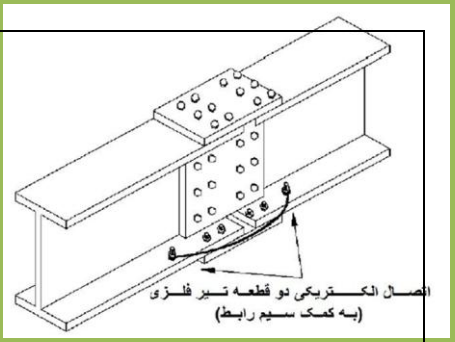
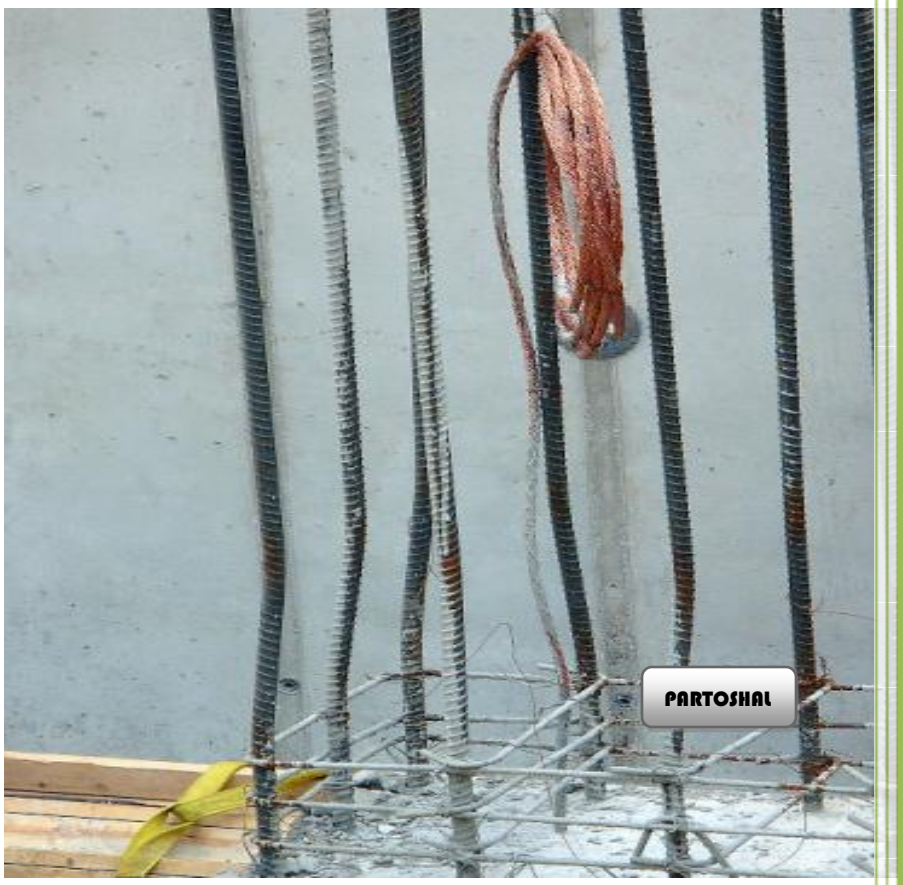




همبندی الکتریکی در ساختمان ها

تهیه کننده : عزت اله پرتوی شال

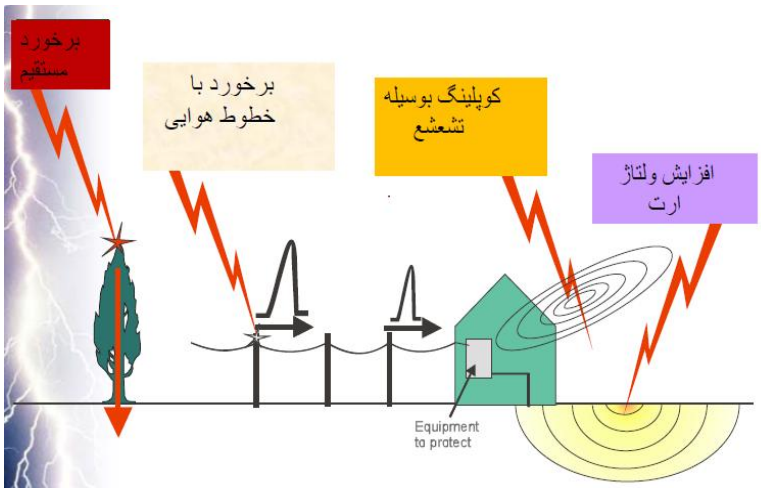
مهندس برق سازمان نظام مهندسی استان تهران

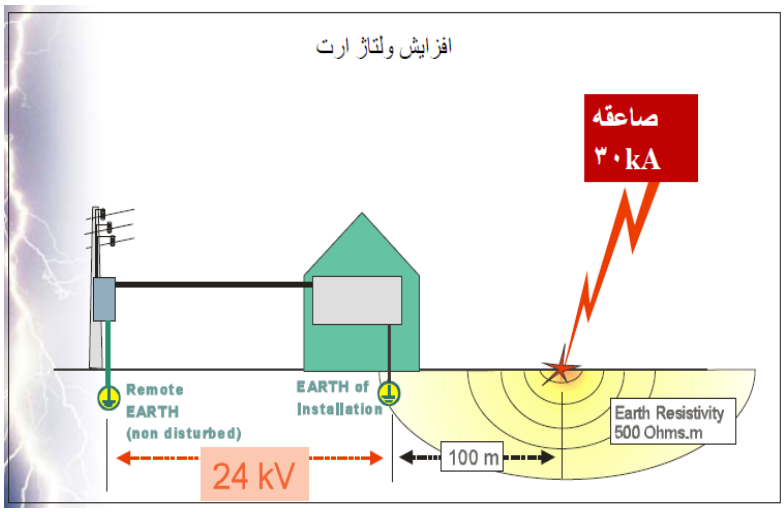
مرداد ۹۴

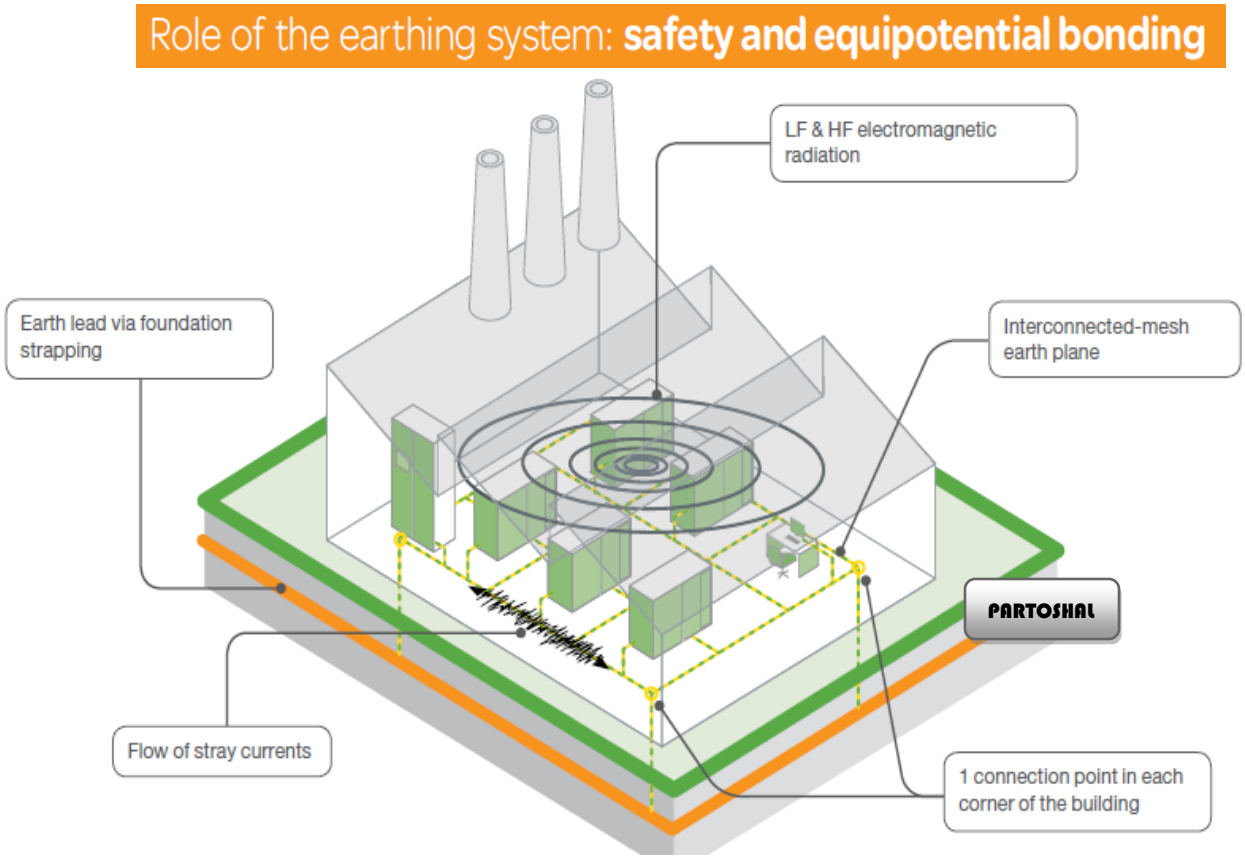
چرا همبندی ؟

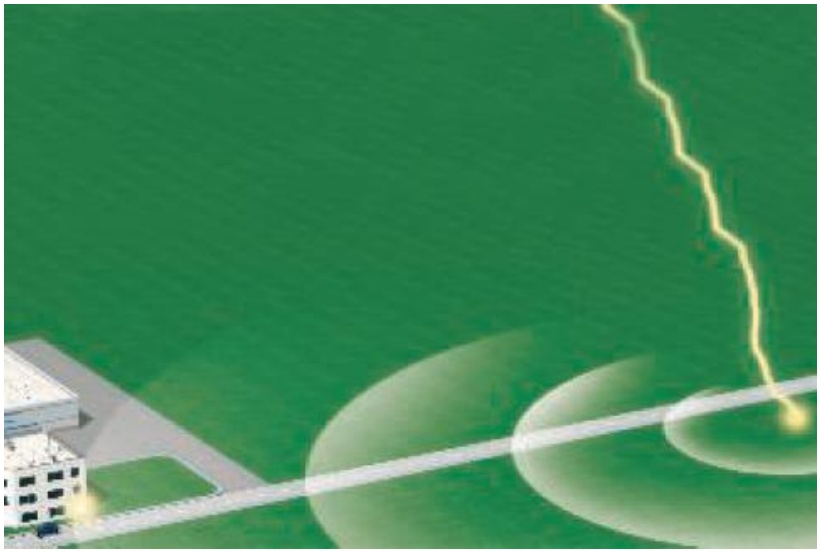
خطرات وآسیبهای ناشی از برق ومشتقات آن در ساختمان ها :

- برق گرفتگی وشوکهای ناشی از آن
- آتش سوزیهای ناشی از برق
- صاعقه وخطرات ناشی از آن
- اضافه ولتاژهای نا خواسته ناشی از خطاهای شبکه و کلید زنی
- عدم قطع وسایل حفاظتی مانند: فیوزها ،کلیدها و...در زمان های وقوع خرابی
- آسیب دیدن تجهیزات حساس
- تداخل امواج الکترومغناطیس
- و....






Role of the earthing system: safety and equipotential bonding
LF & HF electromagnetic radiation
Earth lead via foundation strapping
Interconnected-mesh earth plane
PARTOSHAL
Flow of stray currents
1 connection point in each corner of the building



مزایای اجرای همبندی صحیح:

- مهمترین روشی است که برای پیشگیری از برق گرفتگی در یک ساختمان وجود دارد.چرا که اگر اسکلت فلزی ساختمان و بدنه های هادی بیگانه (مانند انواع لوله کشی ها ی فلزی) و بدنه هادی های تجهیزات الکتریکی ساختمانها (مانند سیم ارت و الکترود ارت) با یک هادی که دارای سطح مقطع بزرگ و مقاومت الکتریکی کم است یه همدیگر متصل شوند. بین اجزای ذکر شده در بالا حتی اگر جریانهای زیاد برقرار شود ، اختلاف ولتاژ قابل ملاحظه ای بوجود نخواهد آمد تا باعث برق گرفتگی شود
- کاهش خطر آتش سوزیهای ناشی از برق
- حفاظت از آسیب دیدن تجهیزات الکترونیکی ، مخابراتی واتوماسیون
- در صورت عدم اطمینان از عملکرد به موقع وسایل حفاظت الکتریکی در یک ساختمان ، اجرای همبندی ،نگرانیهای ناشی از آنرا از بین می برد.
- افزایش سرعت عملکرد تجهیزات حفاظتی مانند رله ها و فیوزها در تاسیسات الکتریکی ساختمان
- کمک به بهبود EMC
- کمک موثر به کاهش اثرات تداخل امواج الکترومغناطیسی (EMI) وخطرات الکتریسیته ساکن (ESD)
- جلوگیری از آسیب های ناشی از صاعقه برروی تجهیزات الکتریکی و اشخاص
- کاهش امپدانس شبکه زمین ساختمان
- در صورتیکه در یک ساختمان ، مقاومت کل شبکه زمین (PEN) بیشتر از ۲ اهم باشد وبه سادگی امکان کاهش آن نباشد می بایست از همبندی اضافه کمک گرفته شود.
- ایجاد مسیرهای متعدد موازی برای هدایت جریانهای صاعقه به سمت زمین اساسی
- سالم ماندن عایق بندی کابلها در هنگام عبور جریانهای خطا
- هم بندی سبب ایجاد یک حوزه هم ولتاژ در حجم کل ساختمان می شود که بزرگی این حوزه هم ولتاژ بستگی به وسعت ساختمان دارد.
- به عبارت ساده تر : هدف از ایجاد هم بندی اصلی برای هم ولتاژ کردن ، جلوگیری از تشکیل ولتاژ های خطرناک است بین اجزای مختلفی که ممکن است توسط یک نفر به طور همزمان لمس شود.

