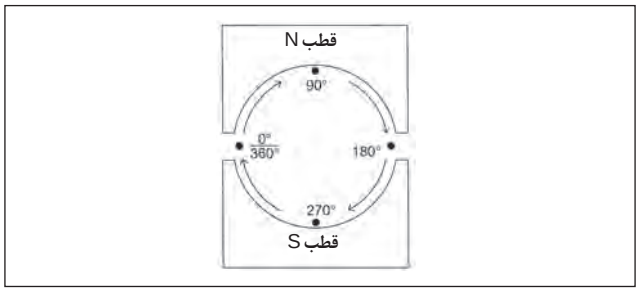
نمودار فوق تقدم شدت جریان در مدار AC که در اثر وجود راکتانس خازنی ایجاد شده است را نمایش می‌دهد.



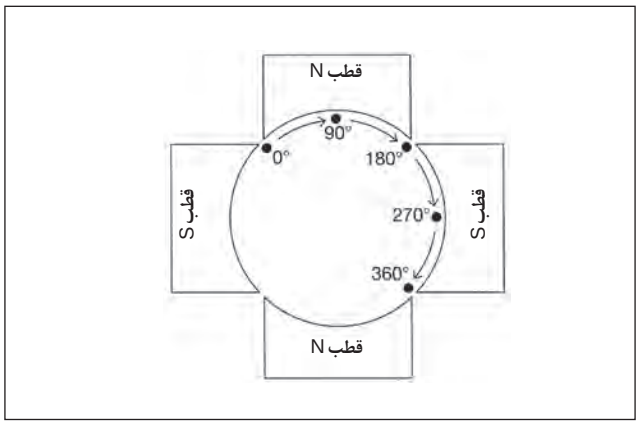
خازن شارژ شده

شارژ کردن یک خازن

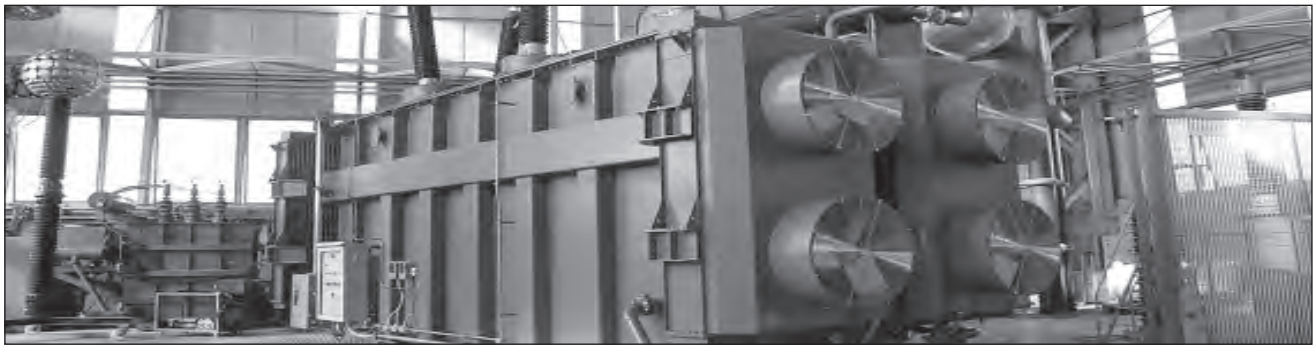
درجه‌های مکانیکی و الکتریکی



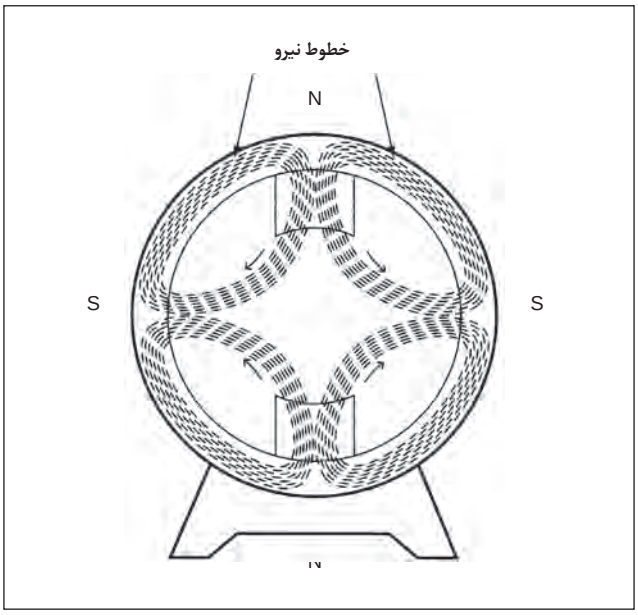
شکل فوق چگونگی تطابق درجه‌های مکانیکی و الکتریکی در موتورهای دوقطبی را نمایش می‌دهد.



شکل فوق چگونگی تطابق 360 درجه مکانیکی با 360 درجه الکتریکی، در موتورهای چهارقطبی را نمایش می‌دهد.



قطب‌ها



در صورتی که قطب‌های موتور الکتریکی دوقطبی به گونه‌ای متصل شده باشند که قطب‌های مخالف در مجاور یکدیگر قرار بگیرند، علاوه بر دو قطب موجود، به واسطه خطوط نیروی ورودی به قاب دو قطب اضافی نیز ایجاد می‌گردد.

سرعت سنکرون

$$\text{سرعت سنکرون} = \frac{120f}{P}$$

f = فرکانس منبع

P = تعداد قطب‌های موتور الکتریکی

RPM = سرعت روتور بر حسب دور بر دقیقه

120 = عدد ثابت

لغزش

لغـــزش یک موتور القایی عبارت اســـت از نســـبت اختـــلاف بین میدان مغناطیسی دوار (سنکرون) و سرعت واقعی روتور.

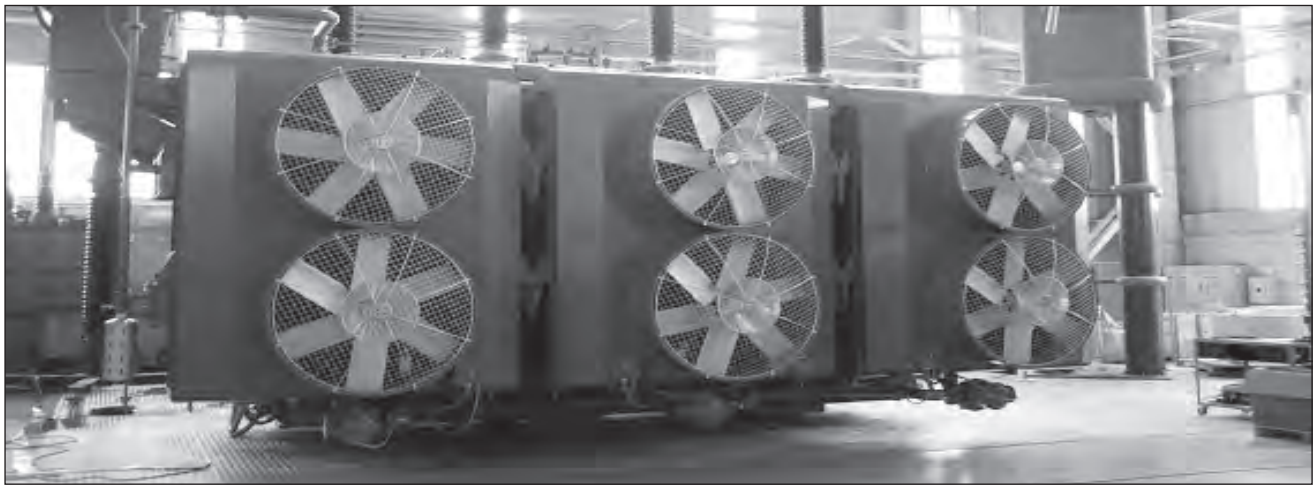
$$\text{درصد سرعت لغزش} = \frac{\text{سرعت سنکرون} - \text{سرعت واقعی}}{\text{سرعت سنکرون}} \times 100$$

