

اصول ایمنی و کنترل کاهش ضایعات

خطرات برق و راه های کنترل

■ مستقیم

■ غیر مستقیم

خطرات مستقیم

▶ برق گرفتگی

- ۱- مستقیم
- ۲- غیر مستقیم

▶ سوختگی

- ۱- ناشی از حرارت
- ۲- ناشی از قوس الکتریکی

خطرات مستقیم

► حریق

- ۱- ناشی از قوس الکتریکی
- ۲- ناشی از شل بودن اتصالات مدار الکتریکی
- ۳- ناشی از اضافه بار هادی ها که نتیجه ایجاد حرارت در حریق و تجهیزات می شود
- ۴- ناشی از اضافه جریان حاصل از اتصال کوتاه در مدار جریان
- ۵- ناشی از عایق نامناسب و ضعیف هادی و تجهیزات
- ۶- روشن شدن مواد قابل اشتعال به وسیله قوس یا جرم الکتریکی

خطرات مستقیم

- ▶ سقوط از ارتفاع در نتیجه شوک الکتریکی
- ▶ سقوط ابزار آلات کار فرد برق گرفته از ارتفاع
- ▶ پرتاب شدن به عقب و برخورد با دیوار و یا سایر تجهیزات در داخل پست های زمینی به علت برق گرفتگی و انقباض عضلات

خطرات غیر مستقیم جریان برق

این نوع خطرات به طور مستقیم ارتباطی با جریان برق ندارد بلکه این نوع خطرات زمانی رخ می دهد که فرد دچار شوک الکتریکی شده و یا در معرض فشار ناشی از موج انفجارات قوس الکتریکی قرار می گیرد.

مانند فردی که در ارتفاع بدون بستن کمربند ایمنی دچار شوک ناشی از مانده جریان در شبکه شود و بعلت عدم کنترل از ارتفاع سقوط کرده و دچار ضربه مغزی و یا شکستگی اعضاء بدن شود.

خطرات مستقیم جریان برق

این نوع خطرات جریان برق ، به طور مستقیم فرد مجری را تهدید می کند و باعث آسیب جدی بروی فرد می شود.

تعریف برق گرفتگی

* عبور جریان برق از بدن انسان و یا هر موجود زنده باعث می شود عصبها و ماهیچه های بدن از خود عکس العمل نشان داده و مفصل ها حالت تعادل خود را از دست دهند که منجر به لرزش بدن و پرت شدن شخص از منطقه برق گرفتگی می شود.

* بسته به محل ورود و خروج جریان برق بخشهایی از بدن دچار آسیب شده که پرخطر ترین اعضا بدن سیستم اعصاب مرکزی ، قلب و شش ها می باشد.