تفاوت مابین باندینگ (همبندی) وارتینگ :

الف)همبندی :

- اتصال بین تجهیزات ولوازم فلزی "بی برق " به یکدیگر
- توسط هادیهای فلزی،اتصالات فلزی،کوپلینگ ،داکتها ،فیتینگها ،جوش وهر نوع هادی دیگری که به این منظور قابلیت استفاده را داشته باشد،انجام می شود.

Partoshal@yahoo.com

- استفاده مکمل از "همبندی"در سیستمهایی که به صورت الکتریکی زمین شده اند ایمنی بیشتری در زمان عبور جریان خطا برای پرسنل وافراد ایجاد می کند.
- همبندی تجهیزات بدون زمین کردن یکی از آنها،حفاظتی در برابر جریانهای سرگردان نمی کند .اما از ایجاد بارهای ساکن جلوگیری خواهد کرد.

ب)ارتینگ :

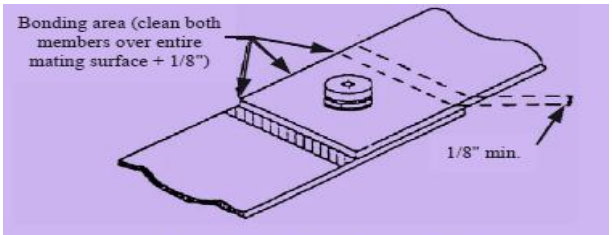
- اتصال بین تجهیزات ولوازم فلزی برقدار یا بدون برق به زمین
- توسط الکترودهای اتصال زمین مانند PLATE، ROD و... انجام می شود.
- زمین کردن سبب ایجاد ایمنی در طی عبور جریان خطا برای تجهیزات بدون همبندی خواهد شد.
- زمین کردن مستقل از همبندی ،باعث حفاظت تجهیزات خواهد بود.

تقسیم بندی همبندی از جهت نوع اتصالات :

- همبندی مستقیم
- همبندی غیر مستقیم

همبندی مستقیم:

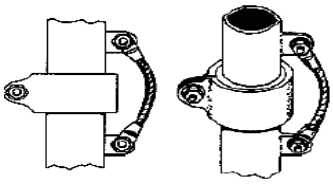
- **Welding(جوشکاری)**
- **Brazing(برنجکاری)**
- **Soft Soldering(لحیمکاری)**
- **Bolts(پیچ کردن)**
- **Rivets(پرچ کردن)**
- **Conductive Adhesive(چسبکاری مناسب)**

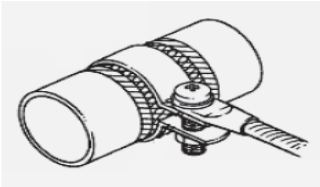


Bracket Installation (Rivet or Weld)

همبندی غیر مستقیم :

این اتصالات معمولا سیمی وکابلی هستند.


(a) Bonding Tubing across Clamps


(b) Clamp Connection, Jumper to Tube

Typical applications of indirect bonds.

انواع همبندی در ساختمان ها و صنایع Bonding:

- همبندی اصلی
- همبندی کمکی ، اضافی یا محلی

طبقه بندی همبندی بر اساس میزان امپدانس مجاز در سیستمهای مختلف بر اساس MIL-B-5087 :

Several electrical bonding classes were then defined and eventually designated in subsequent revisions as follows:

1. **Class A** for antenna installation, no bonding resistance specified
2. **Class C** for current return path, fault current versus resistance table provided
3. **Class H** for shock hazard, 100 mΩ
4. **Class L** for lightning protection, control internal vehicle voltages to 500 volts
5. **Class R** for RF potentials, 2.5 mΩ from electronic units to structure
6. **Class S** for static charge, 1.0 Ω

Over the years, the 2.5 mΩ "Class R" became universally accepted as a design requirement for electrical connections established across a metallic interface.

همبندی در ساختمان:

دیدگاه مقرارت ملی ساختمان در خصوص همبندی:

- بر اساس ماده پ-۱-۴-۷-۱ مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان وبا توجه به وجود مقاومت الکتریکی در اتصالات عادی بین میلگردهای بتن مسلح واتصالات پیچی تیرها و ستون های اسکلت فلزی ، بایستی پیش از هر مرحله بتن ریزی و یا پوشاندن اسکلت فلزی ، اتصالات الکتریکی مطمئنی را بوجود آورد وسپس شبکه ایجاد شده را سیستم ارت ساختمان متصل نمود.
- طبق مقررات ملی ساختمان ،اجرای همبندی علاوه بر اجرای سیستم ارت در تمامی ساختمانها الزامیست.

وظیفه مهندسان طراح و ناظر تاسیسات الکتریکی:

- مهندسان طراح تاسیسات الکتریکی ساختمانها موظفند تمامی نقشه های لازم جهت اجرای همبندی اصلی و اضافی در میلگردها و یا اسکلت فلزی ساختمان را تهیه کرده وبرای اجرا در اختیار کارفرما و مراجع ذیصلاح قرار دهند.
- مهندسان ناظر تاسیسات الکتریکی ساختمانها موظفند بر اساس طرح داده شده بر حسن اجرای همبندی اصلی و اضافی در کلیه قسمتهای ساختمان نظارت نمایند.

مواردی که در طراحی واجرای سیستمهای همبندی می بایست در نظر گرفت:

- پایداری در مقابل استرس های مکانیکی
- امپدانس همبندی با توجه به محل کاربرد
- خوردگی اتصالات و هادیها در اثر تماس فلزات غیر همجنس
- میزان تحمل جریانهای بالا در حالتهای ناپایدار
- سادگی در بازرسی و نگهداری وتعمیرات

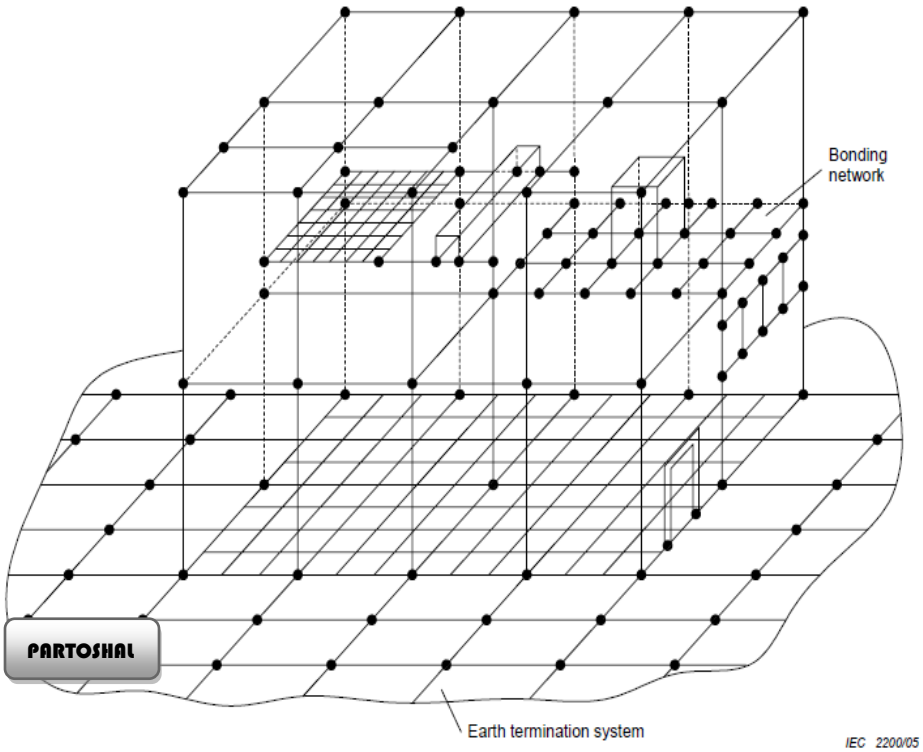
ترسیم نقشه های همبندی:

- نقشه های همبندی اصلی و اضافی بایستی برروی پلان شالوده (فوندانسیون) و پلانهای تیر ریزی و مقاطع ستونهای ساختمان ودر صورت لزوم سایر نقشه های سازه ترسیم و جزئیات لازم به آنها افزوده شود.

تشکیل شبکه همبند در ساختمان

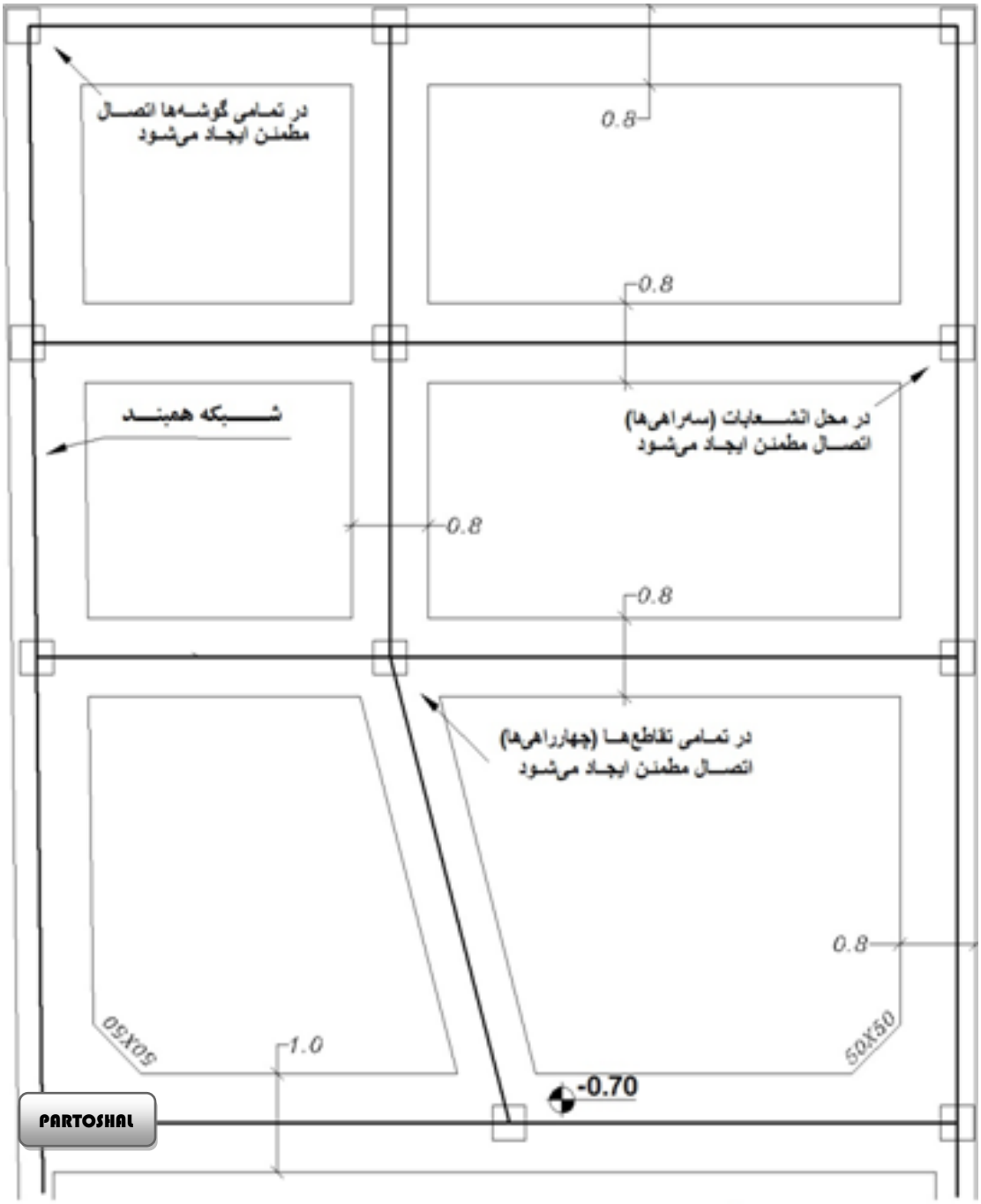
به طور کلی دریک ساختمان ،همبندی در میلگرد ها و تیرهای فلزی ساختمان با ایجاد شبکه ای از یک هادی در داخل فوندانسیون وهمه طبقات ساختمان انجام می شود.این شبکه کلیه قسمتهای زیر را دربر می گیرد:

فوندانسیون –سقف پشت بام – سقف سایر طبقات –سقف خرپشته ها-ستون ها



تشکیل شبکه همبند در شالوده یا فونداسیون:

- در فونداسیون ساختمانها ، تمامی شناژهای ارتباطی می بایست توسط هادی همبندی به یکدیگر متصل شوند.