سرعت لغزش بر حسب دور بر دقیقه = سرعت سنکرون – سرعت واقعی

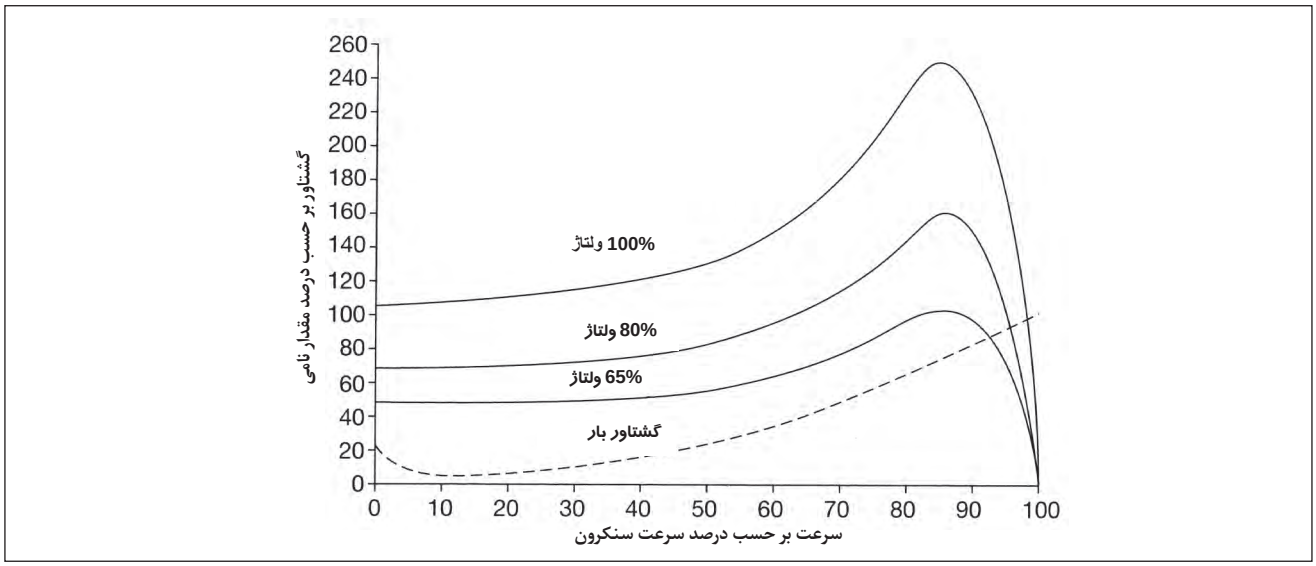
تنظیم سرعت

ســـرعت تنظیم یک موتور عبارت اســـت از درصد افت سرعت بین حالت بی‌باری و حالت بار کامل که بر مبنای سرعت بار کامل سنجیده شود.

$$\text{درصد تنظیم سرعت} = \frac{\text{سرعت در حالت بی‌باری} - \text{سرعت در حالت بار کامل}}{\text{سرعت در حالت بار کامل}} \times 100$$

