

باسمه تعالی

اهمیت سیستم زمین در ایمنی و پایداری

تاسیسات الکتریکی صنایع نظامی

(ساختمان ها، سالن های مونتاژ، زاغه های مهمات و دفاتر طراحی با رویکرد فناوریانه)

تهیه و تدوین : سجاد حیدری

تیرماه ۱۴۰۴

۱- مقدمه

در دنیای امروز که صنایع الکترونیک، تسلیحات و سامانه های کنترلی به طور فزاینده ای به دقت، ایمنی و دوام وابسته هستند، طراحی و اجرای صحیح سیستم های زمین (Earthing Systems) بعنوان یکی از حیاتی ترین مولفه های زیر ساخت تاسیسات و پایه ایمنی هر تاسیسات برقی مطرح است. در واقع سیستم زمین ستون فقرات هر تاسیسات الکتریکی می باشد. تاسیساتی چون سالن مونتاژ بردهای الکترونیکی، سالن های ناریه، زاغه های مهمات، آزمایشگاه های دفاتر طراحی و آزمایشگاه های اندازه گیری کیفیت به دلیل خطرات ناشی از الکتریسیته ساکن، صاعقه، اتصال کوتاه خط، جریان های ناشی و نویزهای الکترومغناطیسی در معرض آسیب هستند و از همه مهمتر ایمنی و سلامت افراد و پرسنل است که بسیار اهمیت دارد. این اثر با نگاهی فناورانه، نوآورانه (با توجه به دانش داخل کشور) و با استفاده از استانداردهای معتبر و بروز دنیا تدوین شده است تا شکاف موجود بین طراحی سنتی سیستم زمین و نیازهای روز صنایع را پر کند. تمرکز این آرایه بر تلفیق استانداردهای جهانی مانند IEEE std 1100, BS7671, NFPA780, IEC60364, ..., استانداردهای نظامی MIL-HDBK-419, DoD UFC 3-575-01, DoD UFC 3-501-01 و استانداردهای داخلی مبحث ۱۳، آیین نامه اتصال زمین وزارت کار و دستورالعمل اتصال زمین شبکه های توزیع است.

لازم به ذکر است استانداردهای دفاعی (IDS) که در این زمینه منتشر شده اند بصورت ترجمه بوده و پر از نواقص و اشتباه می باشند.



اهمیت سیستم زمین

۲- چرا زمین می‌کنیم؟

۱-۲- تعریف سیستم اتصال زمین و اجزای آن (الکترودها- هادی زمین- شینه‌ها- MET- بکفیل)

۲-۲- تفاوت زمین الکتریکی، زمین حفاظتی، زمین عملیاتی و صاعقه گیر

۳-۲- هدف از اجرای سیستم زمین

۴-۲- مفهوم جرم کلی زمین و مقاومت الکتروود زمین

۵-۲- آیا اتصال به الکتروود زمین یعنی اتصال به پتانسیل صفر؟

۶-۲- حوزه مقاومتی و همپتانسیل و GPR

۷-۲- مشخصه یک سیستم زمین مطلوب

۸-۲- مفهوم همبندی همپتانسیل کننده

۹-۲- مفهوم استقلال و تزویج الکترودها

۱۰-۲- زمین تمیز و زمین کثیف

۱۱-۲- الکتروود طبیعی و مصنوعی

۱۲-۲- همبند کردن الکتروودهای مختلف

۱۳-۲- مقاومت الکتروود دقیقاً مربوط به کجای آن است

۱۴-۲- آیا جنس الکتروود در مقاومتش تاثیر دارد

۱۵-۲- تفاوت هادی زمین و هادی حفاظتی

۱۶-۲- رفتار غیر خطی خاک و تاثیر آن در تحلیل ها

۱۷-۲- تفاوت رفتار فرکانس بالا و پایین الکتروود (امپدانس و مقاومت)

۱۸-۲- مهمترین بخش سیستم زمین بیرون زمین است

۳- منحنی زمان- جریان برای AC

۱-۳- چه جریانی و چه ولتاژی خطرناک است

۲-۳- حدود آستانه ای ولتاژ و جریان

۳-۳- منحنی زمان- جریان برای AC

۴-۳- حفاظت تماس مستقیم و غیر مستقیم

۵-۳- سیستم های توزیع نیرو

۶-۳- سیستم TN و الزامات آن

۷-۳- پیاده سازی TNCS در صنعت

۸-۳- بحث در روش PME و مزایا و معایب

۹-۳- آشنایی با نحوه زمین کردن شبکه های فشار متوسط و ضعیف ایران

۱۰-۳- نحوه زمین کردن در مشترکین خرد (تبدیل PEN به PE و N در محل تحویل فشار ضعیف)

