

## فهرست مطالب

۱۷	فصل اول: سیستم های نیروی برق
۱۸	۱- گروه بندی سیستم های نیروی برق.....
۲۲	۱-۱ سیستم TN.....
۲۳	۱-۱-۱ سیستم TN-S.....
۲۴	۱-۱-۲ سیستم TN-C.....
۲۶	۱-۱-۳ سیستم TN-C-S.....
۳۰	۱-۱-۴ نکات مهم در مورد سیستم TN.....
۳۰	۱-۱-۴-۱ جریان خطا یا جریان اتصال کوتاه سیستم TN.....
۳۲	۱-۱-۴-۲ ممنوع بودن وصل مجدد هادی های حفاظتی و خنثی پس از تفکیک:.....
۳۵	۱-۱-۴-۳ سطح مقطع هادی مشترک حفاظتی - خنثی:.....
۳۶	۱-۱-۴-۴ استفاده وسایل جریان باقیمانده در سیستم TN:.....
۳۸	۱-۱-۴-۵ منع استفاده از الکتروود زمین مستقل در سیستم های TN.....
۴۰	۱-۱-۴-۶ قطع هادی خنثی سیستم های TN.....
۴۱	۱-۲ سیستم TT:.....
۴۷	۱-۲-۱ نکات مهم در مورد سیستم TT.....
۴۷	۱-۲-۱-۱ نحوه استفاده از RCD در سیستم TT.....
۴۹	۱-۳ سیستم IT:.....
۵۴	۱-۳-۱ نکات مهم در مورد سیستم IT.....
۵۵	۱-۳-۱-۱ شرایط امپدانس حلقه اتصال کوتاه در سیستم IT.....
۵۵	۱-۳-۱-۲ کاربرد سیستم IT.....
۵۸	۱-۳-۱-۳ جریان اتصال کوتاه در سیستم IT.....
۶۰	۱-۴ سیستم منتخب.....

۶۱	<b>فصل دوم: سیستم اتصال زمین</b>
۶۲	۲-۱ تعاریف اتصال زمین.....
۶۸	۲-۲ انواع سیستم اتصال زمین.....
۶۸	۲-۳ انواع الکترودهای زمین.....
۶۹	۲-۳-۱ الکترودهای صفحه‌ای.....
۷۰	۲-۳-۱-۱ محاسبه مقاومت الکترودهای صفحه‌ای.....
۷۱	۲-۳-۲ الکترودهای قائم.....
۷۸	۲-۳-۲-۱ محاسبه مقاومت الکترودهای قائم.....
۸۳	۲-۳-۲-۲ مقاومت الکترودهای زمین قائم داخل مواد کاهنده خاک.....
۸۴	۲-۳-۳ الکترودهای افقی.....
۸۵	۲-۳-۳-۱ زمین کردن شیلد و زره فلزی کابل.....
۸۶	۲-۳-۳-۲ محاسبه مقاومت الکترودهای افقی.....
۸۸	۲-۳-۳-۳ الکترودهای شبکه‌ای (مش).....
۸۹	۲-۳-۳-۴ میلگردهای فولادی داخل بتن (بتن مسلح) روش یوفر.....
۹۳	۲-۳-۳-۵ اجرای الکترودهای فونداسیون زمین (DIN 18014).....
۹۶	۲-۳-۳-۶ احداث الکترودها در فونداسیون که با زمین عایق است.....
۹۷	۲-۳-۳-۷ احداث الکترودها در بتن غیرمسلح.....
۹۹	۲-۴ جمع‌بندی مقاومت الکتریکی الکترودهای زمین.....
۱۰۰	۲-۵ الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن‌ها.....
۱۰۲	۲-۶ خوردگی الکترودها.....
۱۰۳	۲-۶-۱ تاثیر نوع خاک در خوردگی الکترودها.....
۱۰۵	۲-۶-۲ خوردگی الکترودها در اثر همبندی با فلزات دیگر.....
۱۰۷	۲-۷ هادی اتصال زمین.....
۱۱۰	۲-۸ ضروریات دیگر احداث الکترودهای زمین.....
۱۱۰	۲-۸-۱ پتانسیل بر روی سطح زمین در اطراف الکترودها.....
۱۱۲	۲-۸-۲ چگالی شدت جریان در سطح الکترودها.....
۱۱۵	۲-۹ الکترودهای زمین برای انشعاب برق فشار ضعیف.....
۱۱۸	۲-۹-۱ ضریب همزمانی.....
۱۱۹	۲-۹-۲ الکترودهای زمین ساده (فقط برای وصل به هادی خنثای فشار ضعیف).....
۱۲۱	۲-۹-۳ الکترودهای زمین اساسی (هر دو نوع زمین، حفاظت سیستم و ایمنی).....