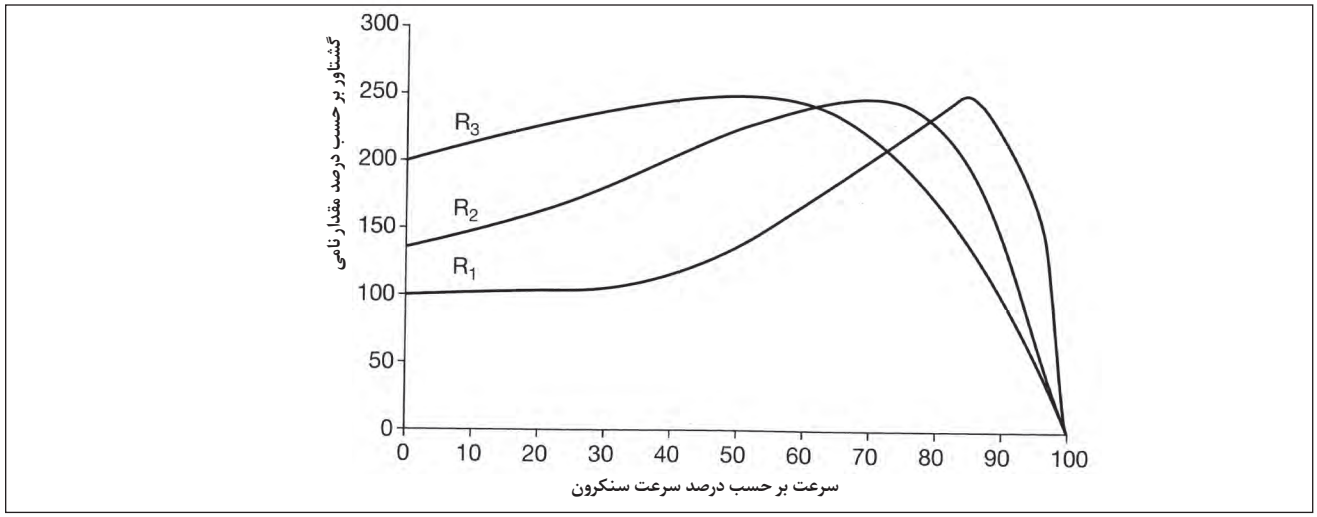


گشتاور موتورهای AC

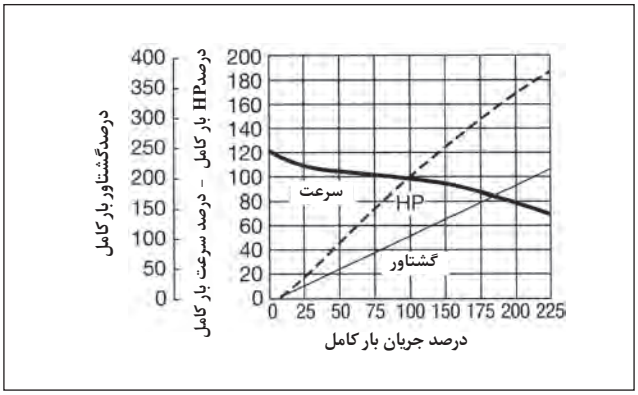


منحنی سرعت – گشتاور یک موتور AC در ولتاژهای مختلف

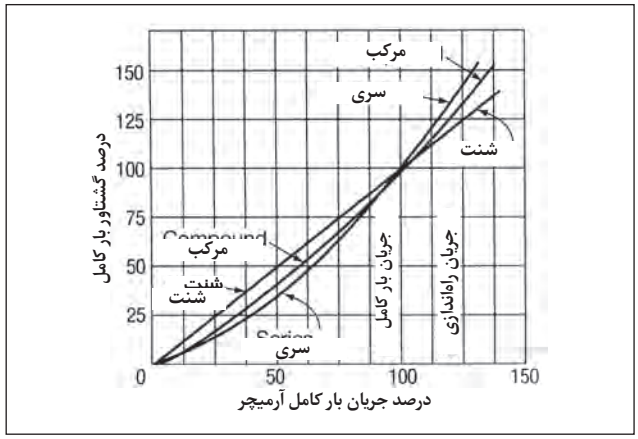
گشتاور موتورهای سیم‌پیچی‌شده



گشتاور موتورهای DC

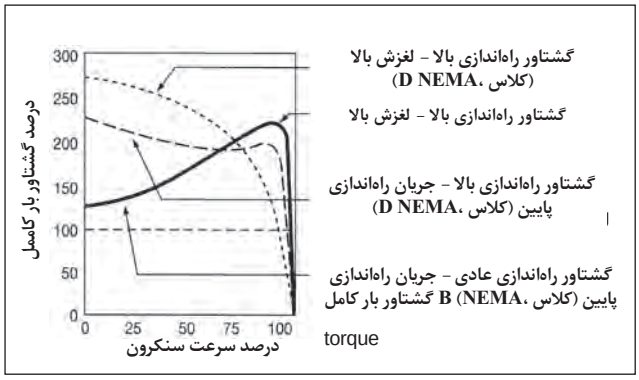


مشخصات متداول موتورهای مرکب



مشخصات گشتاور موتورهای DC

موتورهای قفس‌سنجابی



موتورهای القایی قفس‌سنجابی، بر مبنای گشتاور روتور در حال سکون، گشتاور ترمزی، لغزش، شدت جریان راه‌اندازی و ... توسط انجمن سازندگان ملی موتورهای الکتریکی (NEMA) دسته‌بندی شده‌اند. انواع رایج موتورهای القایی قفس‌سنجابی عبارتند از موتورهای کلاس B، C و D.

موتورهای قفس‌سنجابی کلاس B: این موتورها از متداول‌ترین انواع موتورهای قفس‌سنجابی به شمار می‌روند و در آن‌ها گشتاور راه‌اندازه در حد معمول است و شدت جریان راه‌اندازی کمی را نیاز دارند. در این موتورها، گشتاور روتور در حالت سکون (حداقل گشتاور در حالتی که روتور ساکن است و ولتاژ کامل به آن اعمال شده است) برای موتورهای دوقطبی و چهارقطبی کمتر از 100 درصد بار کامل نیست. این رقم برای موتورهای دوقطبی بین 40 تا 75 درصد و برای موتورهای چهارقطبی بین 50 تا 125 درصد می‌باشد.

موتورهای قفس‌سنجابی کلاس C: مشخصه این دسته از موتورهای قفس‌سنجابی آن است که گشتاور راه‌اندازی بالایی و شدت جریان راه‌اندازی

پایینی دارند (در این موتورها گشـــتاور روتور در حالت سکون بالای 200 درصد است). گشـــتاور ترمزی در این موتورها کمتر از 190 درصد گشتاور در حالت بار کامل نیست و لغزش در بار کامل بین 1 1/2 تا 3 درصد می‌باشد.

موتورهای قفس‌سنجابی کلاس D: این دسته از موتورهای قفس‌سنجابی لغزش بالا، گشتاور راه‌اندازی بالا و شـــدت جریان راه‌اندازی پایینی دارند. این دسته از موتورها برای بارهایی با نقاط اوج متناوب مورد استفاده قرار می‌گیرند. ماشین‌های متحرک به طور معمول از یک چرخ طیار استفاده می‌کنند که اینرسی بالایی دارد. وقتی موتور در حالت بی‌باری قرار داشـــته باشد لغزش ناچیز است، ولی هنگامی که حداکثر بار بـــه موتور اعمال می‌گردد، لغزش موتور نیز افزایش می‌یابد. کاهش سرعت به ماشین متحرک این امکان را می‌دهد تا انرژی مورد نیاز خود را از چرخ طیار جذب نماید و به این ترتیب این انرژی بدون نیاز به دریافت انرژی بیشتر از خط، تامین می‌شود.

راه‌اندازی: ولتاژ کامل برای اســـتارت خط در مواقعی مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد که منبع تغذیه این امکان را فراهم آورد و گشـــتاور ولتاژ کامل و شتاب مانعی را به وجود نیاورند. کاهش توان راه‌اندازی بر حسب کیلو ولت آمپر موجب کاهش گشتاورهای شتاب و گشتاور روتور در حالت سکون می‌گردد.

سیم‌پیچی روتور در موتورهای سیم‌پیچی‌شده از طریق حلقه‌های سایشی به یک مقاومت خارجی متصل می‌گردد که توسط یک کنترلر کنترل می‌شود.

مقاومت در مقایسه با گشتاور: مقاومت ســـیم‌پیچی روتور بر روی گشتاور ایجادشده در سرعت‌های مختلف تاثیرگذار است. مقاومت بالای روتور موجب می‌شود تا گشـــتاور راه‌اندازی بالا با شدت جریان راه‌اندازی پایینی ایجاد گردد. از سوی دیگر، لغزش پایین در بار کامل، کارآیی خوب و گرمای متوسط در روتور موجب پایین ماندن مقاومت روتور می‌شـــود. در حالتی که بیشـــترین مقاومت وجود دارد، گشـــتاور راه‌اندازی در بار کامل کمتر از 150 درصد شدت جریان بار کامل خواهد بود. این مقدار در حالت سکون در حدود 225 درصد گشتاور بار کامل در R4 خواهد بود. کاهش بیشتر مقاومت همچنان منجر به کاهش گشتاور حالت سکون می‌شـــود. هنگامی که تمامی مقاومت‌های موجود حذف شوند، موتور مانند یک موتور قفس‌سنجابی کار خواهد کرد.