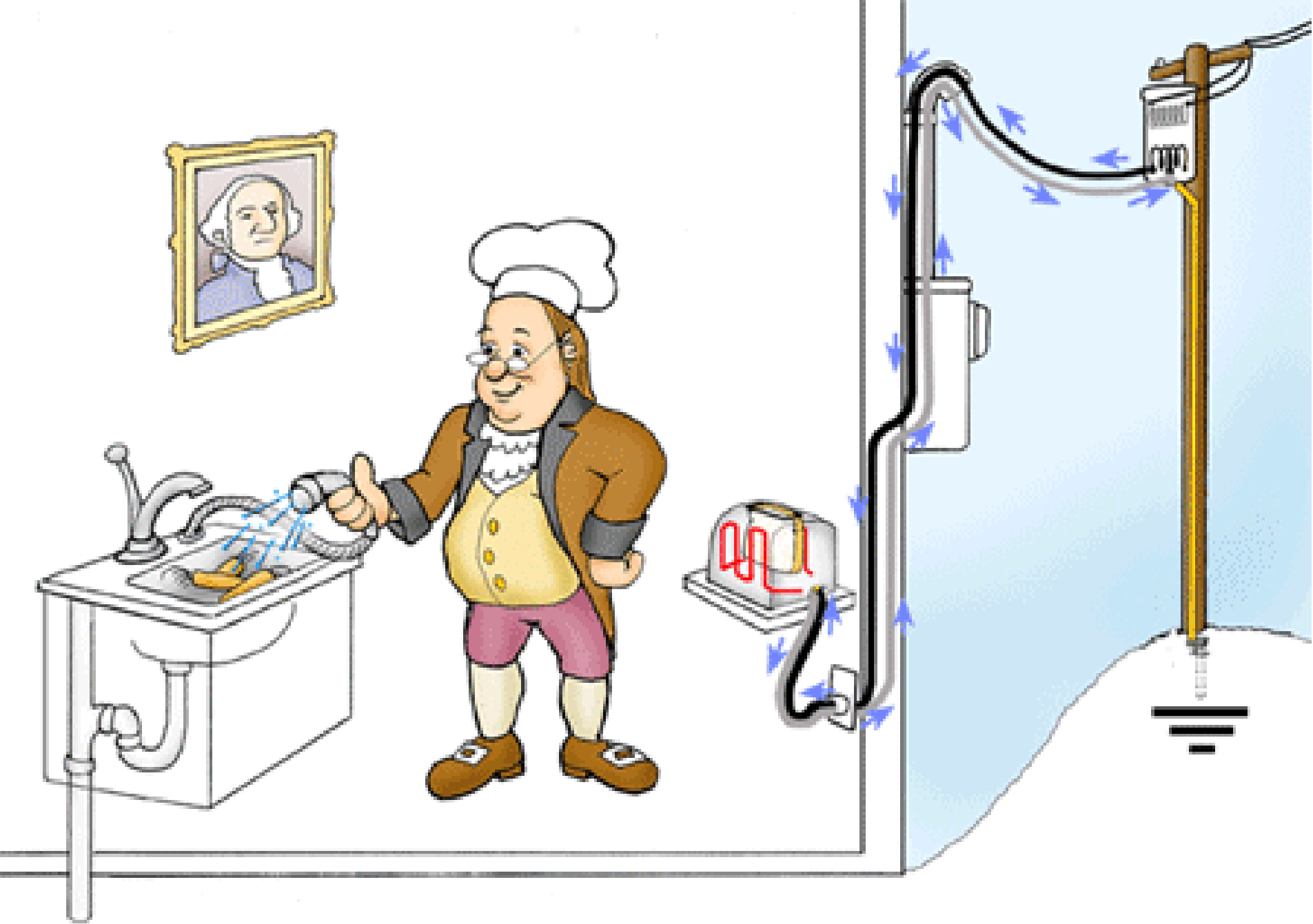
خطرات برق گرفتگی مستقیم و غیر مستقیم

- ▶ تماس فرد با هر دو هادی یا سیم مدار برق (سیم فازونول، فازبه فاز)
- ▶ تماس فرد با سیم فاز مدار برقدار از یک طرف و از طرف دیگر ارتباط با زمین
- ▶ تماس فرد با سیم نول برقدار از یک طرف و ارتباط با زمین از طرف دیگر
- ▶ تماس فرد با بدنه فلزی تجهیزات ، تاسیسات و یادستگاهها که نشستی جریان دارد و فرد نیز از یک طرف ارتباط با زمین دارد
- ▶ تخلیه بارالکتریکی ذخیره شده از دستگاههای برقی در موقع خاموشی (اثر خازنی) مانند تماس با خازن ها و سرکابل ها
- ▶ ایجاد ولتاژ گام
- ▶ تخلیه الکتریسیته ساکن از بدن
- ▶ تخلیه رعد و برق از بدن فرد به زمین

نکته



در شبکه فشار ضعیف بعلت رعد و برق ، القاء از شبکه های روگذر و عدم تعادل بار ، سیم نول می تواند دارای جریان با سطح ولتاژ مختلف باشد.