۱۲۳.....	۲-۹-۴ انواع دیگر الکترودهای اساسی
۱۲۴.....	۲-۱۰ مقاومت الکتریکی اتصال به زمین
۱۲۹.....	۲-۱۱ پارگی هادی PEN
۱۳۳.....	۲-۱۲ الکترودهای زمین پست ترانسفورماتور
۱۳۳.....	۲-۱۲-۱ شرایط استفاده از یک یا دو الکترودهای زمین (حفاظت سیستم و ایمنی)
۱۳۴.....	۲-۱۲-۲ احداث دو الکترودهای زمین
۱۴۰.....	۲-۱۲-۳ احداث یک الکترودهای زمین
۱۴۴.....	۲-۱۲-۴ خلاصه ای از انتخاب الکترودهای پست زمین
۱۴۵.....	۲-۱۳ اتصال زمین ژنراتور
۱۴۷.....	۲-۱۳-۱ دو یا چند ژنراتور با عملکرد موازی
۱۵۰.....	۲-۱۴ اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترودهای زمین
۱۵۱.....	۲-۱۴-۱ مفهوم مقاومت الکترودهای زمین
۱۵۲.....	۲-۱۴-۲ اساس کار
۱۵۴.....	۲-۱۴-۱ سه نقش عمده در دقت اندازه‌گیری مقاومت یک الکترودهای زمین
۱۵۶.....	۲-۱۴-۳ دو روش دیگر برای اندازه‌گیری مقاومت الکترودهای زمین
۱۵۶.....	۲-۱۴-۳-۱ روش تزریق جریان کلمپی:
۱۵۶.....	۲-۱۴-۳-۲ روش امپدانس حلقه
۱۵۹.....	۲-۱۵ علایم ترسیمی

## ۱۶۱ فصل سوم: هادی خنثی و حفاظتی

۱۶۱.....	۳-۱ کلیات
۱۶۱.....	۳-۱-۱ سطح مقطع هادی مشترک حفاظتی - خنثی
۱۶۱.....	۳-۱-۲ رنگ عایق هادی‌های مدارهای توزیع نیرو و مدارهای نهایی
۱۶۲.....	۳-۱-۳ رنگ عایق سیم‌ها در مدارهای نهایی
۱۶۳.....	۳-۱-۴ سطح مقطع هادی خنثی (N)
۱۶۴.....	۳-۲ هادی حفاظتی (PE)
۱۶۵.....	۳-۲-۱ سطح مقطع هادی حفاظتی (PE)
۱۶۸.....	۳-۲-۲ هادی حفاظتی مابین ترانسفورماتور و تابلوی اصلی:
۱۷۰.....	۳-۲-۳ نکات تکمیلی هادی‌های حفاظتی (PE):
۱۷۲.....	۳-۳ حلقه اتصال کوتاه