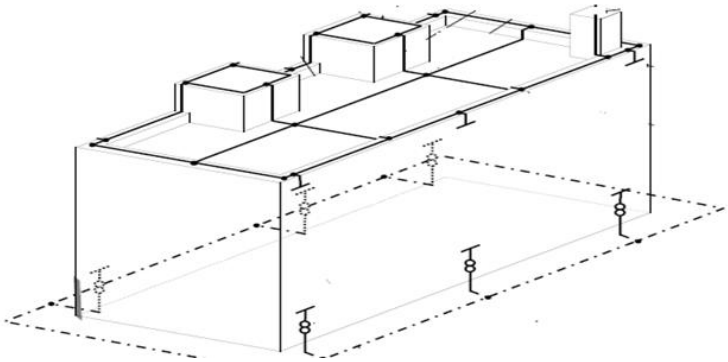


شبکه همبندی اصلی در فونداسیون

تشکیل شبکه همبند در بالاترین سقف ساختمان:

- در سقف پشت بام تمامی شناژها و تیرهای فلزی می بایست توسط هادی همبندی به یکدیگر متصل شوند.

The outer walls and roof of a structure may be used as an electromagnetic shield in order to protect electrical and information-processing equipment within the structure (see Annex B of IEC 62305-2:2010 and IEC 62305-4).



تشکیل شبکه همبند درسایر سقف های طبقات:

- شناژها یا تیرهای فلزی پیرامونی سقف
- شناژها یا تیرهای فلزی پیرامونی چهار چوب راه پله وآسانسور
- شناژها یا تیرهای فلزی در طول وعرض ساختمان حداقل در هر ۲۰متر
- یکی از شناژها یا تیرهای فلزی در هر حمام ،دستشویی،آشپزخانه ،آبدارخانه ،رختشویخانه وسایر فضاهایی که به طور معمول در کف آنها آبریزی می شود.

تشکیل شبکه همبند درسقف خر پشته ها و سقف موتورخانه های آسانسور:

- در این مکانها کلیه شناژها یا تیرهای فلزی پیرامونی هر سقف می بایست به هادی همبندی متصل شوند.

تشکیل شبکه همبند درستون ها :

- ستون های شبکه همبندی در پوسته خارجی ودرون ساختمان بایستی به نحوی انتخاب شوند که موارد زیر را در برگیرند:

۱-تمامی ستون های واقع در گوشه های ساختمان (در همه طبقات)

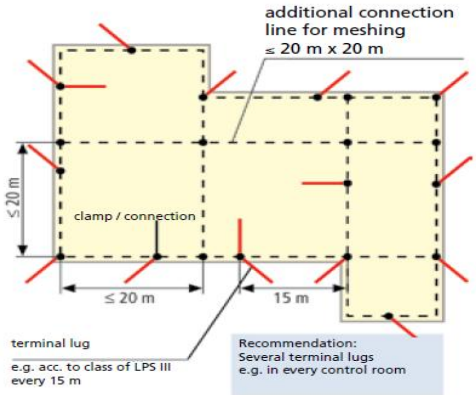
۲-در هر ۲۰متر از طول واز عرض ساختمان ، حدلقل یک ستون (در همه طبقات)

۳-یکی از ستون های شفت هر راه پله در همه طبقات

۴-تمامی ستون ها در هر خرپشته وهر موتورخانه آسانسور

تشکیل شبکه همبند در فوندانسیون های یکپارچه :

- در این فوندانسیون ها ، هادی همبند کننده با یستی علاوه بر پوشش دادن خط پیرامونی فوندانسیون (دورتادور فوندانسیون) ، در طول وعرض ساختمان حداقل در هر ۲۰ متر یک انشعاب داشته باشد.



در صورتی که همبندی را قبل از بتن ریزی در فوندانسیون ،بام ویا یکی از طبقات ساختمان ،خرپشته ویا سقف موتورخانه آسانسور انجام نداده باشند تکلیف چیست؟

- در این شرایط بایستی با استفاده از سیم مسی بدون روکش (غیر افشان) با سطح مقطع حداقل ۱۶ میلیمتر مربع شبکه همبند را برروی سطح بتن (برروی کف طبقه ،بام و...) ایجاد وآنرا به شبکه همبندی در نزدیکترین نقاط در دسترس متصل نمود.در این حالت برای همبندی بین تیرهای فلزی و شناژها در طول وعرض ساختمان بجای فاصله ۲۰متر می بایست حداقل در هر ۱۰متر همبندی انجام شود.

- مهم: پس از ایجاد این شبکه باید بلافاصله روی هادی همبندی را با ملات سیمان (ماهیچه سیمانی) پوشاند.

در صورتیکه قبل از بتن ریزی در ستون های یکی از طبقات ساختمان ،خر پشته ویا موتورخانه آسانسور ، همبندی انجام نشده باشد تکلیف چیست؟

- دراین حالت باید یک رشته سیم مسی بدون روکش (غیر افشان) با سطح مقطع حداقل ۱۶ میلیمتر مربع در کنار ستون های مورد نظر قرار داده وآنرا به شبکه همبندی طبقه بالاتر و همچنین طبقه ویا طبقات پائین تر متصل نمود.

- **مهم :** اگر اجرای همبندی در ستون های یک یا چند طبقه اجرا نشود ،ارتباط شبکه همبند بین طبقات بالا و پائین قطع می شود.لذا بایستی این ارتباط مجددا" برقرار شود.

درصورتیکه قبل از بتن ریزی در دو یا چند طبقه از ساختمان (در ستون ها وسقف ها)همبندی انجام نشده باشد ، چاره چیست؟

- در این حالت باید شبکه همبند را مانند دو حالت قبل توسط سیم مسی بدون روکش با سطح مقطع حداقل ۱۶ میلیمتر مربع ، برروی سقف ها و ستون ها ایجاد و ضمن اتصال این طبقات به یکدیگر ،آنها را به نزدیکترین نقاط در دسترس ،به طبقات بالا و پائین متصل کرد.

مشخصات هادی همبند کننده :

- هادی همبند کننده یک عدد میلگرد ،یک تیر یا ستون فلزی ،یک رشته سیم مسی ویا یک تسمه مسی است که بر اساس طرح همبندی در سقف ها وستون های ساختمان قرار می گیرد.
- توصیه اکید می شود به منظور سهولت وسرعت در اجرا ، اطمینان بیشتر از اجرای درست وتداخل کمتر با عملیات سازه ای ،از هادی مسی به عنوان هادی همبند کننده استفاده شود.
- میلگرد همبندی می تواند یکی از میلگردهای موجود (میلگردهای اصلی) در شناژها و ستون های سازه و یا یک **میلگرد اضافی** باشد که به میلگردهای موجود سازه اضافه شده است.
- **توجه مهم :** بکارگیری میلگردهای موجود سازه به عنوان میلگرد همبندی ،منوط به کسب اجازه از مهندس ناظر سازه است.

Note:

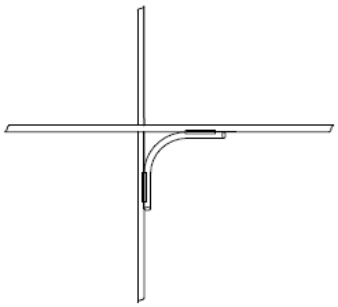
For buildings higher than 30 m, it is recommended that equipotential bonding requirements are repeated at a level of 20 m and every 20 m above that.

نحوه اتصال میلگردهای اضافی و سیم ها یا تسمه های مسی به میلگردهای اصلی :

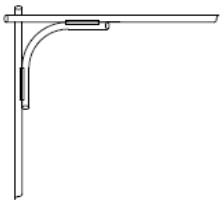
- اتصال میلگردهای اضافی به میلگردهای اصلی توسط سیم آرماتور بندی معمولی انجام می شود. تعداد بست و روش بستن مانند میلگردهای اصلی سازه می باشد.
- سیم ها یا تسمه های همبندی مسی باید حداقل در هر ۶ متر با استفاده از جوش ترمیت (کدولد) ویا بست های پیچی مناسب ، به میلگردهای اصلی اتصال داده شوند. همچنین در فاصله بین بست های پیچی یا جوش ها باید به کمک سیم آرماتور بندی معمولی یا سیم مسی مفتولی ،بست های دیگری زده شود. تعداد بست های سیمی وروش بستن آنها مانند میلگردهای اصلی سازه است.
- نکته: بست های پیچی باید از جنس مس یا آلیاژهای مجاز آن ، فولاد بدون روکش ،فولاد گالوانیزه یا فولاد ضد زنگ (استینلس استیل) باشد.

نحوه اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات میلگرد همبندی (اصلی یا اضافی) بوسیله جوشکاری (ترانس جوش معمولی) وبه یکی از صورتهای زیر می باشد:

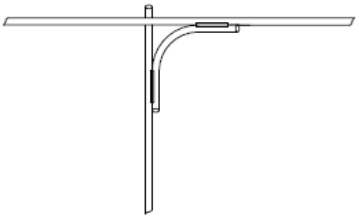
نحوه جوشکاری میلگردهای طولی (جوشکاری Overlap ها)



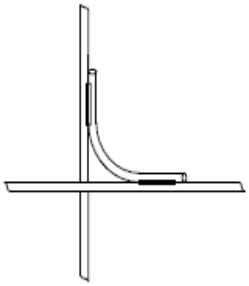
نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراهه



نحوه جوشکاری میلگردها در یک گوشه



نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع سه راهه



نحوه جوشکاری میلگردهای شناژ یا شالوده به ستون (میلگردهای افقی به عمودی)

نوع آرماتور	طول جوش	
	یک طرفه	دوطرفه
AI	6d	3d
AII	8d	4d
AIII	10d	5d

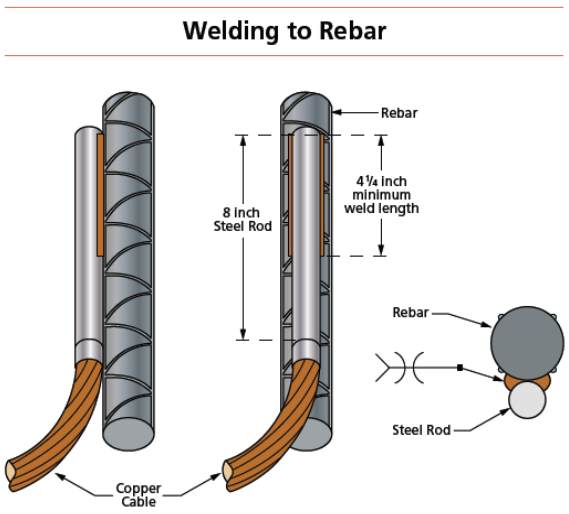
d = قطر آرماتور(میلگرد)

آرماتور AIاز نوع ساده و آرماتورهای AII و AIII از نوع آج دار هستند.

