

سیستم ارتینگ

وظیفه اصلی سیستم ارتینگ این است که هر جریان الکتریکی که وارد این سیستم شد را به طور کامل به زمین منتقل کند. سیستم ارتینگ متشکل از چاه ارت و سیم متصل به چاه می باشد.

اگر ما بدنه تمام دستگاههای برقی اعم از صنعتی و مخابراتی و خانگی و... یا به طور کلی هر نوع مصرف کننده برق را توسط یک رشته سیم به سیم اتصال به زمین متصل کنیم، یک سیستم ارتینگ ایجاد کرده ایم.

هدف از ایجاد این سیستم این است که اگر هریک از سیم های فاز و یا سیم نول به هر طریقی به بدنه دستگاه اتصال یابد و مدار الکتریکی مورد نظر دچار نشتی جریان شود؛ این نشتی جریان توسط سیم ارت به زمین منتقل شده و از برق گرفتگی و یا در مواردی اتصال دستگاه جلوگیری می شود.

در هنگام اتصال کامل سیم های فاز به سیم ارت فیوز مربوط به آن فاز عمل کرده و جریان را قطع می کند و در هنگام اتصال کامل سیم نول به سیم ارت اگر مدار ارتینگ دارای فیوز محافظ جان باشد، این فیوز از ۳۰ میلی آمپر نشتی جریان به بالا را قطع می کند و باعث قطع کامل جریان فاز و نول میشود.

تعریف ارتینگ در سیستم برق

سیستم ارتینگ به این معنی میباشد که یک هادی (فلز) در قسمتی از زمین قرار گیرد که دارای قابلیت هدایت الکتریکی بالایی باشد. این الکتروود با این هدف داخل زمین قرار میگیرد که با تخلیه الکتریکی داخل زمین یک شبکه مطمئن و پایدار در اختیار ما قرار دهد، همچنین در صورت اجرای صحیح آن باعث حفاظت جان افراد و موجودات از برق گرفتگی نیز می گردد.

شرایط ارت ایده آل

- مقاومت الکتریکی پایین
- طول عمر بالا
- در شرایط بد آب و هوایی شبکه یک ولتاژ پایدار و مطمئن داشته باشد.

لازم به ذکر است که سیم ارت و سیم نول به ظاهر از نظر اینکه بی برق هستند بسیار به یکدیگر شبیه هستند ولی در عمل دوسیم مستقل از هم و عملکردی متفاوت از یکدیگر دارند؛ و هیچگاه نمی توان از یکی بجای دیگری استفاده کرد.

سیستم ارتینگ امروزه کاربردی همانند خود برق را داراست و از اهمیت بسیار ویژه ای برخوردار است. چنانکه در مخابرات به سیستمهای ارتینگ بسیار حساس و دقیق برای جلوگیری نویز در شبکه نیاز است و نیز در شبکه های انتقال و توزیع برق کاربرد فراوان دارد.

در سال های دور، حدوداً در ۲۰۰ سال پیش اساساً مفهومی به نام سیستم ارتینگ وجود نداشت و هیچ جایی از تجهیزات الکتریکی ارت نمی شد و به همین دلیل در منازل و اماکن عمومی برق گرفتگی و صدمات بسیاری به بار می آمد. مهمترین هدف اجرای سیستم ارتینگ جلوگیری از برق گرفتگی و خطرات ناشی از آن است، از همین رو در سال ۱۹۲۴ و برای اولین بار استفاده از سیستم ارت در انگلستان اجباری شد و اکثر اماکن در انگلستان از سیستم ارت استفاده کردند.

در حال حاضر در اکثر مکان های بزرگ و برج های تجاری در تمام دنیا برای جلوگیری از خطرات جبران ناپذیر برق گرفتگی از سیستم ارتینگ استفاده می کنند. سیستم ارتینگ یک سیستم حفاظتی می باشد که در اصطلاح به آن زمین کردن نیز می گویند و از نظر علمی به اتصال الکتریکی مناسب به زمین در صورتی که زمین عایق مناسبی برای انتقال جریان های خطا باشد، سیستم ارتینگ می گویند.