۳-۴ کلید و هادی حفاظتی دستگاه برق بدون وقفه ..... ۱۸۰

## ۱۸۳ فصل چهارم: همبندی اصلی

۴-۱ تعریف همبندی و انواع آن ..... ۱۸۳

۴-۱-۱ همبندی محلی بدون زمین ..... ۱۸۵

۴-۱-۲ همبندی اصلی ..... ۱۸۵

۴-۲ مزایای اجرای همبندی در ساختمان‌ها ..... ۱۸۷

۴-۳ کاهش اثرات ناشی از تداخل امواج الکترومغناطیسی ..... ۱۸۷

۴-۴ همبندی اتصال زمین ایمنی و عملیاتی ..... ۱۹۱

۴-۵ ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین ..... ۱۹۵

۴-۶ همبندی اصلی برای هم‌ولتاژ کردن ..... ۱۹۸

۴-۶-۱ سطح مقطع هادی همبندی اصلی (MB) ..... ۲۰۰

۴-۷ روش طراحی و اجرای همبندی اصلی ..... ۲۰۷

۴-۷-۱ فونداسیون یا شالوده چیست؟ ..... ۲۰۷

۴-۷-۲ ترسیم نقشه‌های همبندی ..... ۲۱۰

۴-۷-۳ تشکیل شبکه همبند ..... ۲۱۲

۴-۷-۴ همبندی بعد از بتن ریزی ..... ۲۱۷

۴-۷-۵ جزئیات ایجاد شبکه همبند ..... ۲۱۸

۴-۷-۵-۱ میلگردهای موجود ..... ۲۱۹

۴-۷-۵-۲ میلگردهای اضافی و یا هادی مسی ..... ۲۲۰

۴-۷-۶ همبندی ساختمان برای سازه‌های اسکلت فلزی ..... ۲۲۶

۴-۸ سطح مقطع هادی همبندی ..... ۲۳۵

## ۲۳۷ فصل پنجم: همبندی اضافی

۵-۱ تعریف همبندی اضافی ..... ۲۳۷

۵-۲ اجرای همبندی اضافی ..... ۲۴۰

۵-۲-۱ همبندی حمام ..... ۲۴۲

۵-۲-۲ همبندی استخر ..... ۲۴۵

۵-۲-۳ همبندی سونا ..... ۲۴۶

۵-۲-۳-۱ سونای خشک ..... ۲۴۶

۵-۲-۳-۲ سونای بخار ..... ۲۴۷

- ۲۴۷.....۵-۲-۴ همبندی تابلوهای برق.....
- ۲۴۸.....۵-۲-۵ همبندی کولر آبی.....
- ۲۵۰.....۵-۲-۶ همبندی سینی کابل.....
- ۲۵۱.....۵-۲-۷ همبندی تجهیزات اسانسور.....
- ۲۵۳.....۵-۲-۸ همبندی در بیمارستان.....
- ۲۵۴.....۵-۳ سطح مقطع هادی‌های همبندی اضافی.....
- ۲۵۵.....۵-۴ خلاصه ای از همبندی.....
- ۲۵۸.....۵-۵ طرحواره عمومی سیستم همبندی اصلی و اضافی.....
- ۲۶۳.....۵-۶ ولتاژ تماس بدون همبندی و با همبندی.....
- ۲۶۵.....۵-۷ الزامات همبندی اضافی.....
- ۲۶۵.....۵-۸ مقررات اضافی مربوط به هادی‌های حفاظتی، همبندی‌ها و اتصال زمین.....

## ۲۶۷ فصل ششم: تأسیسات خاص

- ۲۶۷.....۶-۱ اتصال به زمین روشنایی و تجهیزات الکتریکی مستقر در خیابان‌ها.....
- ۲۶۸.....۶-۲ داربست‌های موقت و سازه‌های فلزی مشابه.....
- ۲۶۹.....۶-۳ اتصال به زمین کاروان‌های مسافرتی و توقفگاه آن‌ها.....
- ۲۷۰.....۶-۴ اتصال به زمین بندرگاه کشتی‌های کوچک و قایق‌ها.....
- ۲۷۱.....۶-۵ حفاظت در برابر صاعقه.....
- ۲۷۲.....۶-۶ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ ناشی از اثرات صاعقه.....
- ۲۷۳.....۶-۷ تجهیزات معابر.....
- ۲۷۳.....۶-۷-۱ سیستم‌های تغذیه برای تجهیزات معابر.....
- ۲۷۵.....۶-۷-۲ چیدمان حفاظتی برای تجهیزات معابر.....
- ۲۷۵.....۶-۸ راه‌آهن و ریل‌های حمل و نقل.....
- ۲۷۵.....۶-۸-۱ خطوط برقدار نشده در محوطه خصوصی.....
- ۲۷۵.....۶-۸-۲ سیستم‌های برق رسانی به تأسیسات راه‌آهن.....
- ۲۷۶.....۶-۸-۳ راه‌آهن‌های جریان متناوب.....
- ۲۷۸.....۶-۸-۴ راه آهن های جریان مستقیم.....
- ۲۷۹.....۶-۸-۵ همبندی برای هم ولتاژ کردن راه آهن.....
- ۲۸۰.....۶-۹ هادی های زمین برای پست ها و تأسیسات صنعتی.....
- ۲۸۰.....۶-۹-۱ تجهیزات فضای داخلی.....