جوش یکطرفه جوش دو طرفه

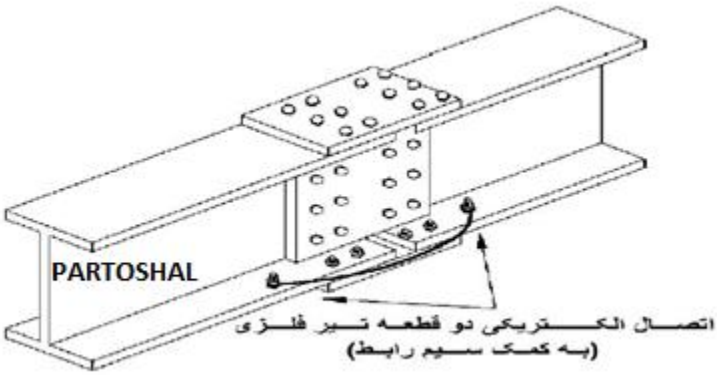
استفاده از بست های مخصوص جهت اتصال میلگرد به میلگرد :

استفاده از جوش برای اتصال سیم مسی به میلگرد :



همبندی در سازه های اسکلت فلزی :

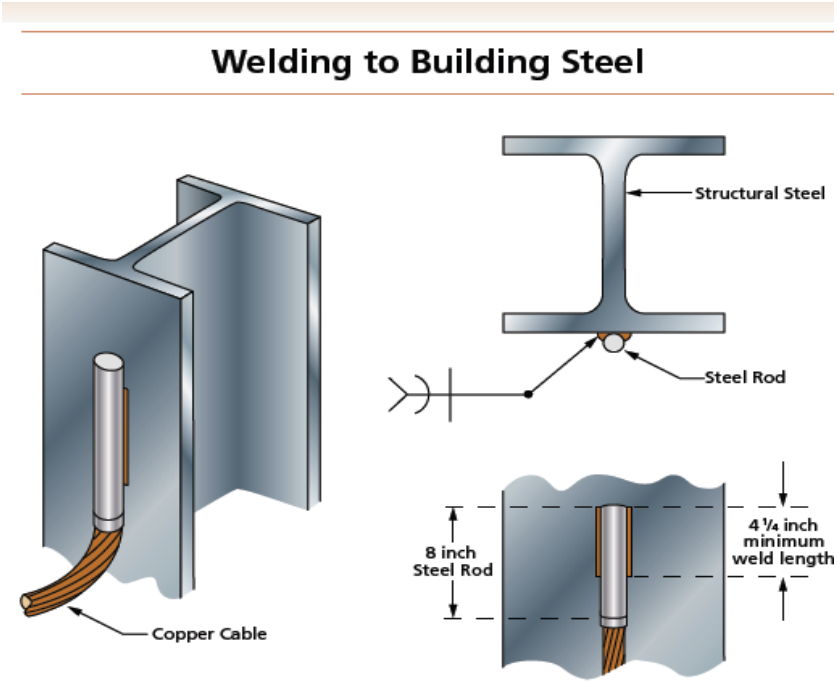
- در این سازه ها که برای اتصال قطعات فلزی به یکدیگر از پیچ استفاده شده است ، برای اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات فلزی شبکه همبند از یک قطعه سیم مسی رابط (Jumper) استفاده می شود.
- نکته : اتصالات جوشی قطعات فلزی ،خودبه خود مطمئن بوده ونیاز به اقدام خاصی ندارد.



اتصال سیم رابط همبندی به اسکلت فلزی سازه :

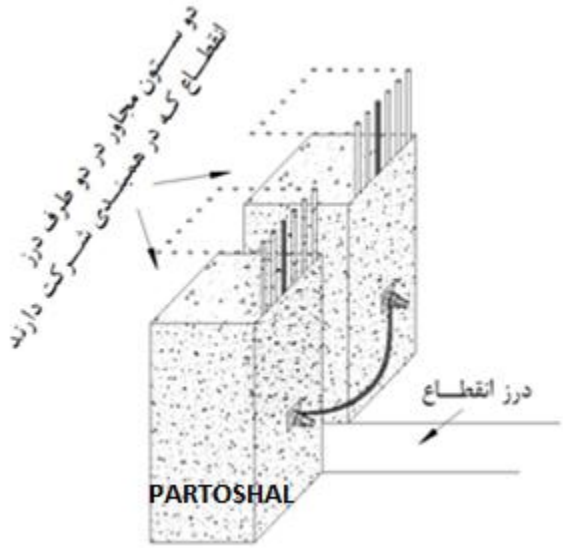
- در اسکلت های فلزی ، سیم رابط را باید به قطعات فولادی متصل شونده جوش ترمیت داد ویا دو سر آنرا کابلشو زده وبا دو عدد پیچ جوشکاری شده به قطعات متصل شونده وصل نمود.

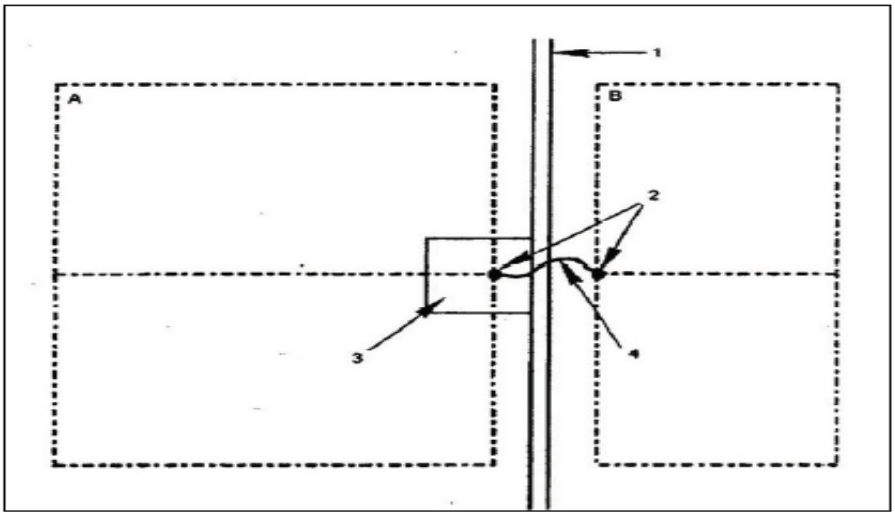
- **نکته ۱ :** سیم رابط پس از بسته شدن نباید در حالت کشیده قرار گیرد.(انحنای لازم برای انقباض و انبساط قطعات متصل شونده را داشته باشد.)
- **نکته ۲ :** هنگام جوشکاری پیچ ها ، نباید آسیبی به خود پیچ برسد.
- **نکته ۳ :**برخی از روشهایی جوشکاری مانند استفاده از ترانس جوش معمولی ، باغث سوختن لایه گالوانیزه پیچ می شود.لذا در این موارد باید از پیچ های استینلس استیل استفاده شود.



اتصال شبکه همبند شده به سیستم ارت ساختمان :

- شبکه همبند شده بایستی حداقل از سه نقطه به شینه اتصال زمین ساختمان وصل شود.بعضی از ساختمانهای بزرگ دارای درز انقطاع (ژوئن) می باشند.در این ساختمانها شبکه همبند شده در محدوده هر درز انقطاع ،حداقل از سه نقطه به شینه اصلی اتصال زمین همان محدوده متصل می گردد.





۱. شکاف انبساط ساختمان
۲. اتصال جوشی
۳. محفظه قابل دسترسی
٤. هادی قابل انعطاف
A- قسمت بتنی اول
B- قسمت بتنی دوم

- نقاط اتصال شبکه همبند به اتصال زمین ساختمان ،روی ستون های همبند شده منظور می گردد.یکی از این نقاط باید روی ستون همبند شده شفت راه پله باشد ویک نقطه دیگر ،روی ستونی جانمایی شود که از تابلوی کنتور تا حد ممکن

فاصله کمتری داشته باشد. در نهایت نقطع یا نقاط باقیماندهه روی ستون هایی در نظر گرفته می شوند که حتی الامکان دور از یکدیگرودور از نقاط قبلی قرار داشته باشند.ویا احتمال گسترش سازه در آینده از آن نقاط وجود داشته باشد.

- برای اتصال شبکه همبند شده به اتصال زمین ساختمان از یک قطعه فولادی بنام **" قطعه اتصال "**استفاده می شود.این قطعه عبارتست از یک تکه نبشی فولادی به ابعاد حداقل ۵*۵۰ میلیمتر . یکی از صفحات نبشی به هادی همبندی موجود در ستون سازه ،جوش می شود وصفحه دیگر برای اتصال شبکه همبند به هادی ارتباطی بین اتصال زمین ساختمان وشبکه همبند شده به کار می رود.

- برای اتصال هادی همبندی به قطعه اتصال باید از جوش ترمیت استفاده شود ویا یک عدد پیچ استینلس استیل به اندازه متناسب با کابلشوی هادی همبندی روی این قطعه جوش شود.

- ارتفاع نصب قطعه اتصال در حدود ۳۰سانتیمتری کف تمام شده است.

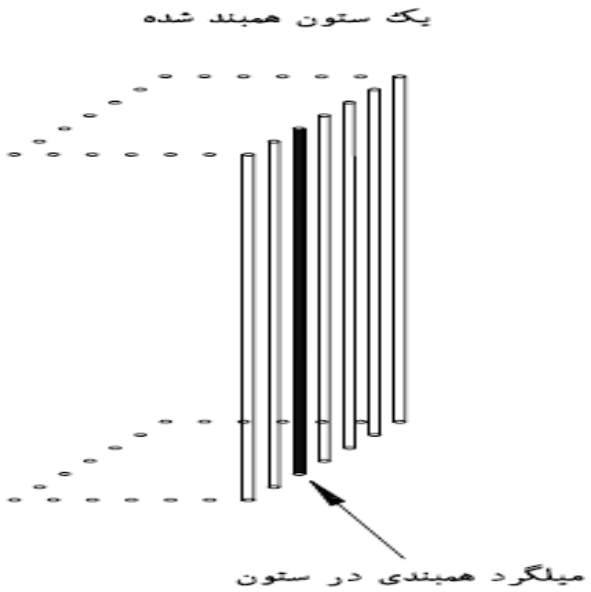
- پیچ وکابلشوی نصب شده برروی قطعه اتصال باید همیشه در دسترس وقابل بازرسی وتعمیر باقی بماند و پوشاندن دائمی آن ممنوع است. ضمن اینکه می بایست یک عدد جعبه بازدید در محل این قطعه نصب گردد.

- نکته ۱ : به منظور حفظ زیبایی پیشنهاد می شود محل نصب قطعه اتصال طوری انتخاب شود که از قرار گرفتن آن در جایگاههای مورد توجه ودر معرض دید،جلوگیری به عمل آید.

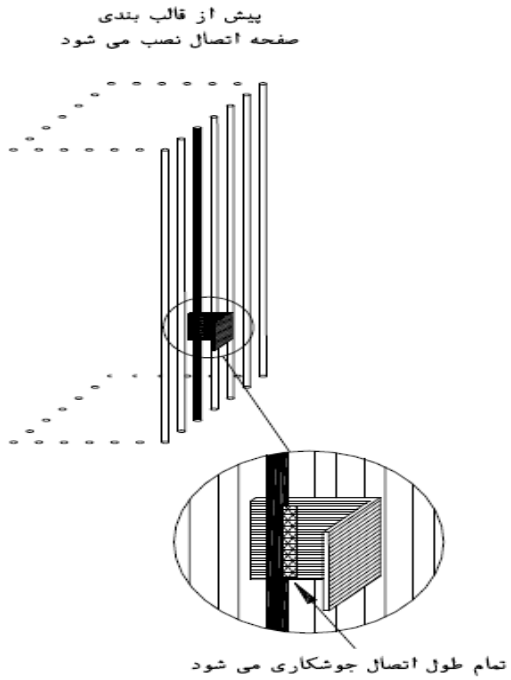
- نکته ۲ : در صورت استفاده از جوش ترمیت ، می توان به جای نصب جعبه بازدید ، محل اتصال را با سیمان پوشاند.

مراحل اتصال هادی همبندی به هادی اصلی زمین (سیستم ارت ساختمان) :

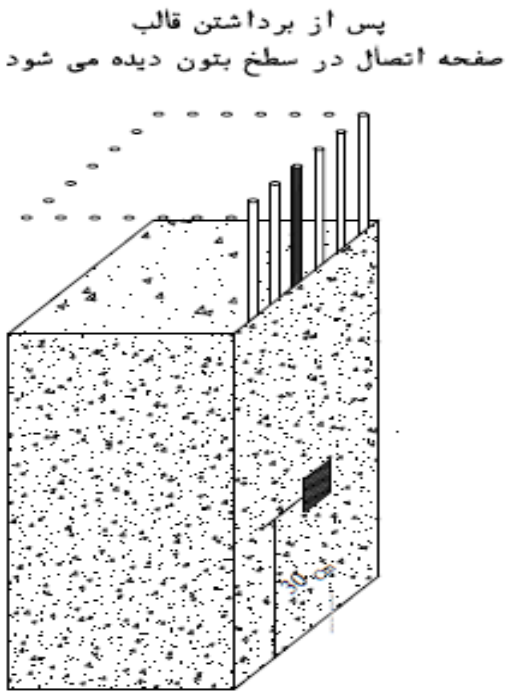
گام اول :



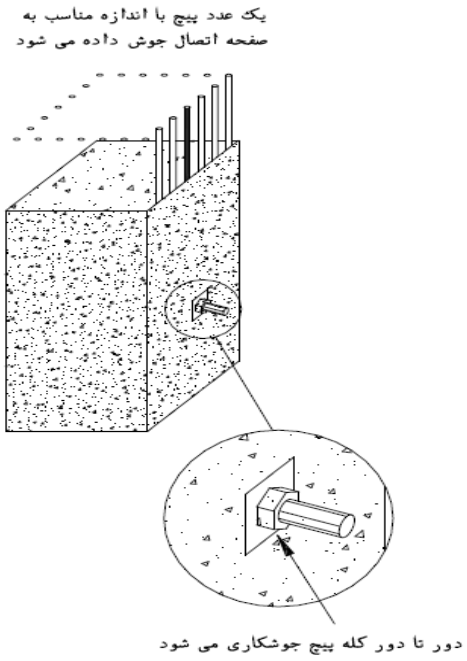
گام دوم :



گام سوم :



گام چهارم :



Partoshal@yahoo.com

سطح مقطع هادی همبندی :

- قطر میلگردهای همبندی نباید کمتر از ۸ میلیمتر باشد واگر سطح مقطع هادی اصلی فاز ساختمان بیش از ۹۵ میلیمتر مربع باشد ، قطر میلگرد به ۱۰ میلیمتر می بایست افزایش یابد.
- سطح مقطع هادی مسی ارتباط دهنده شبکه همبند به شبکه سیستم ارت ساختمان در بند پ۱-۵-۲ مبحث ۱۳ مقرارت ملی به صورت زیر تشریح شده است:
- سطح مقطع هادی همبندی نباید از ۶ میلیمتر کمتر باشد.از طرف دیگر سطح مقطع هادیهای حفاظتی در تاسیسات هرچه باشد لزومی نخواهد داشت سطح مقطع هادی همبندی از ۲۵ میلیمتر مربع بزرگتر باشد
- سطح مقطع هادی همبندی اضافی که بدنه دو دستگاه را به هم وصل می کند نباید از کوچکترین هادی حفاظتی PE یا PEN مدار تغذیه کننده دو دستگاه کوچکتر باشد.