استانداردهای در زمینه نحوه اجرا و نظارت بر سیستم زمین

- استاندارد IEC 60364
- استاندارد IEC 61936.1
- استاندارد IEEE std 80
- استاندارد IEEE std 142
- استاندارد NFPA 70
- استاندارد DIN 18014
- استاندارد BS 7430

اهداف کلی اجرای سیستم ارتینگ

- ۱- کارکرد صحیح تجهیزات حفاظتی
- ۲- مهار جریان های تولیدشده از القاءات الکترو مغناطیسی و تخلیه الکتریسته ساکن
- ۳- کاهش ولتاژ گام و تماس در مواقع بروز اختلاف پتانسیل های خطرناک
- ۴- حفاظت جان انسان ها و کاربرد مناسب سیستم های الکتریکی، الکترونیکی و دیجیتالی

روشهای اجرای ارت (زمین حفاظتی)

بطور کلی جهت اجرای ارت و سیستم حفاظتی دو روش کلی وجود دارد که ذیلاً ضمن بیان آنها ، موارد استفاده و تجهیزات مورد نیاز هر روش و نحوه اجرای هر یک بیان می گردد.

۱- زمین عمقی

در این روش که یک روش معمول می باشد از چاه برای اجرای ارت استفاده می شود.

۲- زمین سطحی

در این روش سیستم ارت در سطح زمین (برای مناطقی که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد) و یا در عمق حدود ۸۰ سانتیمتر اجرا می گردد.

اجرای ارت به روش عمقی

۱- انتخاب محل چاه ارت

چاه ارت را باید در جاهایی که پایین ترین سطح را داشته و احتمال دسترسی به رطوبت حتی الامکان در عمق کمتری وجود داشته باشد و یا در نقاطی که بیشتر در معرض رطوبت و آب قرار دارند مانند زمینهای چمن ، باغچه ها و فضاهای سبز حفر نمود.

۲- عمق چاه

با توجه به مقاومت مخصوص زمین ، عمق چاه از حداقل ۴ متر تا ۸ متر و قطر آن حدوداً ۸۰ سانتیمتر می تواند باشد. در زمین هایی که با توجه به نوع خاک دارای مقاومت مخصوص کمتری هستند مانند خاکهای کشاورزی و رسی عمق مورد نیاز برای حفاری کمتر بوده و در زمینهای شنی و سنگلاخی که دارای مقاومت مخصوص بالاتری هستند نیاز به حفر چاه با عمق بیشتر می باشد. برای اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک از دستگاههای خاص استفاده می گردد. در صورتی که تا عمق ۴ متر به رطوبت نرسیدیم و احتمال بدهیم در عمق بیشتر از ۸ متر به رطوبت نخواهیم رسید نیازی نیست چاه را بیشتر از ۸ متر حفر کنیم . بطور کلی عمق ۸ متر و قطر حدود ۸۰ سانتیمتر برای حفر چاه پیشنهاد می گردد.

محدوده مقاومت مخصوص چند نوع خاک در جدول زیر آمده است.

نوع خاک	مقاومت مخصوص زمین (اهم)
باغچه ای	۵ الی ۵۰
رسی	۵۰ الی ۸۰
مخلوط رسی ، ماسه ای و شنی	۲۵ الی ۴۰
شن و ماسه	۶۰ الی ۱۰۰
سنگلاخی و سنگی	۲۰۰ الی ۱۰۰۰۰

۳- اتصال سیم به صفحه مسی

اتصال سیم به صفحه مسی بسیار مهم می باشد و هرگز و در هیچ شرایطی نباید این اتصال تنها با استفاده از بست ، دوختن سیم به صفحه و یا ... برقرار گردد. بلکه حتما باید سیم به صفحه جوش داده شود و برای استحکام بیشتر با استفاده از ۲ عدد بست سیم به صفحه بسته شده و محکم گردد. برای جوش دادن قطعات مسی به یکدیگر از جوش برنج یا نقره استفاده شود.

۴- حفر چاه ارت

با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه چاهی با عمق مناسب و در مکان مناسب حفر گردد. شیار به عمق ۶۰ سانتیمتر از چاه تا پای دکل برای مسیر سیم چاه ارت تا برقگیر روی دکل همچنین برای سیم ارت داخل ساختمان حفر نمائید. در صورتی که مسیر ۲ سیم مشترک باشد بهتر است مسیر دو سیم ایزوله گردند. همینطور مسیر سیمها باید کوتاهترین مسیر بوده و سیم میله برقگیر و ارت حتی الامکان مستقیم و بدون پیچ و خم باشد و نبایستی خمهای تند داشته باشد و در صورت نیاز به خم زدن سیم در طول بیش از ۵۰ سانتیمتر انجام گردد.

۵- پر نمودن چاه ارت

۱-۵- ابتدا حدود ۲۰ لیتر محلول آب و نمک تهیه و کف چاه میریزیم بطوریکه تمام کف چاه را در برگرد بعد از ۲۴ ساعت مراحل زیر را انجام می دهیم.