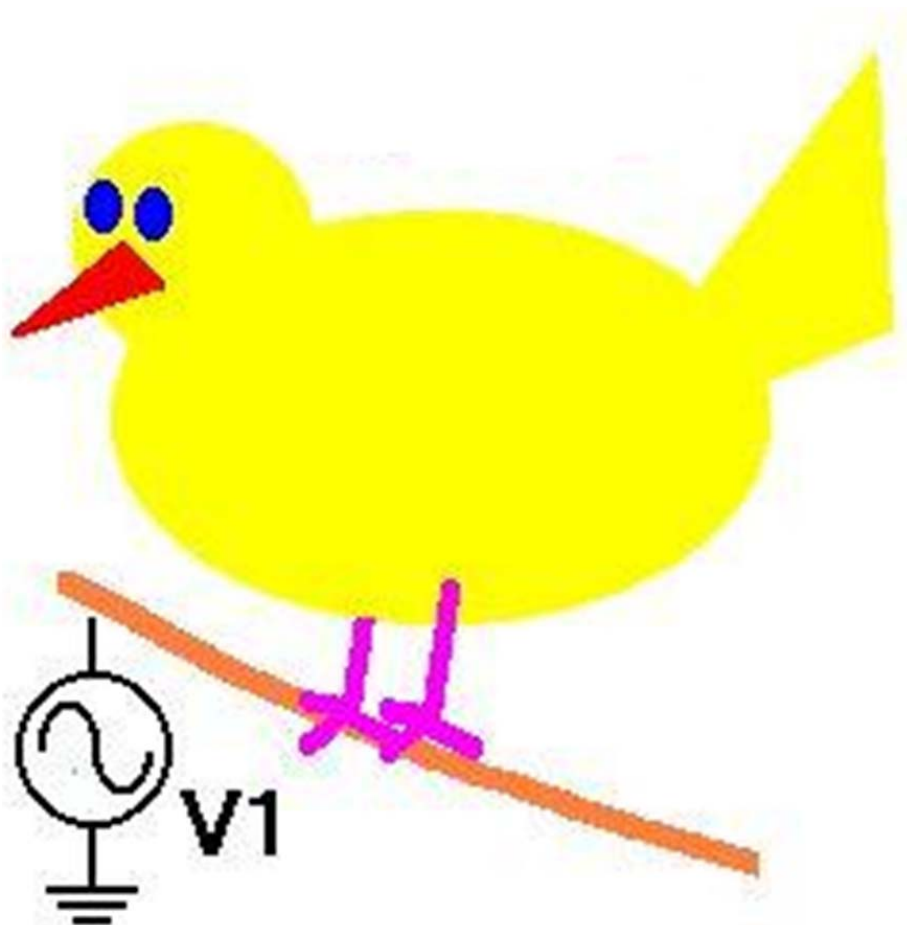
عوامل موثر در برق گرفتگی

- ❖ سطح ولتاژ
- ❖ شدت جریان
- ❖ مقاومت بدن انسان
- ❖ نوع جریان
- ❖ مسیر ورود و خروج جریان از بدن
- ❖ سطح تماس
- ❖ مدت زمان عبور جریان برق

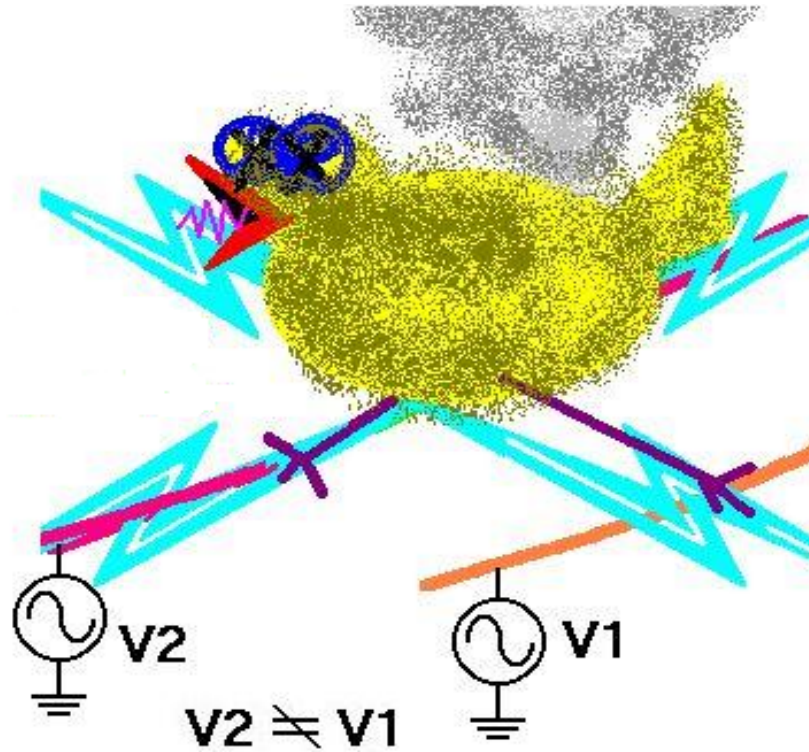
ولتاژ

- ▶ همانگونه که می دانید عامل حرکت الکترون ها ، اختلاف پتانسیل می باشد.
- ▶ طبق استاندارد انگلیس حداکثر ولتاژ تماس در فرکانس ۵۰ هرتز در شرایط خشک برابر ۵۰ ولت می باشد.
- ▶ طبق استاندارد آلمان برابر ۶۵ ولت
- ▶ برای برق مستقیم (DC) در هر دو استاندارد ۱۲۰ ولت
- ▶ حداکثر ولتاژ بی خطر برای حیوانات برای جریانهای متناوب و پیوسته به ترتیب ۲۵ و ۶۰ ولت

چرا پرندھا دچار برق گرفتگی نمی شوند؟



عامل برق گرفتگی اختلاف پتانسیل است



آستانه ولتاژ برای اثرات مختلف

ولتاژ تقریبی (ولت)	اثر
۱۰-۱۲ ولت	آستانه احساس
۱۵	آستانه درد
۲۰	درد شدید
۲۰-۲۵	ولتاژ نگهدارنده
۵۰	حداقل ولتاژ کشنده
۵۰-۶۰	فیبریلاسیون قلبی

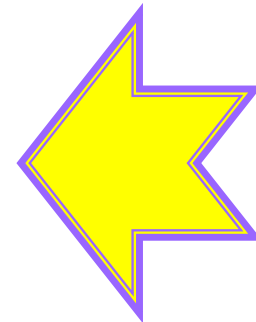
شدت جریان

- حرکت الکترون‌ها در سیم یا هادی الکتریکی را گویند.
- هرچه قدر شدت جریان الکتریکی بیشتر باشد شدت برق گرفتگی نیز شدیدتر خواهد شد.
- بر طبق استاندارد انگلیس IEC مقدار شدت جریان بدون خطر برای انسان در فرکانس های ۵۰ و ۶۰ هرتز در حدود ۱۰ میلی آمپر می باشد.
- مقدار جریانی که باعث برق گرفتگی و مرگ می شود ۲۵ میلی آمپر می باشد.
- در برق مستقیم ۵۰ میلی آمپر باعث مرگ و میر می شود.