انتخاب قطر پیچ برای هادیهای همبندی :

ردیف	سطح مقطع (mm^2)	قطر پیچ (mm)
1	6	Ø6 یا Ø8
2	10	Ø6 یا Ø8
3	16	Ø8 یا Ø10
4	25	Ø8 یا Ø10

جدول قطر پیچ برای هادی‌های همبندی

همبندی در ساختمانهای کوچک و بزرگ :

- در ساختمانهای کوچک تک واحدی ، داشتن یک حوزه هم ولتاژ کافی خواهد بود .
- در ساختمانهای بزرگ گاهی ممکن است لازم شود چند حوزه هم ولتاژ تشکیل شود.
- اگر چند ساختمان از یک منبع تغذیه (کنتور) تغذیه کنند ، در محل ورود برق به هر کدام از ساختمانها باید یک سیستم هم ولتاژ کننده بوجود آید و بنابر این هر ساختمان دارای یک حوزه هم ولتاژ مستقل خواهد بود.

- اگر ساختمان وسیعی با چند نقطه برق ورودی داشته باشیم ، حوزه هم ولتاژ کننده باید در هریک از این نقاط بوجود آید. در اینگونه ساختمانها و در ساختمانهای بلند مرتبه ، ترمینالهای اصلی سیستم زمین را می بایست توسط یک هادی که هادی حفاظتی اصلی است (MPE) به یکدیگر وصل نمود.

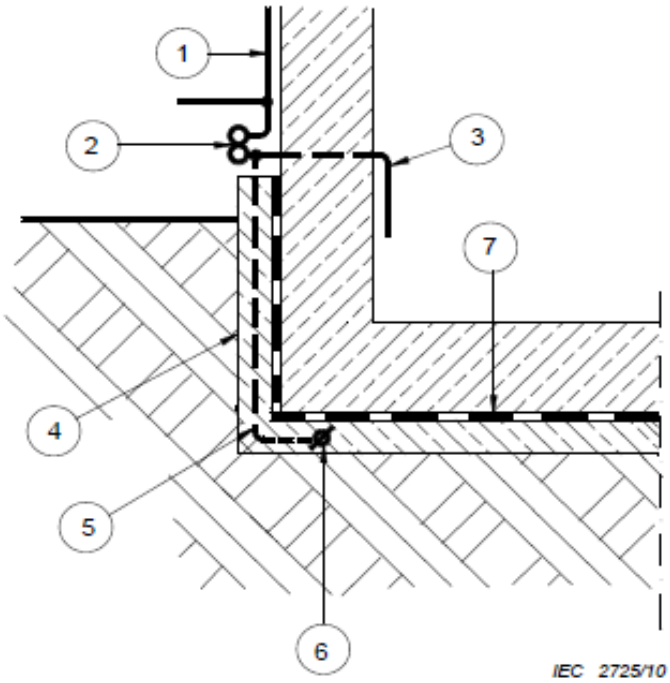
همبندی و ارت در برجهای بلند مرتبه وساختمان هایی که در مرحله گودبرداری زمین پای سازه ازعایق رطوبتی استفاده می شود ، چگونه می تواند باشد؟

در حالت کلی در این ساختمانها و بناها بهترین روش اقدام به شرح زیر خواهد بود:

- اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک
- استفاده از روش مش سطحی به همراه الکترودهای ROD قائم
- ماهیچه کشی برروی لایه مش
- اجرای عایق کاری
- اجرای فوندانسیون
- اجرای همبندی
- اجرای بتن ریزی
- اجرای همبندی در ادامه کار تا بالاترین سقف بنا

در ادامه سه حالت مختلف اجرای سیستم زمین در فوندانسیون و همبندی الکترودها نشان داده می شود:

۱-در حالتی که فوندانسیون ایزوله است و هدف اجرای سیستم زمین در بتن مگر می باشد :



Isolated foundation with foundation earth electrode in the non-reinforced concrete layer below the bitumen insulation

Key

1 down-conductor
2 test joint
3 bonding conductor to the internal LPS
4 non-reinforced layer of concrete
5 connecting conductor of the LPS
6 foundation earth electrode
7 damp proof membrane, watertight insulating layer
8 connecting conductor between steel reinforcement and the test joint
9 steel reinforcement in concrete
10 watertight bushing through the damp proof membrane

NOTE Permission from the structure constructor is necessary.

۲- در حالتی که فوندانسیون ایزوله واجرای بخشی از سیستم زمین در خاک انجام می شود:

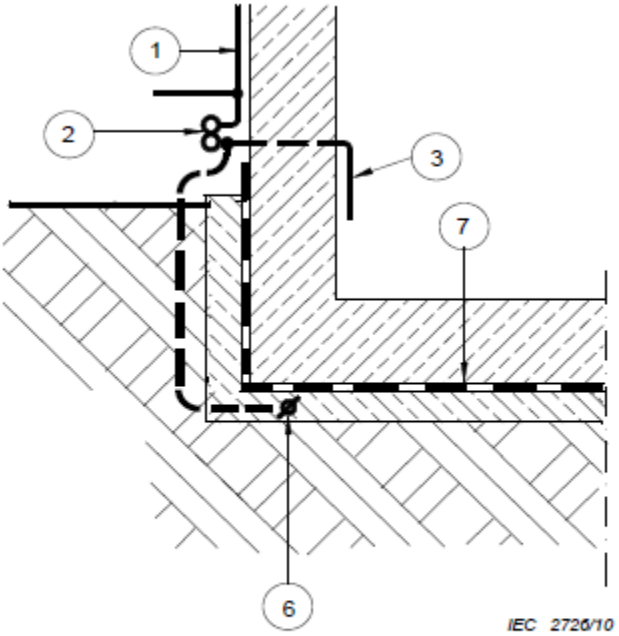


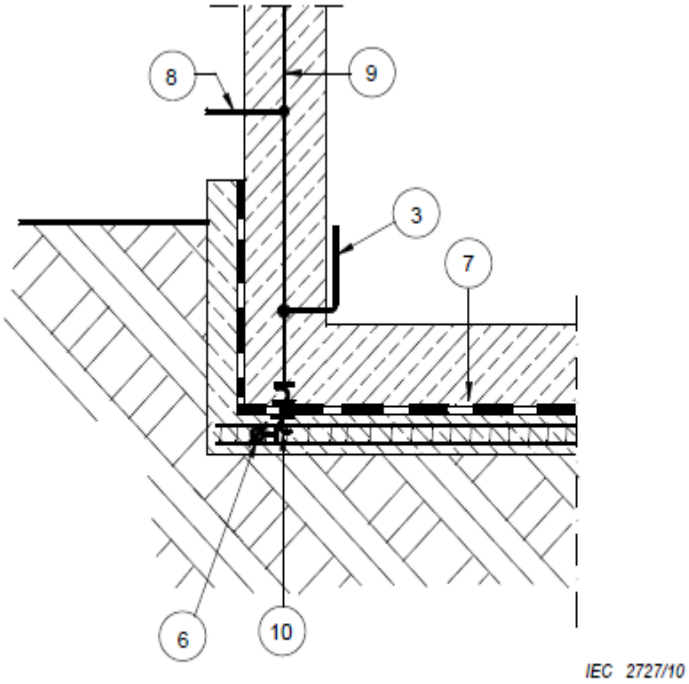
Figure E.40b – Isolated foundation with earth-termination conductor partly passing through the soil

Key

1 down-conductor
2 test joint
3 bonding conductor to the internal LPS
4 non-reinforced layer of concrete
5 connecting conductor of the LPS
6 foundation earth electrode
7 damp proof membrane, watertight insulating layer
8 connecting conductor between steel reinforcement and the test joint
9 steel reinforcement in concrete
10 watertight bushing through the damp proof membrane

NOTE Permission from the structure constructor is necessary.

۳- در حالتی که اتصال هادی میانی به الکترود زمین از طریق سوراخ درون لایه عایق انجام می شود :



Connection from the foundation earth electrode to the steel reinforcement passing through the damp proof membrane

Key

1 down-conductor
2 test joint
3 bonding conductor to the internal LPS
4 non-reinforced layer of concrete
5 connecting conductor of the LPS
6 foundation earth electrode
7 damp proof membrane, watertight insulating layer
8 connecting conductor between steel reinforcement and the test joint
9 steel reinforcement in concrete
10 watertight bushing through the damp proof membrane

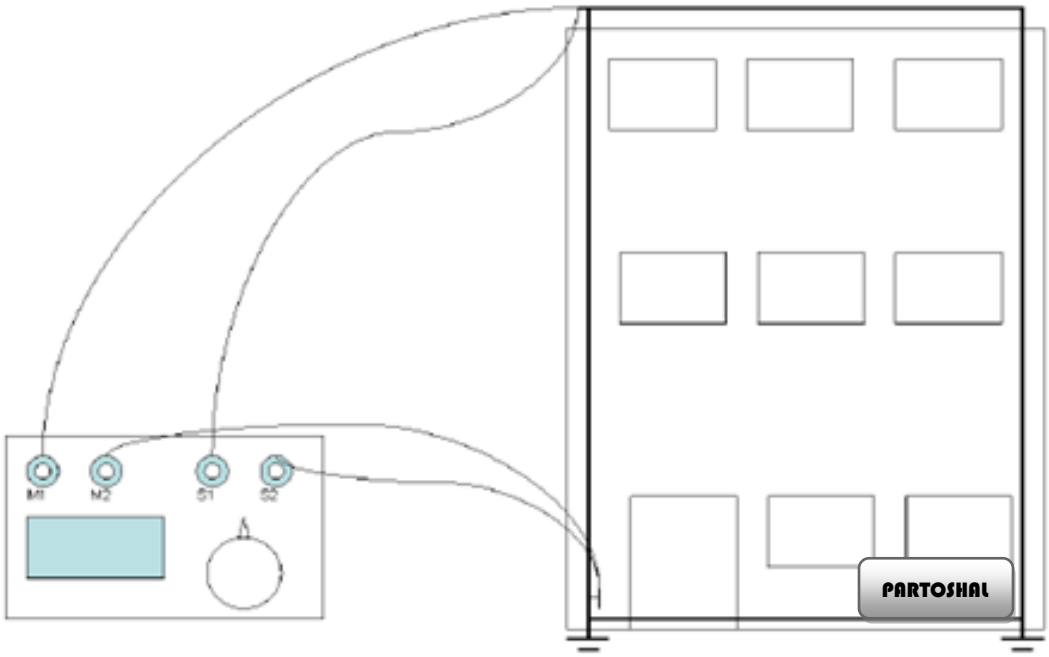
NOTE Permission from the structure constructor is necessary.