کنترل سرعت: وجود مقاومت در سمت چپ منحنی موجب می‌شود تنظیم سرعت کاهش یابد. منحنی‌های سمت راست برای موتور متداول نشان‌دهنده آن است که تنها با دو مرحله کاهش گشتاور، موتور در 65 درصد سرعت سنکرون کار خواهد کرد. زیرا در این صورت گشـــتاور موتور با گشتاور بار در سرعت موتور برابر خواهد شد. ولی در صورتی که گشتاور بار تا 50 درصد کاهش یابد، سرعت موتور به 65 درصد سرعت سنکرون افزایش می‌یابد.

لازم به ذکر است که حلقه‌های سایشی به طور معمول پس از سرعت گرفتن موتور از مدار خارج می‌شـــوند. برای بارهای حداکثری کـــه در کوتاه‌مدت وارد می‌شـــوند، موتور می‌تواند با یک مرحله یا دو مرحله تغییر مقاومت کار کند. در بارهای سبک موتور در نزدیکی سرعت ســـنکرون کار خواهد کرد. هنگامی که حداکثر بار بر موتور اعمال می‌شود، سرعت موتور افت می‌کند، تاثیر چرخ طیار موتور آشکار می‌شود و بار منبع تغذیه از حداکثر بار کاهش می‌یابد.

سایر مشخصات: موتورهای سیم‌پیچی‌شده علاوه بر گشتاور راه‌اندازی بالا و شدت جریان راه‌اندازی پایین در موارد دیگری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند:

1– برای بارهایی با اینرســـی بالا که در آن‌ها افـــت لغزش بالا باید در روتور موتور قفس‌سنجابی ایجاد شود و در هنگام افزایش سرعت می‌تواند به صورت گرمای ایجاد شده در مقاومت خارجی سیم‌پیچی روتور درآید.

2– در مواردی که راه‌اندازی و توقف مکرر و کنترل سرعت مورد نیاز باشد.

–3 برای عملکـــرد مداوم ســـرعت‌های پایین (به عنـــوان مثال: کنترل احتراق– بادزن جریان هوای دیگ به منظور تنظیم ســـرعت، مقاومت خارجی را تغییر می‌دهد. به این صورت که دمپر، جریان هوای بین سرعت مرحله‌ای و سرعت زیر 50 درصد را تنظیم می‌کند.

کنترل‌ها در واقع استارترهایی هستند که در درون خط و با محافظت صحیح (فیوزها، قطع‌کننده‌های جریان و . . .) و برای کنترل ثانویه هوا از مرحله مقاومت 5 تا 7 مورد استفاده قرار می‌گیرند).

موتورهای سنکرون

موتورهای سنکرون در ســـرعت‌های ثابت و یا سرعت‌های سنکرون که توسط فرکانس خط و تعداد قطب‌های ماشین تعیین می‌شود، کار می‌کنند.

$$\text{سرعت موتور بر حسب دور بر دقیقه} = \frac{120 \times \text{فرکانس}}{\text{تعداد قطب‌ها}}$$

سرعت موتورهای ســـنکرون با استفاده از تحریک یک میدان DC خارجی ثابت نگه داشته می‌شود. بازده این موتورها 1 تا 3 درصد بالاتر از موتورهای DC یا موتورهای القایی هم‌اندازه با آن‌هاست. علاوه بر آن، موتورهای سنکرون این قابلیت را دارند که به منظور اصلاح ضریب توان نیروگاه، با ضریب توان 0.2 تا 1 نیز کار کنند. مقدار استاندارد برای ضریب توان پیش‌فاز بین 0.9 و 1.0 می‌باشد و ماشـــین‌هایی که با ضرایب توان نزدیک به 0.2 کار می‌کنند کندانســـورهای سنکرون نامیده می‌شوند.

راه‌اندازی: راه‌اندازی موتورهای ســـنکرون به صـــورت خودکار صورت نمی‌گیرد. بنابراین این دســـته از موتورها در عمل به همراه سیم‌پیچ‌های دمپر یا مستهلک‌کننده ساخته می‌شـــوند. با وجود میدان کویل که از طریق مقاومت تخلیه اتصال کوتاه می‌گردد، سیم‌پیچی دمپر همانند یک روتور قفس‌سنجابی عمل کرده و موتور را از نظر عملی در سرعت ســـنکرون به حرکت در می‌آورد. سپس میدان اعمال می‌شود و موتور به حالت سنکرون در می‌آید و گشتاور مورد نیاز موتور تامین می‌گردد. در هنگام ســـنکرون شدن، تا زمانی که گشتاور بار از حداکثر گشـــتاور تجاوز نکند، موتور در سرعت ثابت به کار خود ادامه خواهد داد و پس از آن ماشین از حالت ســـنکرون خارج خواهد شد. ماشین‌های متحرک معمولا در حالت بی‌باری راه‌اندازی می‌شوند. موتورهای با سرعت پایین ممکن است به صورت مستقیم متصل شده باشند.

میدان و ضریب توان: می‌دانیم که موتورها بر مبنای ضریب توان مشخص می‌شـــوند. از این رو، در توانی ثابت، افزایش شدت جریان میدان DC موجب پیش‌فاز بودن ضریب توان و کاهش میدان منجر به پس‌فاز شـــدن ضریب توان می‌گردد. با این وجود در هر دو حالت تلفات مسی افزایش می‌یابد.

انواع: موتورهای ســـنکرون چند فاز به طور عمومی در مـــوارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

1. موتورهای با سرعت بالا (تا 500 RPM):

الف. برای کاربردهای عمومی، سرعت بین 500 تا 1800 دور در دقیقه، 200 HP و پایین‌تر

ب. واحدهای با سرعت بالاتر از 200، شامل موتورهای دوقطبی

2. موتورهای با سرعت پایین (زیر 500 TPM)

3. موتورهای ویژه با گشتاور بالا

هزینه‌ها: موتورهای سنکرون کوچک ســـرعت بالا نسبت به موتورهای القایی هم‌ردیف خود هزینه بیشتری را به همراه دارند. ولی در موتورهای سرعت پایین و موتورهای ســـرعت بالای بزرگ، موتورهای سنکرون از نظر اقتصادی

مقرون به صرفه هستند. با کاهش ضریب توان به مقادیر کمتر از یک، هزینه موتورهای با ضریب توان پیش‌فاز تقریبا با نسبت معکوس افزایش می‌یابد.