اثرات برق گرفتگی بر اساس فرکانس و جریان

جریان میلی آمپر						اثرات
متناوب H2 ۱۰۰۰۰		متناوب ۶۰ هرتز		مستقیم		
زن	مرد	زن	مرد	زن	مرد	
۵	۷	۳	۴	۱۶	۱	احساس جزئی در دست
۸	۱۲	۷	۱۱	۳/۵	۵/۲	آستانه احساس
۱۱	۱۷	۱/۲	۱/۸	۶	۹	شوک الکتریکی (دردناک نبوده و کنترل عضلانی وجود دارد)
۳۷	۵۵	۶	۹	۴۱	۶۲	شوگ دردناک (کنترل عضلانی وجود دارد)
۵۰	۷۵	۱۰/۵	۱۶	۵۱	۷۶	شوگ - دردناک- آستانه فرار
۶۳	۹۵	۱۵	۲۳	۶۰	۹۰	شوگ- دردناک و شدید- انقباض عضلانی- مشکلات تنفسی

عواملی که بر شدت جریان تاثیر گذار است



- هرچه قدر ولتاژ تماس بیشتر باشد عبور جریان نیز بیشتر می شود.
- هرچه قدر محل ورود و خروج جریان برق از نظر مقاومت الکتریکی و مسافت عبور جریان بیشتر باشد عبور جریان کمتر خواهد شد.
- هرچه قدر سطح تماس بیشتر باشد میزان عبور جریان نیز بیشتر خواهد بود.
- هرچه قدر میزان فشار وارده بر هادی بیشتر باشد جریان عبوری بیشتر خواهد شد.
- فردی که مقاومت لباس، پوست و کفش او کمتر باشد عبور جریان برق بیشتر خواهد شد.
- هر چه قدر مدت زمان عبور جریان برق بیشتر شود اثر آن بر بدن نیز بیشتر می شود.

مقاومت بدن

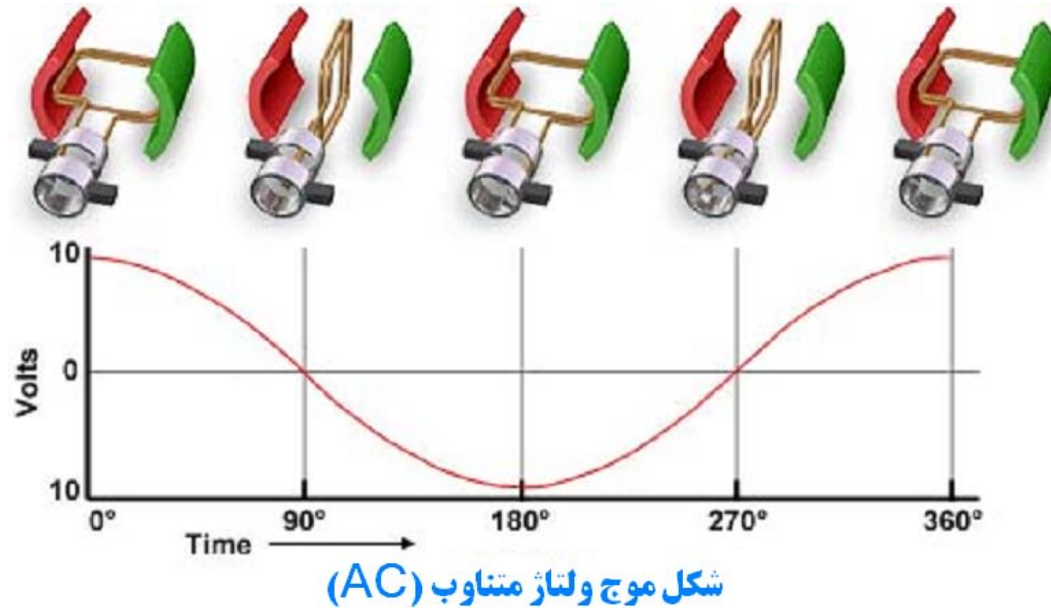
- ❖ بدن انسان مانند هر ماده دیگر دارای مقاومت الکتریکی می باشد هرچه این مقاومت کمتر باشد میزان جریان عبوری از بدن بیشتر و هر چه قدر میزان مقاومت بیشتر باشد میزان جریان عبوری کمتر خواهد شد.
- ❖ اعضاء بدن انسان مثل پوست استخوان، ناخن، عضلات، سر، رگها، اعصاب و دست ها مقاومت های مختلفی دارند.
- ❖ پوست بیشترین مقاومت را دارا می باشد.
- ❖ مقاومت الکتریکی بدن انسانها بین ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ اهم می باشد.