۲-۵- به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر از ته چاه را با خاک رس و یا خاک نرم پر مینمائیم.

۳-۵- به مقدار لازم (حدود ۴۵۰ کیلو گرم معادل ۱۵ کیسه ۳۰ کیلو گرمی) بنتونیت را با آب مخلوط کرده و بصورت دوغاب در میاوریم و مخلوط حاصل را به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر از کف چاه میریزیم هر چه مخلوط حاصل غلیظ تر باشد کیفیت کار بهتر خواهد بود.

۴-۵- صفحه مسی را به ۲ سیم مسی نمره ۵۰ جوش میدهم این سیمها یکی به میله برقگیر روی دکل و دیگری به شینه داخل ساختمان خواهد رفت بنابراین طول سیم ها را متناسب با طول مسیر انتخاب می نمائیم.

۵-۵- صفحه مسی را بطور عمودی در مرکز چاه قرار می دهیم

۶-۵- اطراف صفحه مسی را با دوغاب تهیه شده تا بالای صفحه پر می نمائیم

۷-۵- لوله پلیکای سوراخ شده را بطور مورب در مرکز چاه و در بالای صفحه مسی قرار می دهیم و داخل لوله پلیکا را شن میریزیم تا ۵۰ سانتیمتر از انتهای لوله پر شود این لوله برای تامین رطوبت ته چاه می باشد و در فصول گرم سال تزریق آب از این لوله بیشتر انجام گردد. لازم بذکر است در مواردی که چاه ارت در باغچه حفر

شده باشد و یا ته چاه به رطوبت رسیده باشد و یا کلا در جاهایی که رطوبت ته چاه از بالای چاه یا از پایین چاه تامین گردد نیازی به قراردادن لوله نمی باشد.

۸-۵- بعد از قراردادن لوله پلیکا به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر از بالای صفحه مسی را با دوغاب آماد شده پر مینمائیم.
۹-۵- الباقی چاه را هم تا ۱۰ سانتیمتر بر سر چاه مانده ، با خاک معمولی همراه با ماسه یا خاک سرند شده کشاورزی پر می نمائیم و ۱۰ سانتیمتر از چاه را برای نفوذ آب باران و آبهای سطحی به داخل چاه با شن و سنگریزه پر می نمائیم . روی چاه مخصوصا در مواقعی که از لوله پولیکا استفاده نمی گردد نباید آسفالت شده و یا با سیمان پر گردد.

۱۰-۵- داخل شیار های حفاری شده را با خاک سرند شده کشاورزی یا خاک نرم معمولی و یا خاک معمولی مخلوط با بنتونیت پر نمائید

۶- نصب شینه و میله برقگیر

شینه داخل ساختمان باید توسط مقره هایی از دیوار ساختمان ایزوله گردد. قطر و طول شینه بستگی به تعداد انشعابات داخل ساختمان دارد . (تمامی تجهیزات داخل ساختمان بایستی بطور جداگانه و موازی به این شینه متصل گردد.) در حالتیکه دکل روی ساختمان قرار داشته باشد سیم میله برقگیر بایستی از داخل ساختمان برده شود بلکه باید خارج از ساختمان سیم کشیده شود و همینطور مسیر عبوری سیم ارت به داخل ساختمان تا شینه ورودی ساختمان باید عایق دار باشد. در پای دکل توسط بست ، سیم میله برقگیر به یکی از پایه های دکل خیلی محکم متصل شود و تا بالای دکل به میله برقگیر متصل گردد. لازم بذکر است مسیر میله برقگیر از کابلهایی که به آنتنها می روند باید جدا باشد.

اجرای ارت به روش سطحی

هفت روش برای اجرای زمین سطحی وجود دارد که عبارتند از:

ROD

RING

پنجه ای (شعاعی)

مختلط

حلزونی

الکتروشیمیایی

شبکه ای

اجرای ارت به روش ROD

مصالح مورد نیاز

مصالح مورد نیاز همانند روش عمقی می باشد با این تفاوت که به جای صفحه مسی از میله های مغز فولادی ۱،۵ متری و با قطر ۱۴ میلیمتر و با روکش مس استفاده می نمائیم.

روش اجرا

کانالی به عمق ۸۰ سانتیمتر و عرض ۴۵ سانتیمتر و طول X حفر می نمائیم طول کانال را به دو روش میتوان تعیین نمود.

الف - اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک و انجام محاسبات لازم

ب - به روش تجربی که در ادامه شرح داده می شود.

ج- چنانچه سایت دارای دکل خود ایستا می باشد برای حفر کانال از فاصله بین اتاق تجهیزات و دکل و همچنین اطراف دکل استفاده شود.