موتورهای DC

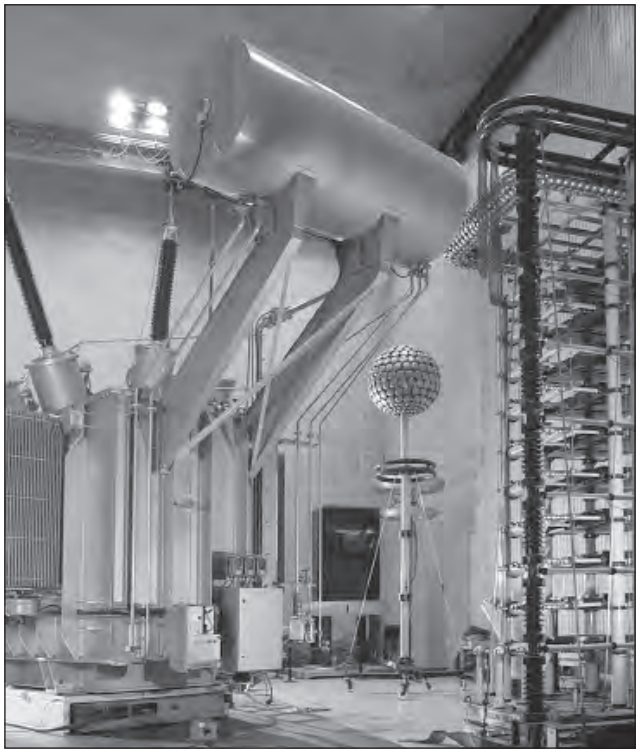
اگر منبع توان رایج یا معمول را منابع جریان متناوب فرض کنیم، دلیل عمده استفاده از موتورهای DC را می‌توان در گستردگی امکان کنترل سرعت و کنترل گشتاور راه‌اندازی آن‌ها جست‌وجو نمود. اما برای سرعت‌های ثابت موتورهای AC به دلیل هزینه‌های کمتر برای مصارف عمومی نسبت به موتورهای DC ارجحیت دارند.

گشتاور راه‌اندازی: در یک موتور شنت، گشتاور با شدت جریان عبوری از آرمیچر متناسب است. زیرا شار میدان از نظر عملی برای مجموعه معینی از میدان‌های رئوستا ثابت باقی می‌ماند. با این وجود شار مجموعه‌ای از میدان‌های سری توسط شدت جریان آن‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این شار در بارهای سبک به طور مستقیم با جریان تغییر می‌کند، بنابراین گشتاور با توان دوم شدت جریان تغییر می‌کند. گشتاور موتورهای مرکب (معمولا افزاینده) از نظر مقدار بین گشتاور موتورهای شنت و موتورهای سری قرار می‌گیرد.

به منظور جلوگیری از گرم شدن بیش از حد کموتاتور و افت مضاعف تغذیه‌کننده یا مولد، حد بالای شدت جریان ورودی راه‌اندازی معمولا 1.5 تا 2 برابر شدت جریان بار کامل در نظر گرفته می‌شود. جعبه‌های استارت موتورهای شنت معمولا این امکان را فراهم می‌آورند تا شدت جریان تا 125 درصد افزایش یابد. بنابراین موتور می‌تواند گشتاور راه‌اندازی 125 درصد را مورد استفاده قرار دهد. موتورهای سری قابلیت آن را دارند تا در شدت جریان یکسان، گشتاورهای راه‌اندازی بالاتری را نیز تامین کنند، چرا که گشتاور با مربع شدت جریان افزایش می‌یابد. موتورهای مرکب نسبت به موتورهای شنت گشتاورهای راه‌اندازی بالاتری را تامین می‌کنند.

کنترل سرعت: سرعت‌های موتور شنت از حالت بی‌باری تا حالت بار کامل تنها 5 درصد و یا کمتر کاهش می‌یابد. در این موتورها، کاهش شدت جریان میدان موجب افزایش سرعت موتور و افزایش شدت جریان میدان موجب کاهش سرعت موتور می‌گردد. در این موتورها سرعت موتور برای تمامی تنظیمات میدان از نظر عملی ثابت باقی می‌ماند. سرعت این موتورها را می‌توان با استفاده از مقاومت مدار آرمیچر کنترل نمود ولی تنظیم مقدار آن به سختی امکان‌پذیر است.

سرعت‌های موتورهای سری با افزایش بار کاهش چشم‌گیری پیدا می‌کند



و در مقابل، در بارهای پایین به شدت افزایش می‌یابد. به طوری که اگر بار کاملا از روی موتور برداشته شود سرعت موتور به طرز چشم‌گیری افزایش می‌یابد و می‌تواند خطرآفرین باشد. سرعت این موتورها را می‌توان با افزودن مقاومت به مدار آرمیچر آن‌ها کاهش داد و در مقابل، می‌توان با قطع مقاومت‌های سری یا اتصال کوتاه کردن آن‌ها سرعت موتور را افزایش داد.

موتورهای مرکب نسبت به موتورهای شنت سرعت ثابت کمتری دارند و قابلیت آن را دارند تا توسط رئوستای میدان شنت کنترل شوند.

قانون اهم برای جریان متناوب

در فرمول‌های قانون اهم برای جریان متناوب، Φ عبارت است از زاویه فازی که شدت جریان از ولتاژ عقب می‌افتد (در مدارهای القایی) و یا زاویه فازی که شدت جریان از ولتاژ پیش می‌افتد (در مدارهای خازنی) و بر حسب درجه بیان می‌شود. در یک مدار رزونانسی (مانند 120VAC) زاویه فاز برابر یک یا 0 درجه و امپدانس مدار برابر با مقاومت آن خواهد بود.

$$\text{شدت جریان بر حسب آمپر} = \frac{\text{ولتاژ بر حسب ولت}}{\text{امپدانس بر حسب اهم}}$$

$$\text{شدت جریان بر حسب آمپر} = \sqrt{\frac{\text{توان بر حسب وات}}{\text{امپدانس بر حسب اهم} \times \cos\Phi}}$$

$$\text{شدت جریان بر حسب آمپر} = \frac{\text{توان بر حسب وات}}{\text{ولتاژ بر حسب ولت} \times \cos\Phi}$$

$$\text{شدت جریان بر حسب آمپر} \times \text{امپدانس بر حسب اهم} = \text{ولتاژ بر حسب ولت}$$

$$\text{ولتاژ بر حسب ولت} = \frac{\text{توان بر حسب وات}}{\text{شدت جریان بر حسب آمپر} \times \cos\Phi}$$

$$\text{ولتاژ بر حسب ولت} = \sqrt{\frac{\text{توان بر حسب وات} \times \text{امپدانس بر حسب اهم}}{\cos\Phi}}$$

$$\text{امپدانس بر حسب اهم} = \frac{\text{شدت جریان بر حسب آمپر}}{\text{ولتاژ بر حسب ولت}}$$

$$\text{امپدانس بر حسب اهم} = \frac{\text{ولتاژ بر حسب ولت}}{2(\text{شدت جریان بر حسب آمپر}) \times \cos\Phi}$$

$$\text{امپدانس بر حسب اهم} = \frac{2(\text{ولتاژ بر حسب ولت}) \times \cos\Phi}{\text{توان بر حسب وات}}$$

$$\text{توان بر حسب وات} = 2(\text{شدت جریان بر حسب آمپر}) \times \text{امپدانس بر حسب اهم} \times \cos\Phi$$

$$\text{توان بر حسب وات} = \text{شدت جریان بر حسب آمپر} \times \text{ولتاژ بر حسب ولت} \times \cos\Phi$$

$$\text{توان بر حسب وات} = \frac{2(\text{ولتاژ بر حسب ولت}) \times \cos\Phi}{\text{امپدانس بر حسب اهم}}$$