عوامل موثر در کاهش میزان مقاومت بدن انسان

- ▶ گرسنگی
- ▶ خستگی
- ▶ رطوبت و تعریق پوست بدن
- ▶ تشنگی
- ▶ بیخوابی
- ▶ بیماری
- ▶ گرفتن هادی جریان برق با فشار
- ▶ زیاد بودن سطح تماس
- ▶ افزایش زمان عبوری جریان
- ▶ روحیه پایین افراد

نوع جریان

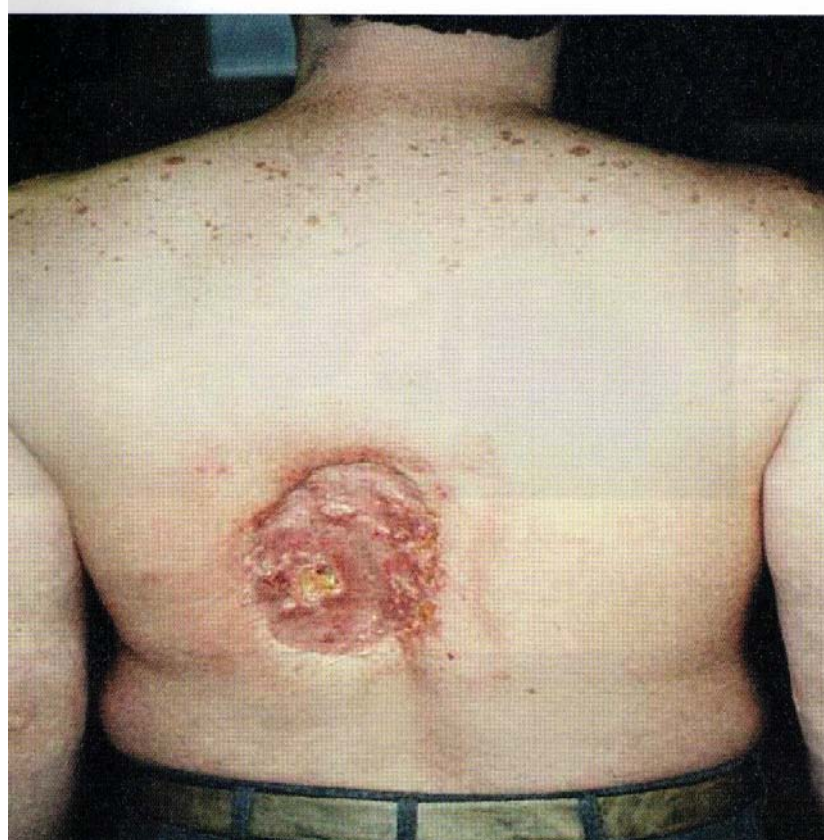
- جریان متناوب به علت داشتن فرکانس نسبت به جریان مستقیم قابلیت نفوذ و تاثیرگذاری بیشتری بر روی اعصاب و عضلات دارد و میزان مرگ و میر بیشتری دارد.
- خطرناک ترین فرکانس ۵۰ و ۶۰ هرتز می باشد.



مسیر عبور جریان

- ▶ مسیری که جریان برق وارد بدن و از آن خارج می شود مسیر عبور جریان برق نامیده شود.
- ▶ هرچه قدر مسیر عبور جریان کوتاه تر باشد مقاومت کمتر و شدت شوک و سوختگی بیشتر می شود.
- ▶ خطرناک ترین مسیر ها :
 - مسیر جریان از قلب و شش ها
 - مسیر عبور جریان از دست چپ و خروج از دست راست
 - ورود از دست چپ و خروج از پای راست

برق گرفتگی فشار متوسط و محل خروج جریان



سوختگی

۱- سوختگی های ناشی از حرارت حاصله از عبور جریان برق از بدن (سوختگی ژول)

۲- سوختگی های ناشی از قوس الکتریکی

برق گرفتگی فشار متوسط و سوختگی ژول



سوختگی ناشی از عبور جریان

- ✓ حرارت ناشی از عبور جریان برق از بافت ها منجر به تجزیه ترکیبات سازنده عضلات می شود.
- ✓ یکی از پروتئین های عضله ، بنام میوگلوبین وارد خون شده که همین امر باعث افزایش اسیدیته خون می شود.
- ✓ افزایش اسیدیته خون منجر به آسیب به بخش های بدن از جمله کلیه ها می شود.

سوختگی ناشی از قوس الکتریکی

❖ اگر یک هادی زمین شده را ، به یک هادی دیگر که نسبت به زمین دارای اختلاف پتانسیل می باشد نزدیک کنیم به یک فاصله می رسیم که عایق هوایی بین این دو هادی شکسته شده و تولید جرقه می کند .

❖ این جرقه منجر به یونیزه شدن مداوم هوای بین دو هادی شده که این به نوبه خود باعث افزایش جریان برق در نتیجه قوس الکتریکی یا آرک می شود.