۱۱-۳- سیستم TT و اشتباه رایج

۱۲-۳- تست سیستم ها از نظر اتصال بدنه های هادی و هادی های بیگانه زمین

۴- انواع الکترودها

۱-۴- تاثیر مشخصات ابعادی الکترودها

۲-۴- الکترودهای میله ای و مشخصات فنی آن (توضیح در مورد کوپلر و نحوه درست زدن و انواع آن)

۳-۴- تکنولوژی پوشش در میله

۴-۴- الکتروود لوله ای و مشخصات فنی آن

۴-۵- الکتروود صفحه ای و مشخصات فنی آن

۴-۶- الکتروود سیمی سطحی و مشخصات فنی آن

۴-۷- الکتروود ۵ حلقه و مشخصات فنی آن

۴-۸- الکتروود تسمه ای و مشخصات فنی آن

۴-۹- الکتروودهای چند شاخه

۴-۱۰- الکتروودهای شبکه ای (لتیس)

۴-۱۱- الکتروود یوفر (شمعی، فندانسیونی و تفاوت با همبندی)

۴-۱۲- الکتروودهای طبیعی (پایه پل، لوله های آب و آرمور کابل)

۴-۱۳- انواع الکتروودهای مرکب میله ای (مثلثی، یک راستا، چند ضلعی و پنجه کلاغی (کانترپوز))

۴-۱۴- الکتروود یونی

۴-۱۵- الکتروود کربنی

۴-۱۶- دلایل منسوخ شدن صفحه

۴-۱۷- آیا استفاده از فولاد لخت مجاز است؟

۴-۱۸- کاربرد هر الکتروود

۴-۱۹- امپدانس یا مقاومت

۵- بکفیل چیست؟

۵-۱- دلایل استفاده از بکفیل

۵-۲- نسل های مختلف بکفیل

۵-۳- چرا امروزه از نمک و زغال استفاده نمیکنیم؟ آیا همه جا ممنوع است؟

۵-۴- بکفیل های پایه رسی (مزایا معایب و مشخصات فنی آن)

۵-۵- بکفیل های بتنی (مزایا معایب و مشخصات فنی آن)

۵-۶- بکفیل های کربنی (مزایا معایب و مشخصات فنی آن)

۵-۷- بکفیل بتن هادی (مزایا معایب و مشخصات فنی آن)

۵-۸- سایر انواع بکفیل ها

۵-۹- بکفیل چقدر موثر است؟ آیا همیشه راه حل خوبی هست؟

۵-۱۰- شناسایی بکفیل رسی خوب در اختلاط با آب

۵-۱۱- تبعات خشک شدن بنتونیت

۵-۱۲- اختلاط خاک یا سیمان با نمک یا بکفیل

۶- اتصالات

۶-۱- خصوصیات یک اتصال خوب

۶-۲- انواع اتصالات (پیچی، پرسی و جوشی)

۶-۳- معایب و محاسن اتصال پیچی

۶-۴- معایب و محاسن اتصال جوشی

۵-۶- معایب و محاسن اتصال پرسی

۶-۶- انواع کلمپ های رایج در ارتینگ

۶-۷- لزوم آب بندی اتصالات دفنی (رزین، قیر، اپکسی، نوار)

۶-۸- لزوم گریسکاری اتصالات در معرض خوردگی

۶-۹- آیا جوش برق یا سایر جوش ها برای اتصالات مجاز است

۷- مقاومت مخصوص خاک

۷-۱- تفاوت انتقال الکتریکی در فلزات و خاک

۷-۲- مقاومت و مقاومت مخصوص

۷-۳- مقادیر تقریبی مقاومت مخصوص و مقایسه آن با هادی ها و عایق ها

۷-۴- مقدار مقاومت مخصوص را از کجا بیابیم

۷-۵- عوامل پنجگانه موثر در مقدار مقاومت مخصوص (تراکم، رطوبت، دما، املاح و دانه بندی)

۷-۶- تفاوت خاک همگن و ناهمگن

۷-۷- مقاومت مخصوص ورودی طراحی است اگر در طول سال عوض شود چه؟

۷-۸- چرا الکترو د میله ای محبوبترین الکترو د است؟

۷-۹- قدیسه ای بنام چاه ارت؟؟؟ چرا حفاری کاری مکروه است؟!