تست سیستم همبندی مطابق با **IEC 62305** :

62305-3 © IEC:2010

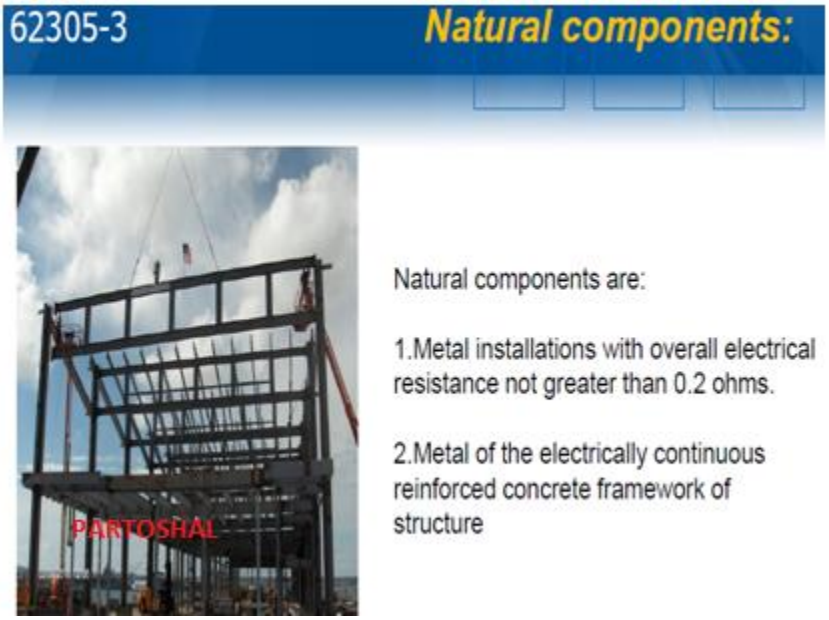
The requirement of a maximum overall resistance of 0,2 Ω can be checked by measuring the resistance between the air-termination system and a ground plate at ground level using testing equipment suitable for the application capable of measuring in a four lead configuration (two measuring leads and two sensing leads) as illustrated in Figure E.3. The injected measuring current should be in the order of about 10 A.

NOTE When access to test areas or routing of test cables are difficult, dedicated bar from high to low may be provided in order to carry out testing at each point. The total resistance of joints plus the resistance of down-conductor can then be calculated.



IEC 2661/10

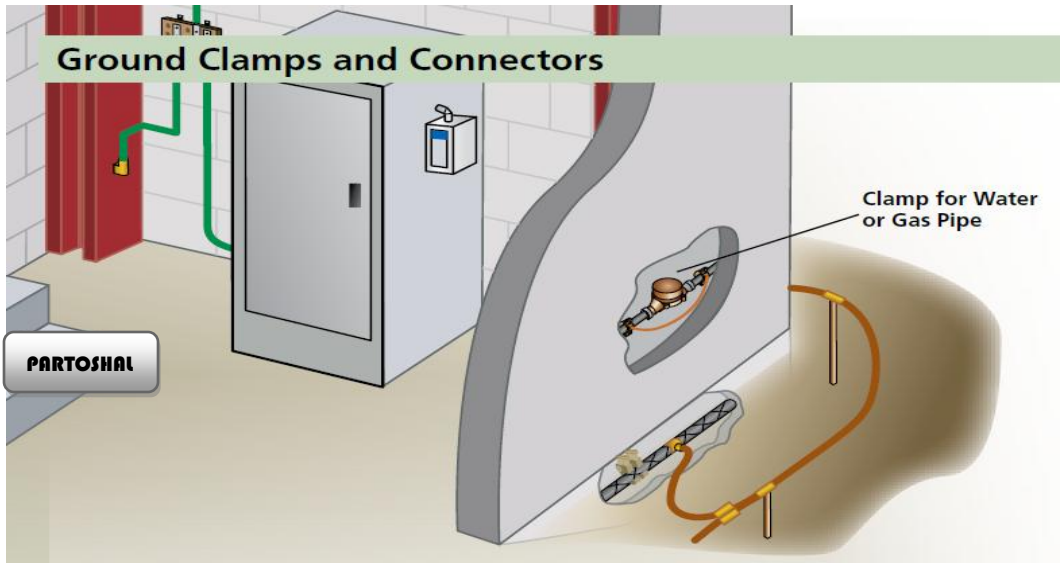
Measuring the overall electrical resistance



کلیات اجرای همبندی اصلی برای هم ولتاژ کردن :

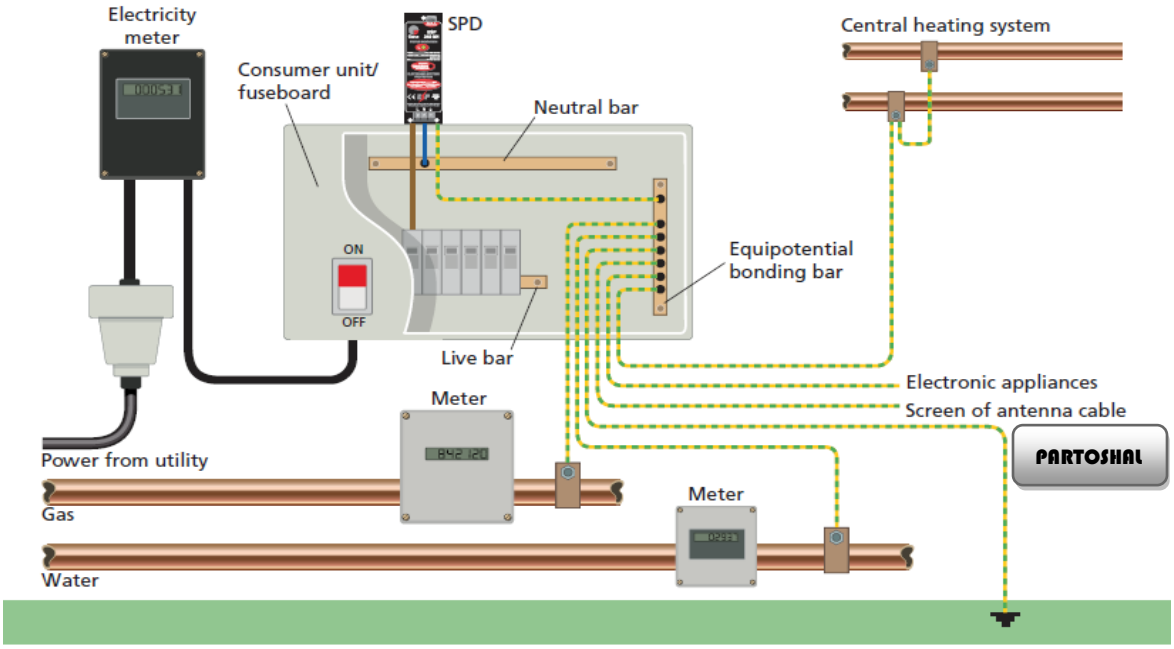
در هر ساختمان ، در نقطه ورودی برق به ساختمان ، باید اجزای هادیهای زیر به یکدیگر اتصال داده شوند:

- الکترود اتصال زمین اصلی ساختمان
- هادیهای حفاظتی یا سیمهای ارت
- اجزای فلزی ساختمان مانند: اسکلت فلزی و میلگردهای مسلح
- کلیه لوله کشی های فلزی در ساختمان (آب ، گاز ، حرارت مرکزی، سیستم سرمایش و...)



بهترین نقطه برای ایجاد اتصال همبندی به لوله های آب و گاز :

هادی‌های همبندی به لوله‌های آب و گاز باید تا حد امکان نزدیک به نقطه ورود آنها به ساختمان باشد . اگر در نقطه ورودی لوله یک قسمت عایق وجود دارد ، هادی همبندی کننده باید به لوله‌های فلزی در طرف مصرف کننده وصل شود .



Example of main equipotential bonding

همبندی اصلی به لوله فلزی آب :

اتصال هادی همبندی اصلی به لوله‌های اصلی آب معمولا در طرف مصرف کننده کنتور آب است ولی می‌توان اتصال را در طرف شبکه نیز انجام داد به شرطی که هدایت الکتریکی کافی بین شبکه و طرف مصرف کننده وجود داشته باشد .

همبندی اصلی به لوله اصلی گاز :

در مورد لوله‌های گاز ، همبندی باید در طرف مصرف کننده از کنتور و قبل از انشعاب لوله‌ها انجام شود . در مورد کنتورهای نصب شده در خارج ساختمان ، اتصال باید در داخل ساختمان و تا حد امکان نزدیک به نقطه ورودی انجام شود و در مورد کنتورهای نصب شده در داخل ، اتصال باید در فاصله 600 میلی متری از کنتور به عمل آید .
این بدان معنی است که هادی هم پتانسیل کننده به لوله گاز در قسمت عایق مربوط به شرکت گاز همبندی نشود ولی اینکار بطور کلی مجاز می‌باشد . در صورتیکه لوله گاز به داخل ساختمان امتداد پیدا کرده و طوری قرار گرفته باشد که بتوان آن را بطور همزمان با سایر قسمت‌های فلزی متصل به ترمینال اصلی زمین لمس کرد ، لوله باید مجهز به عایق بندی شده و نتوان عایق بندی را به راحتی برداشت .

همبندی اصلی به لوله گازبدون استفاده در ورودی ساختمان :

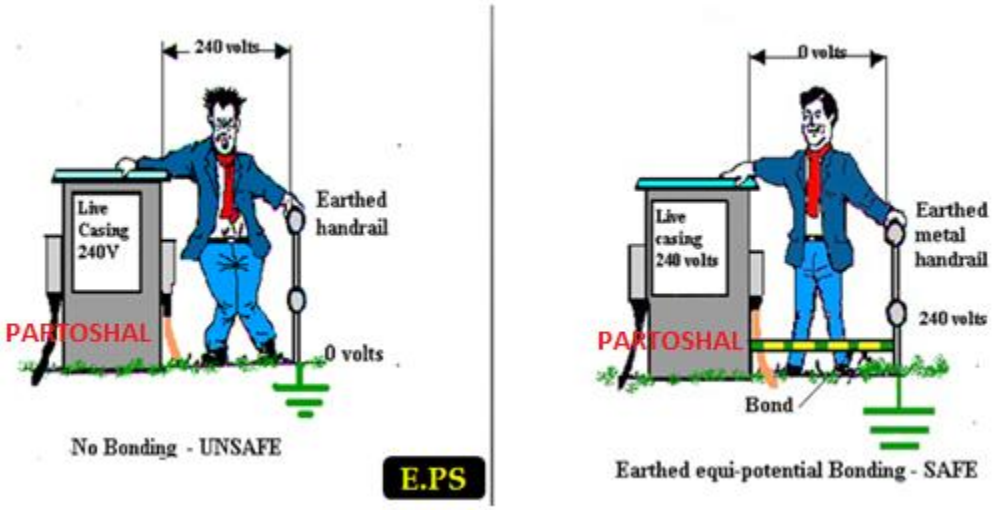
در بعضی موارد ، گرچه لوله گاز در دسترس است ولی از آن استفاده نمی‌شود و روی آن در پوش گذاشته شده است . در این مورد لوله گاز نباید همبندی شود ولی در صورتیکه به داخل ساختمان ادامه دارد باید عایق بندی شود .

یک نکته مهم در همبندی :

- در اجرای سیستم همبندی در یک ساختمان نبایستی از اهمیت نقش زمین والکترود اتصال زمین اصلی زمین غافل شد.چرا که برای اینکه همبندی اجرا شده موثر واقع شود ، باید پتانسیل اجزای همبندی شده ، خیلی نزدیک به پتانسیل زمین باشد. نتیجه وارد کردن هادیهای بیگانه واجزای فلزی ساختمان در همبندی همین است.

همبندی حفاظتی :

- **وصل الکتریکی بدنه های هادی برای تامین مداومت الکتریکی به وسیله ای که اتصال به هادی حفاظتی خارجی را برقرار می کند.**



علت لزوم هم بندی در یک تاسیسات از دیدگاه مقررات ملی ساختمان :

- در مواردی که فراهم آوردن شرایط مربوط به قطع مدار تغذیه (فیوز سیستم) درهنگام تماس افراد با هادی تجهیزات ویا در قسمتی از مدار ممکن نباشد،لازم خواهد بود که از هم بندی کمکی برای هم ولتاژ کردن استفاده شود.این هم بندی به نام هم بندی محلی نیز شناخته می شود.

- **در استفاده از هم بندی کمکی هیچ محدودیتی وجود ندارد**به نحوی که هم بندی کمکی می تواند یک دستگاه از تجهیزات یا یک اتاق یا یک محدوده یا کل یک تاسیسات را در بر گیرد.

- وجود هم بندی اصلی ویا کمکی اگر درست انجام شده باشد حتی اگر شدت جریانهای بزرگی در هادیهای هم بندی کننده یا دیگر اجزای تاسیسات برقرار باشند،جلوی برقگرفتگی را خواهد گرفت.(به شرط آنکه حداکثر ظرف۵ ثانیه قطع شوند.)