سوختگی ناشی از قوس الکتریکی



سوختگی ناشی از قوس الکتریکی



اثرات قوس الکتریکی

- ▶ سوختن فرد در اثر حرارت ناشی از قوس الکتریکی به ویژه دست و صورت
- ▶ سوختن فرد در اثر سوختن لباس وی
- ▶ شوک الکتریکی ناشی از تخلیه جریان از بدن فرد به زمین
- ▶ آسیب شدید به چشم ها در اثر اشعه های مضر تولید شده ماوراء بنفش با طول موج پایین
- ▶ حریق
- ▶ آلودگی صوتی بر اثر قطع و وصل در ولتاژهای بالا

مکانهایی که دارای پتانسیل ایجاد قوس الکتریکی می باشند

- ❖ تابلوهای برق
- ❖ بدنه سلول کلیدهای قطع کننده
- ❖ ترانسفورماتورها
- ❖ راه اندازهای موتور و محفظه فلزی آنها
- ❖ جداکننده های فیوز

آتش سوزی و انفجار

- یکی از خطرات بسیار مهم جریان الکتریسیته، خطر ایجاد حریق می باشد.
- ایجاد حریق در جریان الکتریسیته جاری، بسیار محتمل می باشد.
- جریان الکتریسیته ساکن نیز در محیط های قابل اشتعال مثل صنایع نساجی می تواند شديدا تولید حریق نماید.

عوامل ایجاد حریق توسط جریان الکتریسته

- ▶ ظرفیت بیش از اندازه عبور جریان از هادیها
- ▶ شل بودن اتصالات مدارهای الکتریکی
- ▶ انتخاب نامناسب ایزولاسیون (عایق)
- ▶ حرارت ناشی از اتصال کوتاه مدارها
- ▶ اضافه حرارت مواد قابل اشتغال در نزدیکی تجهیزات الکتریکی
- ▶ روشن شدن مواد قابل اشتعال بوسیله قوس یا جرقه وسایل الکتریکی شامل پخش ذرات گرم از وسایل الکتریکی

راههای جلوگیری از ایجاد حریق

- ▶ انتخاب سیم یا کابل متناسب با میزان جریان عبوری
- ▶ استفاده از ترمینال های مناسب جهت اتصالات
- ▶ استفاده از فیوز متناسب با میزان جریان وولتاژ
- ▶ استفاده از فیوز کش کاور دار و نقاب محافظ صورت موقع قطع و وصل فیوزهای کادری
- ▶ رعایت استانداردهای لازم در سیم کشی جهت حفظ عایق بندی
- ▶ عدم یکسره کردن فیوزها و کلیدها
- ▶ بالا بردن سرعت و دقت در کلید زنی
- ▶ استفاده از جعبه های عایقی برای تجهیزات برقی
- ▶ جلوگیری از انشعابهای غیر مجاز

اصول فنی پیشگیری از برق گرفتگی

- ▶ راههای فنی حفاظت در برابر برق گرفتگی مستقیم
- ▶ راههای فنی حفاظت در برابر برق گرفتگی غیر مستقیم
- ▶ روش حفاظت در برابر برق گرفتگی مستقیم و غیرمستقیم

راههای فنی حفاظت در برابر برق گرفتگی

مستقیم

- ▶ عایق بندی قسمتهای برق دار
- ▶ محصور کردن تجهیزات برقی
- ▶ استقرار در خارج از دسترس
- ▶ کاهش مدت زمان عبور جریان برق از بدن فرد

راههای فنی حفاظت در برابر برق گرفتگی غیر مستقیم

- ▶ قطع خودکار مدار با استفاده از اتصال زمین
- ▶ عایق بندی مضاعف یا دابل
- ▶ عایق کردن محیط کار (اطراف تجهیزات برقی)
- ▶ حفاظت از طریق اتصال دستگاه ها به یکدیگر با سیم هادی
- ▶ فراهم کردن حفاظت افراد با رله دیفرانسیل

روش حفاظت در برابر برق گرفتگی مستقیم و غیرمستقیم

- ▶ استفاده از ولتاژ پائین و ایمن
- ▶ رعایت استانداردهای طراحی، اجرا و بهره برداری از جریان الکتریکی در محیط های خاص
- ▶ استفاده از تجهیزات مناسب برقی
- ▶ استفاده از تجهیزات مطابق با دستورالعمل های سازنده
- ▶ تهیه تجهیزات ایمنی، فردی و گروهی متناسب با خطرات هر فعالیت

عایق بندی قسمتهای برق‌دار

▶ در هنگام اتصال قسمتهای برق‌دار مثل هادی ها، محل اتصال دو سرسیم یا کابل به هم از عایق مناسب که متناسب با میزان ولتاژ و جریان و تحت شرایط غیر عادی مانند تاثیرات مکانیکی ، جوی، الکتریکی و حرارتی محیط اطراف کیفیت و استقامت خود را حفظ نماید.