د- چنانچه دکل روی ساختمان قرارداشته حفاری با در نظر گرفتن اتاق دستگاه و دکل در مسیری که زمین رطوبت بیشتری دارد انجام گیرد.

ه - پس از آماده شدن کانال ۲ میله به فاصله ۳متر از یکدیگر در زمین میکوبیم به گونه ای که حدود ۱۵ سانتیمتر از میله ها بیرون بمانند سپس ۲میله را با کابل مسی یا کابل برق به هم وصل نموده و با دستگاه ارت سنج مقاومت زمین ایجاد شده را اندازه میگیریم ، چنانچه مقاومت نشان داده شده با دستگاه بالای ۴ اهم بود میله دیگری به فاصله ۳ متر از میله دوم میکوبیم و با اتصال ۳ میله به هم مقاومت زمین ایجاد شده را اندازه گیری می نمائیم . اینکار را تا زمانی که مقاومت اندازه گیری شده به زیر ۴ اهم برسد ادامه می دهیم بعد از آنکه به تعداد کافی میله کوبیده شد سیمی را که به شینه مسی نصب شده در اتاق دستگاه متصل است به تک تک میله ها جوش داده و به سمت دکل میبریم.

و - برای پر نمودن کانال ابتدا با بنتونیت روی سیم مسی را پوشانده (در زمینهایی که رطوبت کافی ندارند) و سپس با خاک سرند شده کشاورزی یا خاک نرم کانال را پر می نمائیم.

ز - مقاومت زمین اجرا شده را اندازه گیری نموده و ثبت مینمائیم (بعد از پر کردن کانال مقاومت زمین اندازه گیری شده کاهش خواهد داشت و باید کمتر از ۳ اهم باشد).

نکته : در مناطق سردسیر عمق کانال حفاری شده و بطور کلی مسیر عبور کابل مسی خیلی مهم می باشد و نباید در معرض یخبندان قرار گیرد . تاثیر کاهش درجه حرارت بر افزایش مقاومت سیستم زمین به شرح زیر می باشد.

سایر روش ها:

روش های دیگر در مناطق کوهستانی و سنگلاخی و مکانهای خاص کاربرد دارد که بنا به مورد با بازدید از محل و اندازه گیریهای لازم میتواند طرح مناسب تهیه گردد

اجرای ارت در ارتفاعات

ارتفاعات کشور را با توجه به نوع زمین و خاک میتوان به سه دسته تقسیم کرد.

۱- ارتفاعات خاکی که امکان حفاری و کوبیدن میله مغز فولادی در آنها وجود دارد.

۲- ارتفاعات سنگلاخی که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد ولی میتوان شیار ایجاد کرد.

۳- ارتفاعات صخره ای

برای حالت اول: به یکی از روش های حفر چاه یا کوبیدن ROD میتوان سیستم ارت را اجرا نمود

در حالت دوم شیارهایی بصورت ستاره و پنجه ای ایجاد نموده و تسمه مسی را در داخل شیار ها خوابانده و برای کاهش مقاومت روی تسمه را با مخلوط خاک و بنتونیت می پوشانیم.

نکته: کلیه اتصالات در زیر خاک باید به یکدیگر جوش داده شود.

روش اول:

در زمینهای صخره ای که امکان حفاری وجود ندارد با مصالح ساختمانی کانال ساخته، تسمه مسی را در کف کانال خوابانده و کانال را با بنتونیت پر می نمائیم. طول کانال یا کانالها باید به اندازه ای باشد که مقاومت اندازه گیری شده زیر ۳ اهم گردد. برای گرفتن نتیجه مطلوب میبایستی داخل کانال بصورت مصنوعی دائما مرطوب نگهداشته شود.

روش دوم:

روش شبکه ای است بدین صورت که ابتدا شبکه شطرنجی با سیم مسی بطوریکه نقاط اتصال به هم جوش داده شده درست کرده سپس با مصالح ساختمانی آنرا در زمین با بنتونیت به ارتفاع ۴۰cm بطوریکه ابتدا ۲۰cm بنتونیت ریخته سپس شبکه ساخته شده را قرار داده و روی آنرا هم تا ۲۰cm با بنتونیت می پوشانیم و انشعابهای لازم جهت دکل و سایت ونقاط دیگر از آن گرفته میشود.