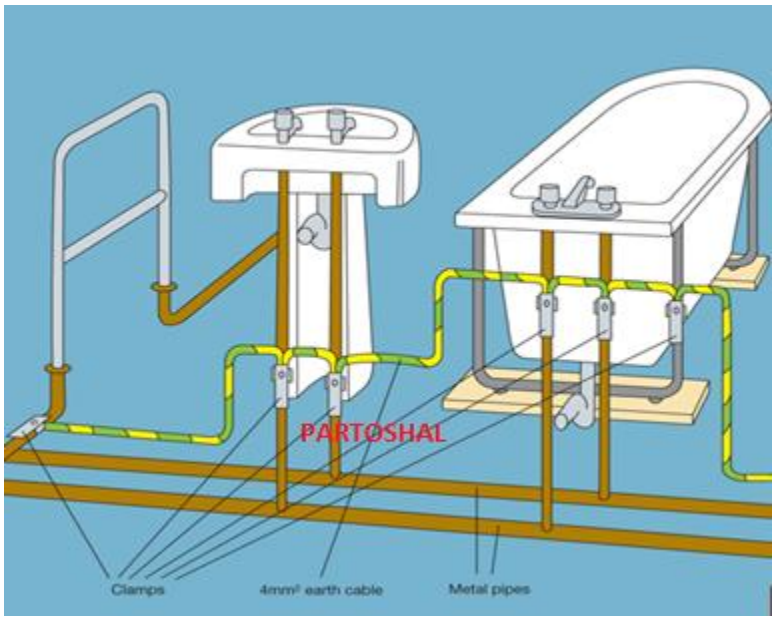
همبندی اضافی (کمکی ، محلی) برای هم پتانسیل کردن :

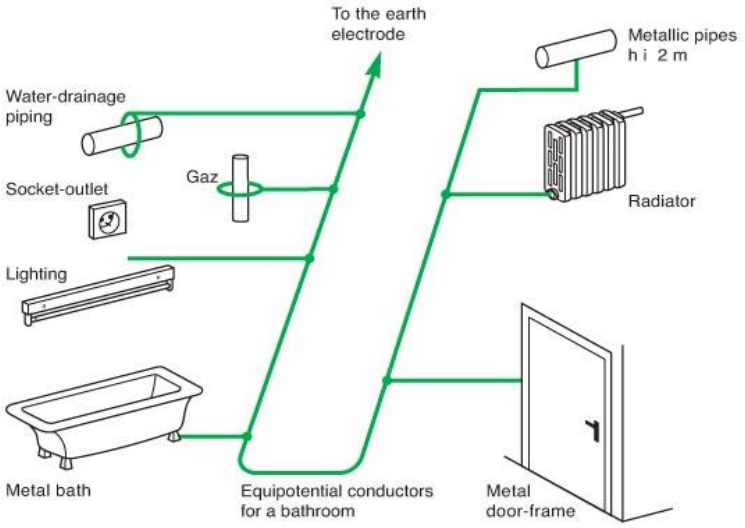
همبندی قسمت‌های هادی در دسترس و قسمت‌های هادی بیگانه به ترمینال اصلی زمین ، باعث ایجاد یک " منطقه هم پتانسیل " می‌شود که در این منطقه ، ولتاژهایی که در اثر وجود اتصالی به زمین بین این قسمت‌ها بوجود می‌آید ، کاهش یافته ولی از بین نمی‌روند . هر تاسیسات ، ممکن است شامل تعدادی از این نواحی باشد ، به عنوان مثال وقتی تاسیسات ، برق چند ساختمان را تامین کند ، همبندی هم پتانسیل کننده اصلی در هر یک از ساختمانها لازم خواهد بود بطوریکه هر یک از آنها دارای یک " ناحیه هم پتانسیل " باشند که یک نقطه مرجع دارند که قسمت‌های هادی فوق به این نقطه وصل می‌باشند .

علت اهمیت اجرای همبندی کمکی درمکانهایی نظیر حمام :

برای کاهش ولتاژ در اثر وجود اتصالی به زمین ، گاهی اوقات استفاده از همبندی هم پتانسیل محلی ضرورت دارد . مثلا همبندی بین قسمت‌های هادی بیگانه که بطور همزمان در دسترس می‌باشند در حمام‌های دارای وان یا دوش نصب ثابت ضروری است

حتی اگر هیچ وسیله الکتریکی در آن وجود نداشته باشد

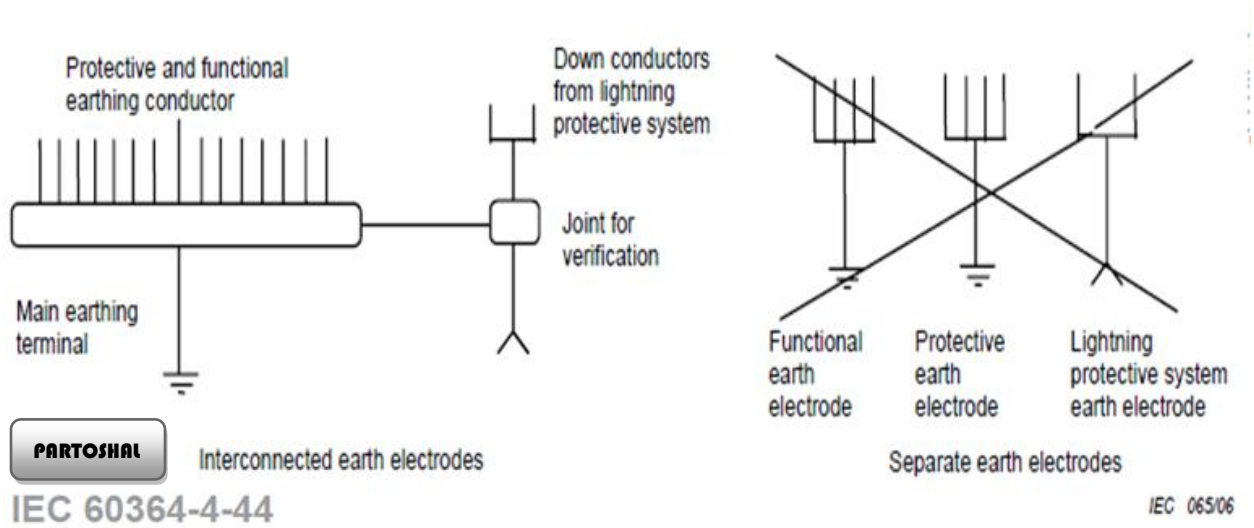




Supplementary equipotential bonding in a bathroom

آیا باید سیستم های زمین مختلف (مانند: زمین صاعقه گیر ، ارت تمیز ، ارت کثیف ، زمین سیستمهای فرکانس بالا و...) در یک ساختمان ویا یک مجموعه از یکدیگر ایزوله باشند و یا به یکدیگر همبند شوند؟

به تصویر زیر که برگرفته از استاندارد IEC است توجه کرده واز آن تبعیت می کنیم:



مقررات سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) :

جریان ها و ولتاژهای ایجاد شده در وسیله یا بین وسایلی که به هم متصل هستند، ممکن است باعث عملکرد نادرست در وسایل یا تجهیزات پردازش داده‌ها شوند. علت پدید آمدن اثرات تداخل الکترومغناطیسی، وجود امواج گذرای ایجاد شده در شبکه و هادی زمین ناشی از تغییرات ناگهانی بار، تخلیه الکترومغناطیسی، تغییرات ولتاژهای تغذیه ، وجود میدان های مغناطیسی و میدانهای فرکانس رادیویی هستند.

نمونه‌هایی از روشهای مورد استفاده برای ایجاد ایمنی در برابر پارازیتهای الکترومغناطیسی ورودی عبارتند از :

- ایجاد ایمنی پایدار در وسیله یا دستگاه پردازش داده‌ها، ازطریق الکتریکی با رفع خطای موجود
- جدا کردن الکتریکی وسیله یا دستگاه پردازش داده‌ها از منبع پارازیت
- ایجاد سطح هم پتانسیل بین تجهیزات، در محدوده مناسب فرکانس های موجود
- ایجاد سطح تراز پتانسیل برگشت با امپدانس پائین، برای به حداقل رساندن ولتاژهای اختلاف پتانسیل و ایجاد حفاظ

سیستم زمین و همبندی در تجهیزات فرکانس بالا:

- با ایجاد یک مرجع گراند مشترک برای همه تجهیزات داخل یک ناحیه با اجزای مرتبط با هم ، باعث کاهش یا حذف گذراهای فرکانس بالا می گردد.
- این سیستم شامل یک شبکه مرجع سیگنال ، تسمه های هم بندی امپدانس پایین، صفحات حذف گذراها و هادیهای مسی لخت برای هم بندی است.
- اغلب سیستم های کامپیوتری مدرن با سیستم ولتاژی ۳ ولت مورد بهره برداری قرار می گیرند. یک گذرا که باعث خطای یک ولتی شود می تواند اثر مخربی بر روی صحت دیتا داشته باشد.
- به همین دلیل لازم است که همه تجهیزات را از طریق یک سیستم هم بندی "مرجع سیگنال (signal reference)" با امپدانس پایین به یکدیگر وصل شده تا اختلاف ولتاژ در یک حد ثابت نگه داشته شود.

منابع اضافه ولتاژهای گذرا:

- امواج القایی ناشی از صاعقه
- عملیات در سیستم قدرت
- خطاهای سیستم قدرت
- کلیدزنی بار راکتیو

Partoshal@yahoo.com

- هارمونیک ها
- خیز پتانسیل زمین(EPR)

این گذراها می توانند بر روی اجزای زیر القا گردند

- خطوط انتقال برق
- خطوط تلفن
- خطوط انتقال سیگنال(data signaling line)
- فیدرهایRF
- اجزای سازه ای ساختمان (در مورد صاعقه)
- گراندهای تفاضلی(differential ground)

مقایسه گراند ۶۰ هرتز و گراند ۳۰ مگاهرتز:

- **امپدانس یک سیستم زمین مناسب و با طراحی خوب برای سیستم قدرت در۶۰ هرتز به اندازه ای کم هست که بتواند اختلاف پتانسیل بین نقاط مختلف نظیر محفظه ها، سینی های کابل یا اجزای فلزی زمین شده را در یک پتانسیل مرجع حفظ کند.**
- **در فرکانس های بالا یه دلیل امپدانس بالای مسیرهای هم بندی، اختلاف ولتاژ قابل توجهی ایجاد می گردد لذا به همین دلیل مفهوم راکتانس القایی ایجاد می گردد**

$$(X_L) = 2 \times \pi \times f \times L$$

At 60 Hz, $X_L = 2\pi \times 60Hz \times L$;
$X_L = 377 \times L$
At 30 MHz, $X_L = 2\pi \times 30MHz \times L$;
$X_L = 188.5 \times 10^6 \times L$

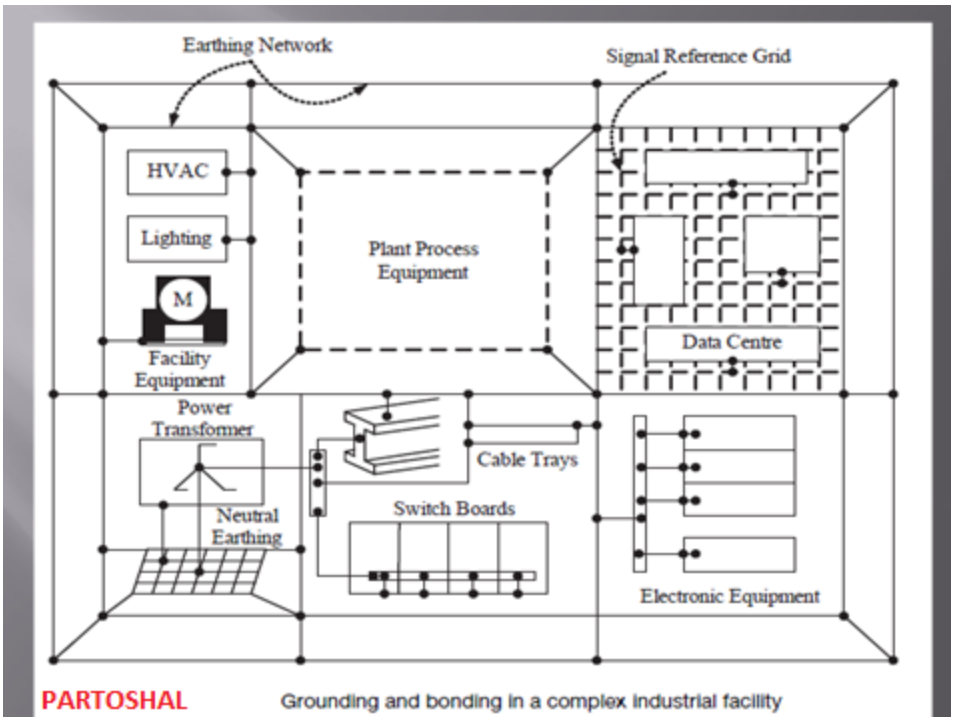
نتیجه مهم:

- می توان دید که راکتانس القایی یک سیم با طول L در فرکانس ۳۰ مگاهرتز حدود 500.000برابر مقدار آن در ۶۰ هرتز است به عبارت دیگر سیم در فرکانس قدرت مثل یک اتصال کوتاه و در فرکانس ۳۰ مگاهرتز مدار باز است.