قانون اهم برای جریان مستقیم

$$\text{شدت جریان بر حسب آمپر} = \frac{\text{ولتاژ بر حسب ولت}}{\text{مقاومت بر حسب اهم}} = \frac{\text{توان بر حسب وات}}{\text{ولتاژ بر حسب ولت}}$$

$$\text{شدت جریان بر حسب آمپر} = \sqrt{\frac{\text{توان بر حسب وات}}{\text{مقاومت بر حسب اهم}}}$$

$$\text{شدت جریان بر حسب آمپر} \times \text{مقاومت بر حسب اهم} = \text{ولتاژ بر حسب ولت}$$

$$\text{ولتاژ بر حسب ولت} = \frac{\text{توان بر حسب وات}}{\text{شدت جریان بر حسب آمپر}}$$

$$\text{ولتاژ بر حسب ولت} = \sqrt{\text{مقاومت بر حسب اهم} \times \text{توان بر حسب وات}}$$

$$2(\text{شدت جریان بر حسب آمپر}) \times \text{مقاومت بر حسب اهم} = \text{توان بر حسب وات}$$

$$\text{توان بر حسب وات} = \frac{(\text{ولتاژ بر حسب ولت})^2}{\text{مقاومت بر حسب اهم}}$$

$$\text{مقاومت بر حسب اهم} = \frac{\text{ولتاژ بر حسب ولت}}{\text{شدت جریان بر حسب آمپر}}$$

$$\text{مقاومت بر حسب اهم} = \frac{\text{توان بر حسب وات}}{(\text{شدت جریان بر حسب آمپر})^2}$$

ضریب توان

در سیستم‌های الکتریکی AC دو نوع توان وجود دارد:

1- توان واقعی که بر حسب وات بیان می‌شود و بار وارده بر روی سیستم را به حرکت در می‌آورد. (تذکر: بارهای مکانیکی به صورت مقاومت در سیستم نمود پیدا می‌کنند).

2- توان راکتیو که بر حسب ولت آمپر بیان می‌شود و توسط تجهیزات القایی موجود در سیستم تولید می‌شود.

مجموع برداری این دو توان، توان حقیقی جاری در مدار را بر حسب ولت آمپر به ما خواهد داد (مانند شکل). علاوه بر آن، به کسینوس زاویه بین توان واقعی و توان راکتیو ضریب توان گفته می‌شود.

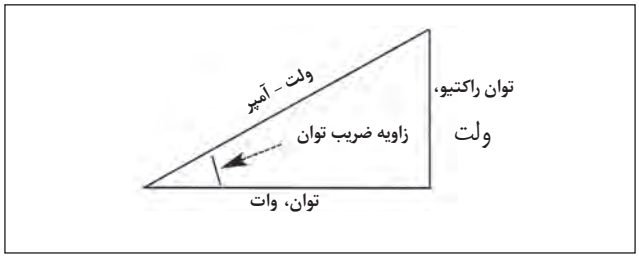
توان تک‌فاز

توان راکتیو برابر است با توان مجذور ولت آمپر منهای مجذور توان یا مربع توان. به عبارت دیگر:

$$VARS = \sqrt{(VA)^2 - (P)^2}$$

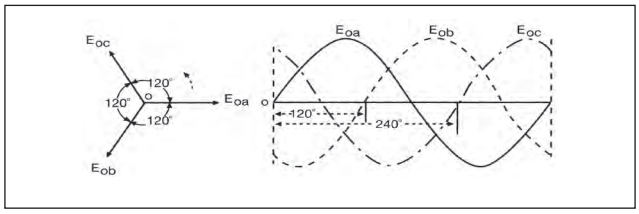
توان تک‌فاز مدار AC برابر است با ولتاژ ضربدر شدت جریان ضربدر ضریب توان. به عبارت دیگر:

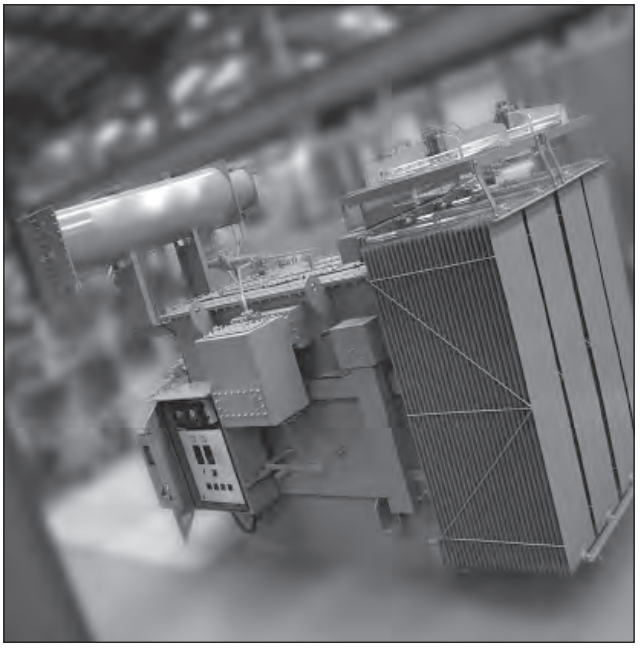
$$P_{watts} = E_{volts} \times I_{amps} \times PF$$

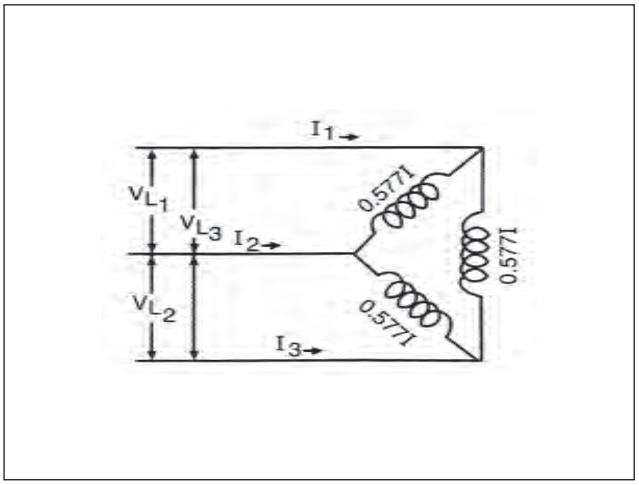


مدارهای AC سه‌فاز و بهره توان

در سیستم‌های سه‌فاز، مسیر امواج سینوسی بر روی دستگاه نوسان‌نما ثبت می‌گردد (در واقع هر یک از ولتاژها و یا امواج شدت جریان از یک سیم مجزا عبور می‌کنند ولی به منظور مقایسه و وضوح بیشتر مطلب همگی در یک مبنا نمایش داده شده‌اند). بین هر یک از ولتاژها 120 درجه اختلاف فاز وجود دارد. در هر لحظه مجموع جبری این سه ولتاژ برابر با صفر است. هنگامی که یکی از این ولتاژها برابر با صفر باشد، مقدار دو ولتاژ دیگر برابر با 86.6 درصد حداکثر مقدار ممکن بوده و علامت‌های آن‌ها نیز مخالف هم خواهد بود.