- ۶-۹-۲ تجهیزات فضای بیرونی (به غیر از ترانسفورماتورهای نصب شده بر تیر) ۲۸۱
- ۶-۹-۳ طرحواره عمومی سیستم اتصال زمین پست..... ۲۸۲
- ۶-۱۰ اتصال به زمین تجهیزات تولید برق..... ۲۸۴
- ۶-۱۱ اتصال به زمین خطوط هوایی..... ۲۸۸
- ۶-۱۲ حفاظت در برابر تماس مستقیم و غیرمستقیم..... ۲۹۰
- ۶-۱۲-۱ حفاظت در برابر تماس مستقیم..... ۲۹۰
- ۶-۱۲-۲ حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم..... ۲۹۱
- ۶-۱۲-۳ حفاظت در برابر هر دو نوع تماس مستقیم و غیر مستقیم..... ۲۹۴
- ۶-۱۲-۶-۱ منابع تغذیه SELV (بدون اتصال زمین):..... ۲۹۵
- ۶-۱۳ همبندی تاسیسات تجاری و صنعتی..... ۲۹۷
- ۶-۱۴ همبندی دامداری..... ۲۹۹

## فصل هفتم: تحلیل محاسبات اتصال زمین

- ۳۰۱
- ۷-۱ انواع و فرمول های اتصال زمین..... ۳۰۲
- ۷-۱-۱ الکتروود صفحه..... ۳۰۳
- ۷-۱-۲ الکتروود تک میله ای..... ۳۰۳
- ۷-۱-۳ اتصال موازی میله های تراز شده..... ۳۰۶
- ۷-۱-۴ نوار عمودی یا الکتروودهای هادی گرد..... ۳۰۷
- ۷-۱-۵ نوار افقی یا الکتروود هادی گرد..... ۳۰۸
- ۷-۱-۶ حلقه سیم الکتروود..... ۳۰۹
- ۷-۱-۷ مش (شبکه)..... ۳۱۰
- ۷-۱-۸ الکتروود محصور شده در بتن..... ۳۱۲
- ۷-۱-۹ الکتروودهای متفرقه..... ۳۱۴
- ۷-۱-۹-۱ سه میله در رئوس..... ۳۱۴
- ۷-۱-۹-۲ الکتروود دو شاخه ۹۰ درجه..... ۳۱۴
- ۷-۱-۹-۳ ستاره سه نقطه..... ۳۱۵
- ۷-۱-۹-۴ ستاره چهار نقطه..... ۳۱۵
- ۷-۱-۹-۵ ستاره شش نقطه..... ۳۱۶
- ۷-۱-۹-۶ ستاره هشت نقطه..... ۳۱۶
- ۷-۱-۹-۷ سازه فولادی محصور شده بتن..... ۳۱۶

۳۱۹.....	۷-۲ تحلیل محاسبات.....
۳۲۰.....	۷-۲-۱ الکتروود صفحه‌ای.....
۳۲۱.....	۷-۲-۲ الکتروود تک میله ای (الکتروود قائم).....
۳۲۱.....	۷-۲-۳ میله های تراز موازی.....
۳۲۲.....	۷-۲-۴ نوار افقی / هادی گرد.....
۳۲۳.....	۷-۲-۵ حلقه سیم.....
۳۲۳.....	۷-۲-۶ مش (شبکه).....
۳۲۴.....	۷-۲-۷ الکتروود محصور شده در بتن.....
۳۲۵.....	۷-۲-۸ الکتروود دو شاخه ۹۰ درجه.....
۳۲۵.....	۷-۲-۹ ستاره سه نقطه.....
۳۲۵.....	۷-۲-۱۰ ستاره چهار نقطه.....
۳۲۶.....	۷-۳ لیست فرمول های پیشنهادی.....

۳۳۱

منابع و مآخذ

۳۳۳

قدم بعدی