نکات عمومی و مهم در خصوص سیستمهای ارت

- ۱- کلیه اتصالات با مفتول برنج یا نقره جوشکاری گردد. سطح جوش باید ۶ سانتی متر باشد و جهت اتصالات و جوشکاری رعایت گردد (در مواردی کدولد توصیه می شود)
- ۲- از هر پایه دکل های خود ایستا هم فونداسیون دکل توسط سیم مسی و بست مخصوص به سیستم ارت و هم پای دکل به سیستم ارت جوشکاری گردد.
- ۳- سیم میله برقگیر از پایه ای که آنتنهای کمتری نصب می شود و با کابل های روی لدر حداکثر فاصله را داشته باشد، بدون خمش در مسیر و مستقیماً به رینگ داخل کانال و از کوتاهترین مسیر توسط جوش متصل گردد.
- ۴- میله برقگیر روی دکل در بالاترین نقطه دکل (با رعایت مخروط حفاظتی با زاویه ۴۵ درجه) بطوریکه تجهیزات را کاملاً پوشش دهد، قرار گیرد و جنس آن تمام مس با آلیاژ استاندارد به قطر 16 mm و طول آن بستگی به ارتفاع نصب آنتنهای روی دکل دارد.
- ۵- شعاع خم سیم مسی حداقل CM20 و زاویه قوس حداقل ۶۰ درجه رعایت گردد (رعایت زاویه خم سیم مسی)
- ۶- پایه ها و نقاط ابتدای آنتنهای لدر افقی به سیستم گراند متصل گردد.
- ۷- کلیه کابل های ورودی به سالن دستگاه توسط بست گراند به بدنه دکل و ابتدای لدر افقی (بعد از محل خم شدن کابل) گراند شوند.
- ۸- به هیچ عنوان در روی دکل، جوشکاری صورت نگیرد.
- ۹- اتصال از شبکه گراند سیستم اجرا شده به تانکر سوخت دیزل ژنراتور، تانکر آب هوایی، اسکلت فلزی ساختمان و در و پنجره های اتاق دستگاه صورت گیرد.
- ۱۰- اگر سیستمی از قبل اجرا شده باشد، سیستم قدیم به جدید در عمق خاک متصل گردند.
- ۱۱- سیم ارت در روی زمین باید باروکش و سیم داخل کانالها باید بدون روکش و مستقیم کشیده شود.
- ۱۲- پر کردن کانال باید با خاک سرند شده کشاورزی یا خاک نرم انجام گردد.
- ۱۳- ارتفاع نصب شینه مسی CM 50 از کف تمام شده باشد.
- ۱۴- شینه داخل اتاق حدالمقدور به چیدمان دستگاهها نزدیک باشد.
- ۱۵- از هر دستگاهی جداگانه سیم ارتی به شینه متصل گردد (قطر و طول شینه گراند بستگی به تعداد انشعابات آن دارد)
- ۱۶- در دکل های مهاری پر ظرفیت، مهارهای دکل بایستی توسط بست مخصوص به گراند اتصال یابد.
- ۱۷- جهت استفاده ترانس برق شهر در ایستگاههای مخابرات بایستی گراند جداگانه اجرا گردد.
- ۱۸- در سایتهای کامپوتری جهت اجرای سیستم زمین حتی المقدور بایستی از یک زمین با سطح یکنواخت)

بدون شیب (استفاده نمود.

۱۹- در ایستگاهها بین نول و گراند نبایستی اختلاف ولتاژ وجود داشته باشد.

۲۰- در دکل‌های پر ظرفیت که ابعاد قسمت بالای دکل بیشتر از ۲ m می‌باشد نیاز به نصب یک عدد برقگیر اضافی در سمت مقابل برقگیر اول می‌باشد.

۲۱- در سیم‌کشی داخل محوطه سایت های کامپوتری برای چراغهای روشنایی و سایر موارد باید از کابل زمینی استفاده گردد و در ایستگاههای بالای کوه و نقاط دور از شهر نباید از چراغهای روشنایی خیابانی استفاده شود.

۲۲- استاندارد قابل قبول آزمایش و تحویل اتصال زمین برای سایتهای کوچک زیر ۱۰ اهم و برای سایت های بزرگ و مهم زیر ۳ اهم می‌باشد.

برای طراحی سیستم زمین مراحل کار بدین صورت است که ابتدا باید بیشترین مساحت زمین در دسترس جهت احداث سیستم زمین پست، تعیین گردد، سپس بعد از آن باید یک مسیر بسته در محیط این زمین ایجاد گردد و هادیهای موازی در داخل این حلقه محیطی که موازی هم و همردیف تجهیزات است، قرار داد. برای آنکه تجهیزات را به سیستم زمین متصل نماییم از میله هایی حلقوی شکل به نام ، پیک تیل (Pick tale) استفاده می گردد.