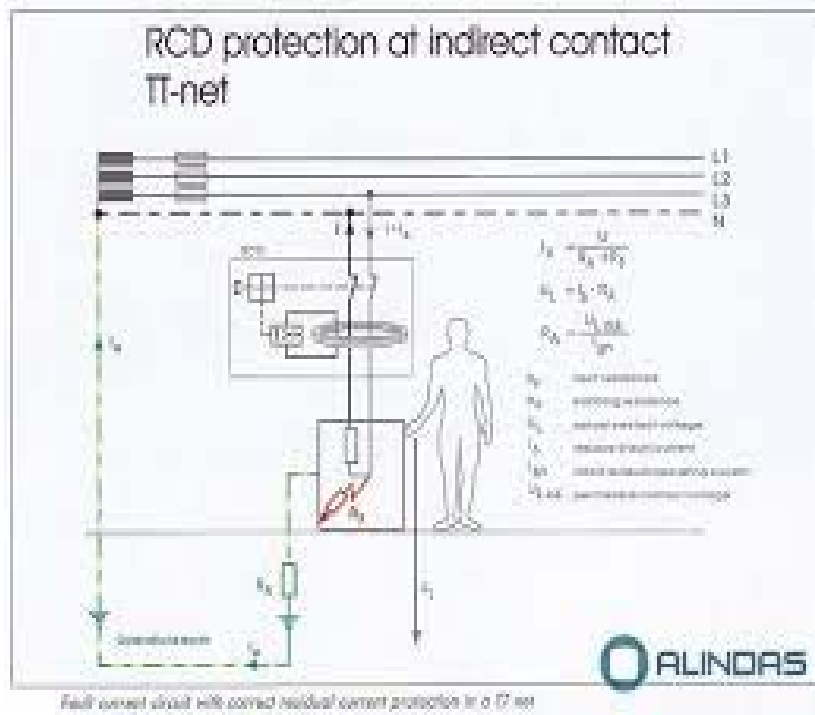
محصول کردن تجهیزات و تاسیسات برقرار



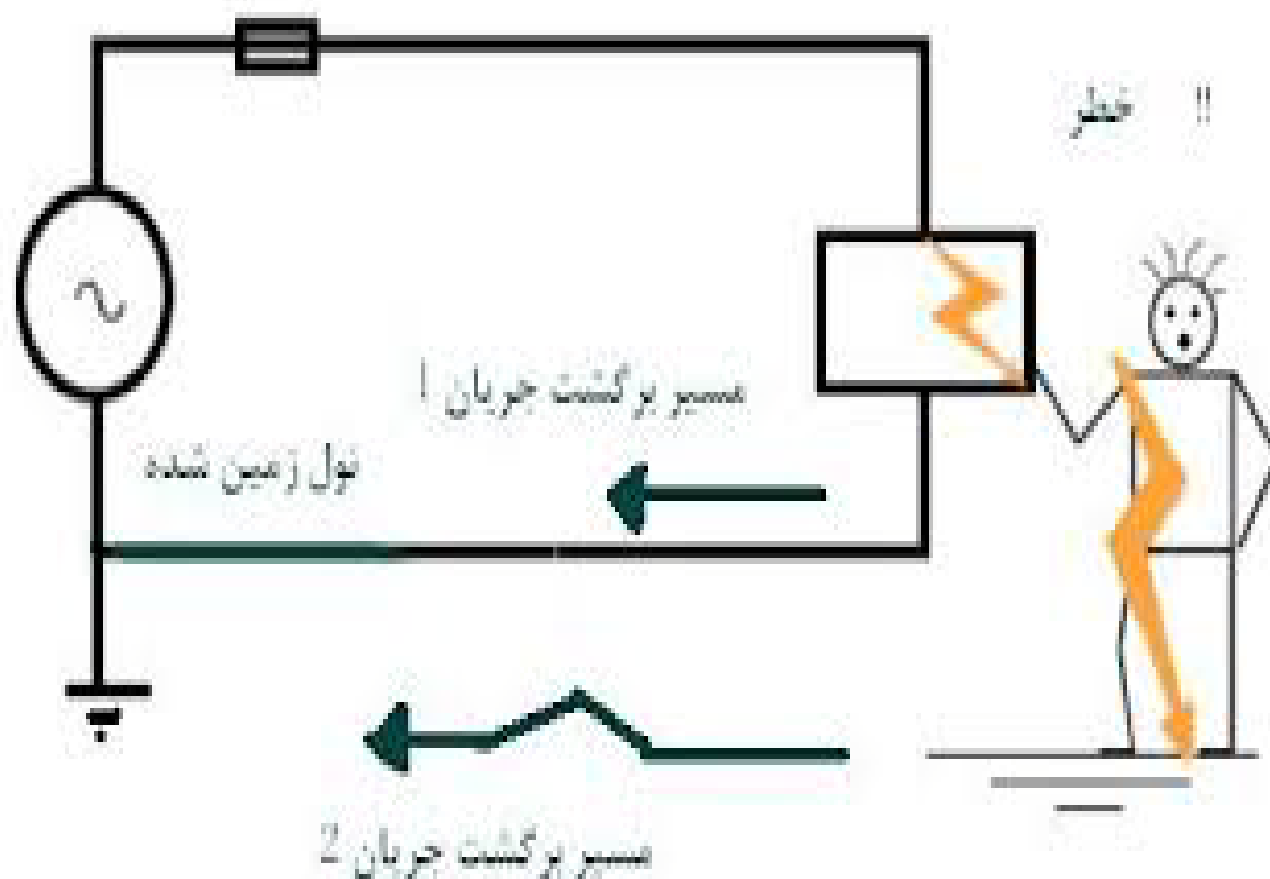
محصول کردن تجهیزات و تاسیسات برق‌دار



کاهش مدت زمان عبور جریان برق با استفاده از رله کنترل جریان نشتی RCD (Residual Current Circuit Breaker)