۸- طراحی با الکترو د زمین مناسب

۸-۱- فلوجارت کلی طراحی

۸-۲- تاکید بر همگن گرفتن مقاومت خاک

۸-۳- تعریف سیستم زمین متمرکز و گسترده

۸-۴- الکتروود میله ای تکی

۸-۵- الکتروود میله ای مرکب خطی

۸-۶- الکتروود میله ای مرکب چند ضلعی

۸-۷- نقش طول، قطر و فاصله بین الکتروودها

۸-۸- الکتروود میله ای با بکفیل

۸-۹- الکتروود میله ای در زمین چند لایه

۸-۱۰- الکتروود صفحه ای بدون بکفیل و بیان حداکثر نقش بکفیل

۸-۱۱- شمع های بتنی

۸-۱۲- الکتروود چند حلقه

۸-۱۳- الکتروود پنجه کلاغی

۸-۱۴- الکتروود شبکه ای

۸-۱۵- تزویج و نحوه احتساب آن

۸-۱۶- ضرورت بازدید از محل پیش از طراحی و دیدن امکانات و شرایط رو و زیر زمین (سیستم های

همسایه، صاعقه گیر، نزدیکی به کاتدیک، نزدیکی به MV)

۸-۱۷- تعیین سطح مقطع هادی زمین و شینه زمین

۸-۱۸- ضرورت اندازه گیری مقاومت مخصوص در چند عمق

۸-۱۹- ضرورت توجه به نیازهای کارفرما یا دستگاه ها و عدد مقاومت تکلیفی

۸-۲۰- ضرورت توجه به اندازه‌گیری در آینده

۸-۲۱- ضرورت توجه به ارزانه‌ترین طرح

۸-۲۲- توجه به نوع کارکرد. برای صاعقه گیر صفحه ننزید!!

۸-۲۳- توجه به چگالی جریان

۸-۲۴- توجه به سطح اتصال کوتاه و جریانی که از زمین میگذرد

۸-۲۵- توجه به خوردگی

۸-۲۶- مقدار مقاومت مطلوب سیستم زمین چقدر است

۸-۲۷- مقاومت در اتصال به همبندی یا بدون آن

۸-۲۸- انتخاب الکتروود زمین ساختمان ها بدون محاسبه

۸-۲۹- طراحی با واقعیت چقدر فاصله دارد

۹- روش‌های اندازه‌گیری مقاومت مخصوص زمین

۹-۱- ساختار دستگاه ارت سنج ۴ سیمه

۹-۲- چگونه تست انجام میشود (فرآیند داخلی دستگاه)

۹-۳- تست در چه عمق هایی انجام میشود

۹-۴- تست در چند نقطه تکرار میشود

۹-۵- مقاومت مخصوص میانگین چگونه حساب میشود

۹-۶- روش ونر- اشلومبرگر- تک قطبی و دوقطبی و....

۹-۷- اهمیت مقاومت های تماسی

۸-۹- زمان اندازه گیری (آبیاری و بارندگی شده است)

۱۰- روش های اندازه گیری مقاومت الکتروود زمین

۱۰-۱- آماده سازی محل (بازدید و تعیین مسیر، اطلاع از تاسیسات مدفون، جداسازی ایمن)

۱۰-۲- مخاطرات ایمنی

۱۰-۳- اصول کار دستگاه های ارت سنج سه سیمه

۱۰-۴- چرا AC نه؟ چرا اهمتر نه؟

۱۰-۵- روش افت پتانسیل

۱۰-۶- روش ۵۰ و ۶۲ درصد

۱۰-۷- محاسبه خطای اندازه گیری

۱۰-۸- محاسبه خطای دستگاه

۱۰-۹- روش زمین مرده

۱۰-۱۰- روش الکتروود کمکی

۱۰-۱۱- نقش فاصله میله ها

۱۰-۱۲- دلایل رایج خطا در روش های فوق

۱۰-۱۳- اندازه گیری به روش ولتمتر آمپر متر

۱۰-۱۴- اندازه گیری در حضور موانع

۱۰-۱۵- جای کوبیدن میله نیست چه کنیم؟

۱۰-۱۶- اندازه گیری کل مقاومت ۲ اهم ممکن است؟

۱۰-۱۷- اصول کار دستگاه های تزریق جریان کلمپی

۱۰-۱۸- آیا ممکن است روش های اندازه گیری خطای منفی هم نشان دهند

۱۰-۱۹- دستگاه های دو سیمه

۱۰-۲۰- روش ART

این دوره برای چه کسانی مفید خواهد بود:

- مدیران صنعت
- مدیران پروژه
- مشاورین ایمنی
- مهندسان ابزار دقیق
- مهندسین برق
- مهندسین تعمیر و نگهداری
- پیمانکاران برق
- متخصصین برق
- بازرسان برق
- مهندسین کنترل و قدرت
- مدیران و طراحان سیستم های دیتا
- تکنسین های برق