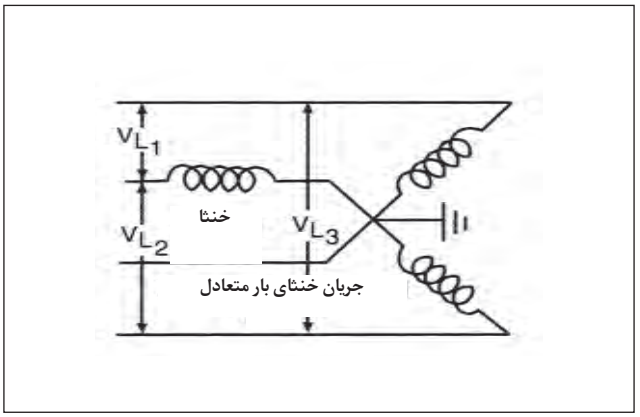






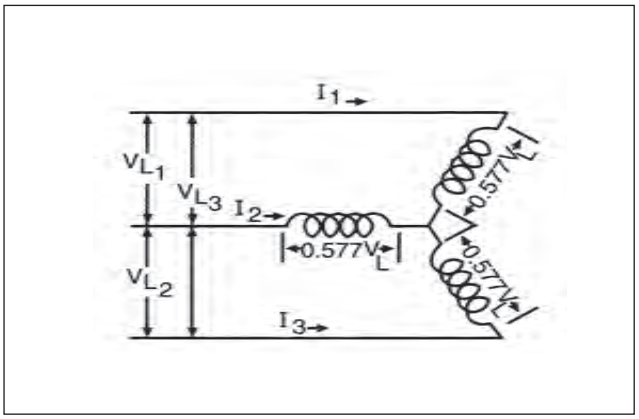
اتصال مثلث

در اتصال مثلث، ولتاژ هر سه سیم‌پیچ با ولتاژ خط برابر می‌باشد ولی شدت جریان در هر یک از آن‌ها برابر با 0.577 ضربدر شدت جریان خط می‌باشد.



اتصال چهار سیم

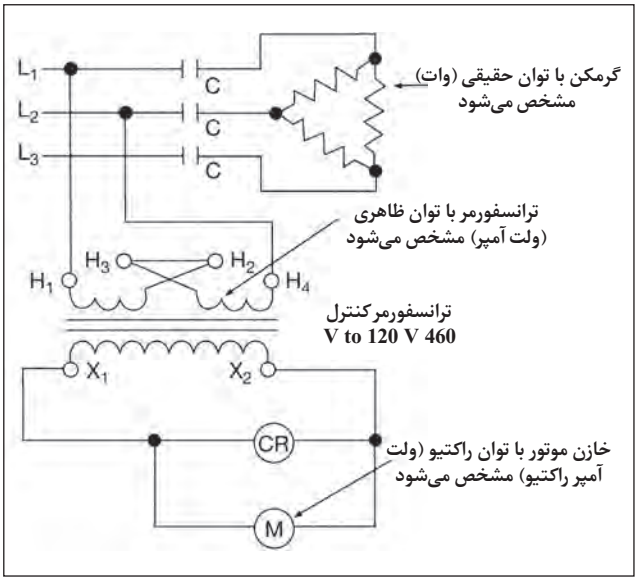
اتصال چهارسیمی یکی از متداول‌ترین روش‌های توزیع ثانویه به شمار می‌رود. V1 معمولا برابر با 208V می‌باشد که بارهای توان کوچک‌تر را تغذیه می‌کند. بارهای روشنایی در 120V موجب اتصال هر یک از خطوط به خط خنثا می‌شود.

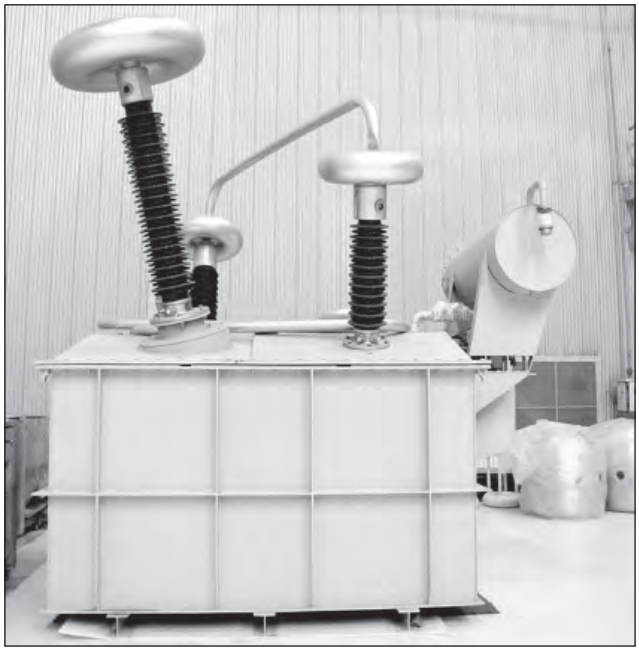


اتصال ستاره

در اتصال ستاره، سه سیم‌پیچ به عنوان سیم‌پیچ‌های اولیه مبدل در نظر گرفته می‌شوند. شدت جریان در هر سه سیم‌پیچ برابر با شدت جریان خط می‌باشد ولی ولتاژ هر یک از این شاخه‌ها برابر با 0.577 ضربدر ولتاژ خط می‌باشد.

انواع توان





تـــوان راکتیو برای بارهای راکتیو (خازن / ســـیم‌پیچ) مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد و بر حسب ولت آمپر راکتیو (VARS) سنجیده می‌شود. خازن موجود بر روی یک موتور توان راکتیو را برای شارژ کردن خازن مورد استفاده قرار می‌دهد. لازم به ذکر اســـت که خازن در حقیقت هیچ توان واقعی را مصرف نمی‌کند زیرا هیچ کاری حقیقی (مانند تولید گرما یا ایجاد حرکت) در خازن انجام نمی‌شود.

در یک مدار AC که فقط شـــامل مقاومت الکتریکی است، توان مدار توان حقیقی است. هر چند که تمامی مدارهای AC شامل راکتانس خازنی (خازن‌ها) و یا راکتانس القایی (سیم‌پیچ‌ها) می‌باشند. در مدارهای AC راکتانس القایی بیشتر مورد اســـتفاده و توجه قرار می‌گیرد، زیرا تمامی موتورها، مبدل‌ها، بوبین‌ها و سیم‌پیچ‌ها راکتانس القایی دارند.