حفاظت توسط نصب سیستم اتصال زمین (ارتینگ)



حفاظت توسط نصب سیستم اتصال زمین (ارتینگ)

- ▶ یکی از روشهای بسیار مهم حفاظت افراد در برابر برق گرفتگی غیر مستقیم ، هم پتانسیل سازی بدنه فلزی کلیه دستگاهها و تجهیزات برقی مثل تابلوهای برق ، بدنه ترانسفورماتور، کابلها و سرکابلها، درب پستها ، سازه ها و می باشد.
- ▶ در این حالت بدنه فلزی تجهیزات برقی با مقاومت بسیار کم (زیر ۲ اهم) با زمین هم پتانسیل می شود و در صورتیکه بدنه فلزی این تجهیزات به هر دلیلی برقدار شود چون با مقاومت کمتری با زمین در ارتباط است براساس قانون اهم جریان میل دارد در مسیری که مقاومت کمتری دارد عبور کرده و در صورت تماس فرد ، وی دچار برق گرفتگی نخواهد شد.

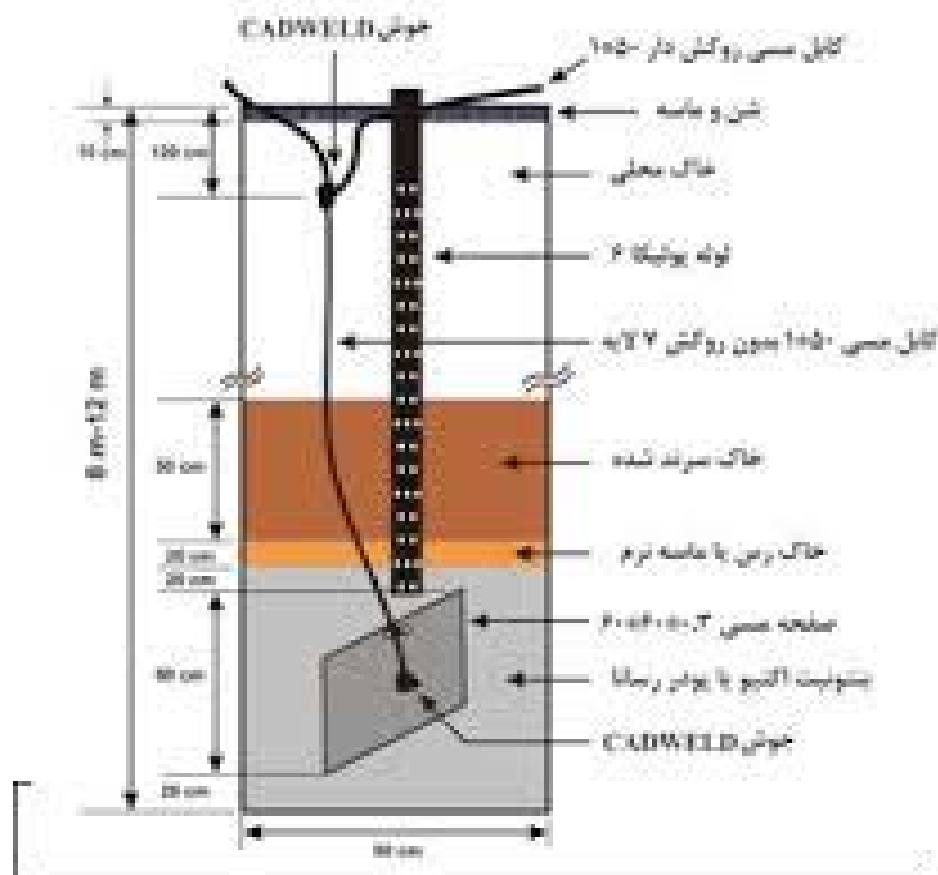
تجهيزات ارتینگ



- ▶ بنتونیت
- ▶ سیم مسی
- ▶ صفحه مسی
- ▶ حوضچه ارت
- ▶ تابلوی نصب اتصال ارت
- ▶ دستگاه اندازه گیری چاه ارت



چاه ارت



عایق بندی مضاعف یا دوبل

- ▶ هادیهای برق‌دار و یا وسایل الکتریکی به وسیله دو لایه مجزا و مکمل عایقی پوشیده شده است و در صورت خرابی یکی از لایه‌ها، لایه بعدی اجازه ورود جریان برق به بدن فرد را نمی‌دهد.
- ▶ از این روش در تجهیزات برقی قابل حمل یا متحرک از قبیل ابزارهایی که بوسیله موتور الکتریکی کار می‌کنند و نمی‌توان بروی آنها سیم ارت نصب کرد استفاده می‌شود. مانند دریل برقی ، جاروبرقی و

A close-up photograph of a bouquet of red roses. The roses are in various stages of bloom, with some fully open and others as buds. The petals are a deep red color. The green leaves are serrated and have a glossy texture. The background is a soft, out-of-focus grey.

خسته نباشید