توان ظاهری نشان‌دهنده بار یا توانی اســـت که شامل توان واقعی و توان راکتیو می‌باشد و بر حسب ولت آمپر (VA)، کیلو ولت آمپر (KVA) و یا مگاولت آمپر (MVA) بیان می‌شود. توان ظاهری معیاری از ظرفیت سیستم و یا اجزای سیستم به شمار می‌رود زیرا توان ظاهری شدت جریان سیستم را صرف نظر از چگونگی استفاده از آن مورد توجه قرار می‌دهد. به همین دلیل است که اندازه مبدل‌ها را به جای آنکه بر حسب وات تعیین کنند، بر حسب ولت آمپر مشخص می‌نمایند.

توان واقعی و توان ظاهری

توان واقعی عبارت اســـت از توان حقیقی کـــه در یک مدار الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و بر حسب وات بیان می‌شود. توان ظاهری عبارت است از حاصل ضرب ولتاژ و شـــدت جریان مدار محاسبه شـــده بدون در نظر گرفتن اختلاف فازی که ممکن است بین کل ولتاژ و شـــدت جریان مدار وجود داشته باشد. توان ظاهری بر حسب ولت‌آمپر سنجیده می‌شود. در اکثر مدارهای AC اختلاف فازی میان شـــدت جریان و ولتاژ مدار وجـــود دارند که در نتیجه وجود تجهیزاتی مانند خازن یا القاگر در سیستم به وجود آمده است.

توان واقعی برابر با توان ظاهری اســـت در حالتی که تنها مقاومت در مدار الکتریکی وجود داشته باشد. مقدار توان واقعی در مداری که شامل کاپاستانس یا اندوکتانس باشد، از توان ظاهری کوچک‌تر است.

کاپاســـتانس خاصیتی اســـت که به موجب آن وقتی بین دو رسانا اختلاف پتانسیل وجود داشته باشـــد، امکان ذخیره بارهای مجزای الکتریکی را فراهم می‌آورد. اندوکتانس خاصیتی از مدار اســـت که با تغییر شدت جریان مخالفت

فرمول‌های توان AC/DC

پارامتر مجهول	جریان مستقیم	جریان متناوب		
		1φ, 115 or 120 V	1φ, 208, 230 or 240 V	سه‌فاز به ازای کلیه ولتاژها
جریان، وقتی توان برحسب اسب‌بخار داده‌شده باشد	$\frac{HP \times 746}{E \times E_{FF}}$	$\frac{HP \times 746}{E \times E_{FF} \times PF}$	$\frac{HP \times 746}{E \times E_{FF} \times PF}$	$\frac{HP \times 746}{1.73 \times E \times E_{FF} \times PF}$
جریان، وقتی توان برحسب کیلووات داده شده باشد	$\frac{kW \times 1000}{E}$	$\frac{kW \times 1000}{E \times PF}$	$\frac{kW \times 1000}{E \times PF}$	$\frac{kW \times 1000}{1.73 \times E \times PF}$
جریان، وقتی توان برحسب kVA داده شده باشد		$\frac{kVA \times 1000}{E}$	$\frac{kVA \times 1000}{E}$	$\frac{kVA \times 1000}{1.73 \times E}$
کیلووات	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times PF}{1000}$	$\frac{I \times E \times PF}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times PF}{1000}$
کیلووات آمپر		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
اسب‌بخار (خروجی)	$\frac{I \times E \times E_{FF}}{746}$	$\frac{I \times E \times E_{FF} \times PF}{746}$	$\frac{I \times E \times E_{FF} \times PF}{746}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times E_{FF} \times PF}{746}$

می‌کند و دلیل آن نیز انرژی ذخیره شـــده در میدان مغناطیســـی (مانند میدان مغناطیسی سیم‌پیچ) می‌باشد.

توان واقعی از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$PT = I2 \times R$$

PT = توان واقعی بر حسب وات

I = کل شدت جریان عبوری از مدار بر حسب آمپر

R = کل مقاومت‌های اجزای مدار بر حسب اهم

توان ظاهری از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$PA = E \times I$$

PA = توان ظاهری بر حسب ولت آمپر

E = ولتاژ اندازه‌گیری شده بر حسب ولت

I = شدت جریان اندازه‌گیری شده بر حسب آمپر

توان ظاهری از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$PA = E \times I$$

PA = توان ظاهری بر حسب ولت آمپر

E = ولتاژ اندازه‌گیری شده بر حسب ولت

I = شدت جریان اندازه‌گیری شده بر حسب آمپر

فرمول‌های ضریب توان

به نسبت توان واقعی مورد استفاده در مدار AC به توان ظاهری داده شده به مدار ضریب توان گفته می‌شود.

$$PT = \frac{P_T}{P_A}$$

PF = ضریب توان بر حسب درصد

PT = توان حقیقی بر حسب وات

PA = توان ظاهری بر حسب ولت آمپر

فرمول‌های توان

گر شدت جریان و ولتاژ معلوم باشند

$$HP = \frac{E \times I \times E_{ff}}{746}$$

HP = توان بر حسب اسب بخار
I = شدت جریان بر حسب آمپر
E = ولتاژ بر حسب ولت
Eff = بازده
746 = عدد ثابت

اگر سرعت و گشتاور معلوم باشند

$$HP = \frac{rpm \times T}{5252}$$

HP = توان بر حسب اسب بخار
rpm = سرعت بر حسب دور در دقیقه
T = گشتاور بر حسب پوند–فوت
5252 = عدد ثابت

فرمول‌های بازده

گر توان ورودی و خروجی معلوم باشند

$$E_{ff} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Eff = بازده
Pout = توان ورودی بر حسب وات
Pin = توان ورودی بر حسب وات

اگر توان و توان تلف‌شده معلوم باشند

$$E_{ff} = \frac{746 \times HP}{(746 \times HP) + W_l}$$

Eff = بازده
746 = عدد ثابت
HP = توان بر حسب اسب بخار
Wl = توان تلف شده بر حسب وات

$$V_u = \frac{V_d}{V_a} \times 100$$

عدم توازن ولتاژ

Vu = عدم توازن ولتاژ بر حسب درصد
Vd = انحراف ولتاژ بر حسب ولت
Va = ولتاژ متوسط بر حسب ولت
100 = عدد ثابت

ضرایب تبدیل دما

تبدیل درجه سانتی‌گراد به درجه فارنهایت:

$$°F = (1.8 \times °C) + 32$$

تبدیل درجه فارنهایت به درجه سانتی‌گراد:

$$°C = \frac{(°F - 32)}{1.8}$$

بدیع نور

BADIE NOOR

- تولید کننده انواع لامپ کم مصرف وLED
  بالاست الکترونیکی و T4

BADI NOOR LIGHTING

TÜV INTERCERT

www.badienoor.ir
info@badienoor.ir

بوشهر ، شهرک صنعتی (۲) خیابان کارگر ، خیابان ۱۱
شرکت فرانور گستر جنوب

تلفکس : ۰۷۷۱٤٥٥۳۱۲۳-٤
sale@badienoor.ir