اجزای سیستم زمین فرکانس بالا:

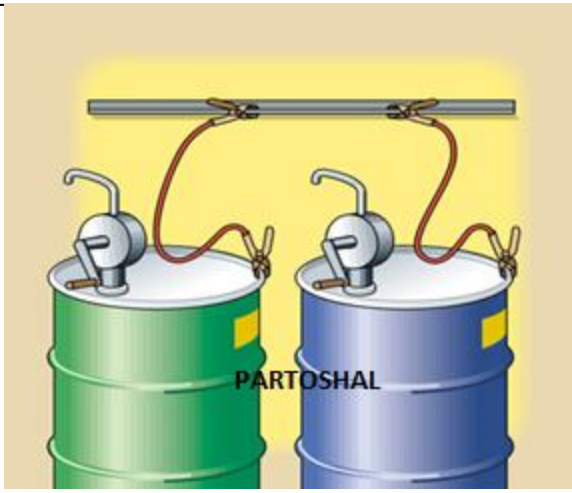
- **تسمه های هم بندی امپدانس پایین**
- صفحات (پلیت) حذف کننده گذرا
- شبکه مرجع زمین(SRG)

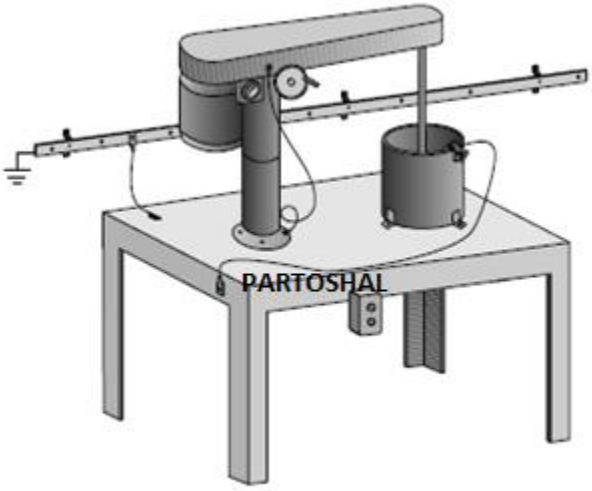
تصویری از یک همبندی کامل در یک مجموعه تاسیسات :



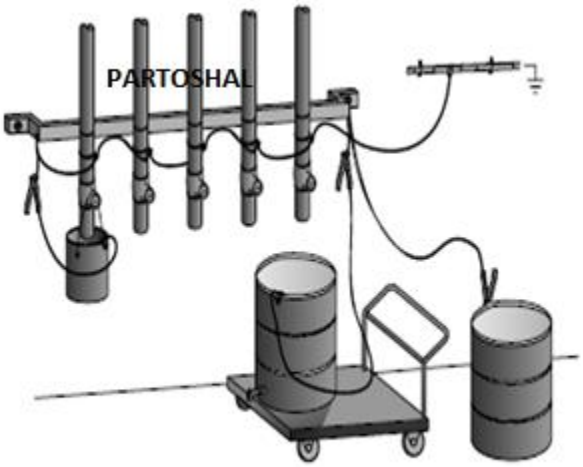
همبندی موقت :

در بسیاری از مواقع ودر صنایع زیادی ، وجود اختلاف پتانسیل مابین قسمتهای مختلف تجهیزات ، دستگاهها ولوازم ، می توانند سبب وقوع خسارات مالی و جانی شود. از طرفی در بسیاری از مواقع تجهیزات سیار و متحرک زیادی وجود دارند که بنا به شرایط خاص خود ، مستعد خطر می باشند. لذا در اینگونه مواقع بهترین و مطمئن ترین روش برای جلوگیری از آسیب دیدن تجهیزات و خسارات احتمالی دیگر ، استفاده از همبندی های موقت و متوالی جهت همپتانسیل سازی می باشد.





Mixer bonding.



Pipe and drum.

Partoshal@yahoo.com

بازرسی دوره ای سیستمهای ارتینگ وباندینگ :

- **سیستمهای همبندی و اتصال به زمین بایستی طبق یک برنامه تقویمی تست وبازبینی شوند.زیرا ممکن است در مواردی قطعی ویا سوختگی سیم در زیر پوشش واز نظر مخفی باشد.**
- **در موقع کار با مدارات موازی ،مقداری جریان از مسیرهای مختلف به زمین می رسد.چند اهم مقاومت بیشتر در زمین بدین معنی است که دیگر مسیرهای موازی جریان به زمین با بدن فرد همانند قبل نبوده وامکان عبور جریان از مسیر بدن فرد وجود دارد.برای تعیین کیفیت مقاومت زمین بایستی از یک دستگاه تستر زمین استاندارد استفاده کرد.**
- **از طرفی بسیار مشاهده شده است که اتصالات سیستمهای ارت وهم بندی به علت اکسید شدن،زنگ زدگی ویا آغشته شده به مواد چرب مانندگریس وروغن دستگاه ها ، امکان عبور جریان های خطا را ندارند.که در چنین مواردی ایمنی سیستم به خطر خواهد افتاد.لذا لازم است که به صورت دوره ای ودر فواصل منظم کلیه اتصالات ارت وهم بندی توسط سنباده وفرچه سیمی ومواد چربی بر تمیز ومجدداً در محل خود محکم شوند**

مواردی که در بازرسی باندینگ باید مورد توجه قرار بگیرند:

- به جهت نداشتن هرگونه آثار جرقه یا آرک زدگی
- بازدید اتصالات به جهت عدم آلودگی ، خوردگی وشل بودن
- بازدید هادیها به جهت هر گونه بریدگی و قطع شدگی

شل بودن اتصالات ممکن است منجر به زوال در تداوم الکتریکی و حتی قطع کامل آن شود

Checklist

This is a sample inspection checklist for bonding and grounding systems. Modify it to suit your needs.

Department:	Yes	No	Recommended Action
Bonding cables: • in good condition • good contact points			
Bonding clamps: • in good condition • good metal connection			
Grounding conductors: • in good condition • lead to earth			
Static electricity ground: • direct to good earth			
The following are free of static grounds: • electrical conduit systems • plastic pipes • gas or steam pipes • dry pipe sprinkler systems • lightning rods			
Continuity checked			
Conductivity measured			
Safety cans: • bonded and grounded			

Initials of person doing inspection: _____ Date of inspection: _____

نکته های قابل تامل در سیستم همبندی :

Grounding May Not Be the Solution; Rather, it Could be Part of the Problem

Lessons Learned

- Bonding must be designed into a system for meeting electrical safety, functional performance, and EMI control objectives.
- Bonding must be controlled, qualitatively and quantitively.
- Bonding must not be haphazard or erratic; repeatability of performance from system to system and over time is critical.

Lessons Learned

- A direct bond is always preferable to an indirect bond. The best bond is obtained by metal-to-metal contact between overlapping surfaces, without a dielectric insulator between the two mating pieces of metal.
- Bonding jumpers are only a substitute for direct bonds. Jumpers should be kept as short as possible and have a low resistance and low ℓ/w ratio. The bonded items and jumpers should be as close together as possible within the electrochemical series.
- The length-to-width ratio of bonding straps, if used, should not exceed 5:1 or, better still, 3:1.
- Bonding must achieve and maintain intimate contact between metal surfaces. Fasteners must exert sufficient pressure to hold the surfaces in contact in the presence of the deforming stresses, shocks, and vibrations associated with the equipment and its environment. Fasteners, screws, or rivets by themselves should not be counted on, however, to provide an acceptable bond.
- It is of utmost importance, in the broadest types of bonding applications, that the direct or indirect bond be sufficient to carry all currents that may flow through it. This includes signal return path, personnel safety, and lightning protection along with mechanical and operational needs.
- Bonds must be maintained for the life of the joint.

Lessons Learned

- The mating surfaces must be treated in order to ensure minimum contact resistance.
- Bonding must achieve and maintain intimate contact between metal surfaces. The surfaces must be smooth, clean, and free of nonconductive finishes.
- The compatibility of the mating metals must be considered for corrosion control. If this is not possible, special attention must be paid to the control of bond corrosion through the choice of the materials to be bonded, the selection of supplementary components (such as washers) to assure that corrosion will affect replaceable elements only, and the use of protective finishes and surface treatments.
- Protection of the bond from moisture and other corrosive elements must be provided.
- Finally, throughout the lifetime of the equipment, system, or facility, the bonds must be inspected, tested, and maintained to assure that they continue to perform as required.

poor bonding is often the principal cause of many hazardous and noise-producing situations, e.g., unacceptable voltage drops, heat generation, intermittent operation, electrical noise, and high-resistance grounds. A large cross-sectional area grounding conductor is of little use if it is terminated via a poorly bonded connection.

Facts:

- **Earthing and equipotential bonding is a must for safety and EMC reasons**
- **A TN-S system is mandatory for all buildings with IT!**
- TN-S shall be installed and is recognised by most electrical standards
- The equipotential system (equipotential bonding) has to be part of the EMC design
- All metal parts have to be included
- A meshed equipotential bonding system is better then a star equipotential bonding system

444.5.4 Equipotential bonding networks in buildings with several floors

For buildings with several floors, it is recommended that, on each floor, an equipotential bonding system be installed; see Figure 44.R16 for examples of bonding networks in common use; each floor is a type of network. The bonding systems of the different floors should be interconnected, at least twice, by conductors. IEC 60364-4-44

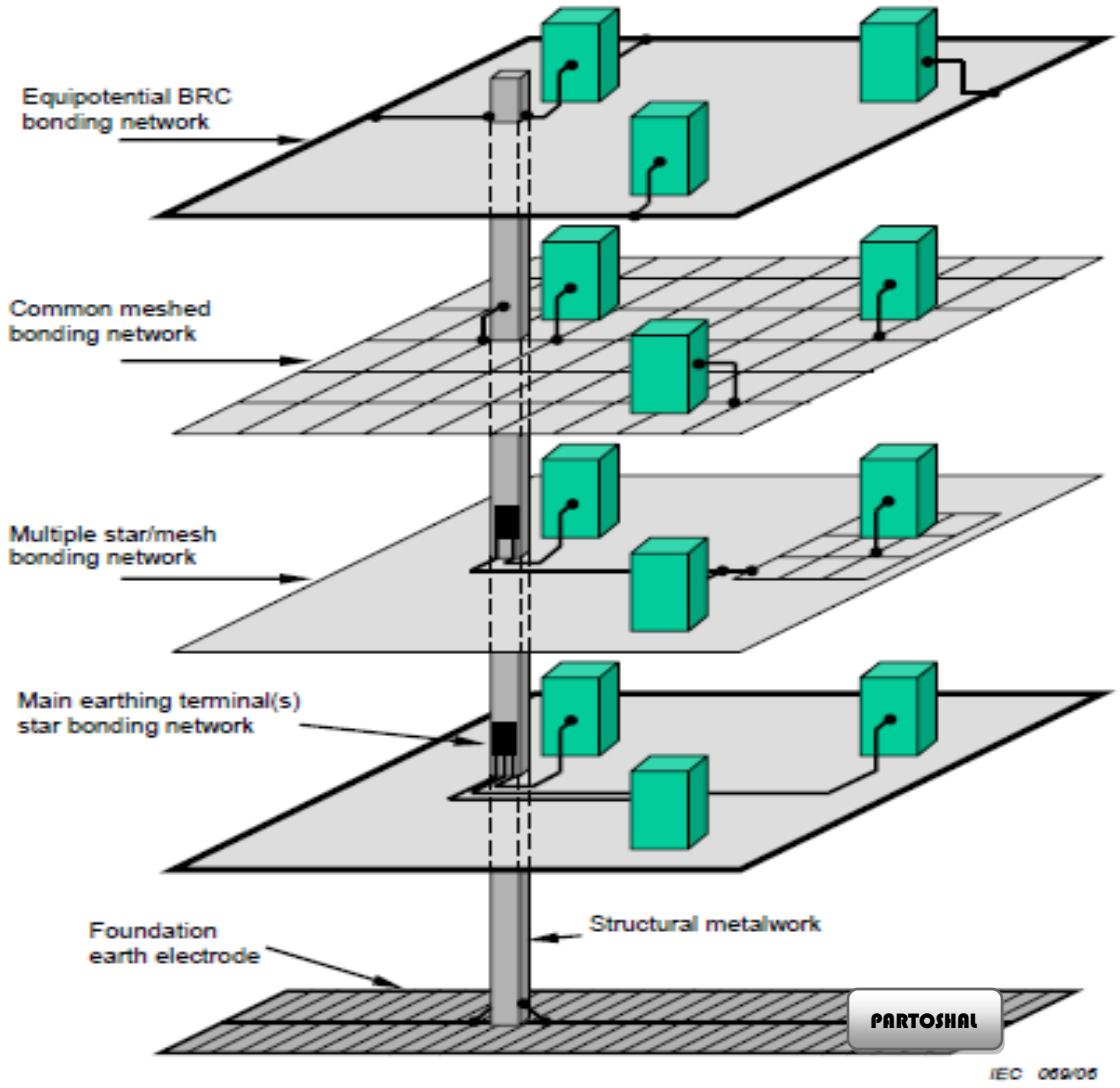


Figure 44.R16 – Example of equipotential bonding networks in structures without lightning protection systems

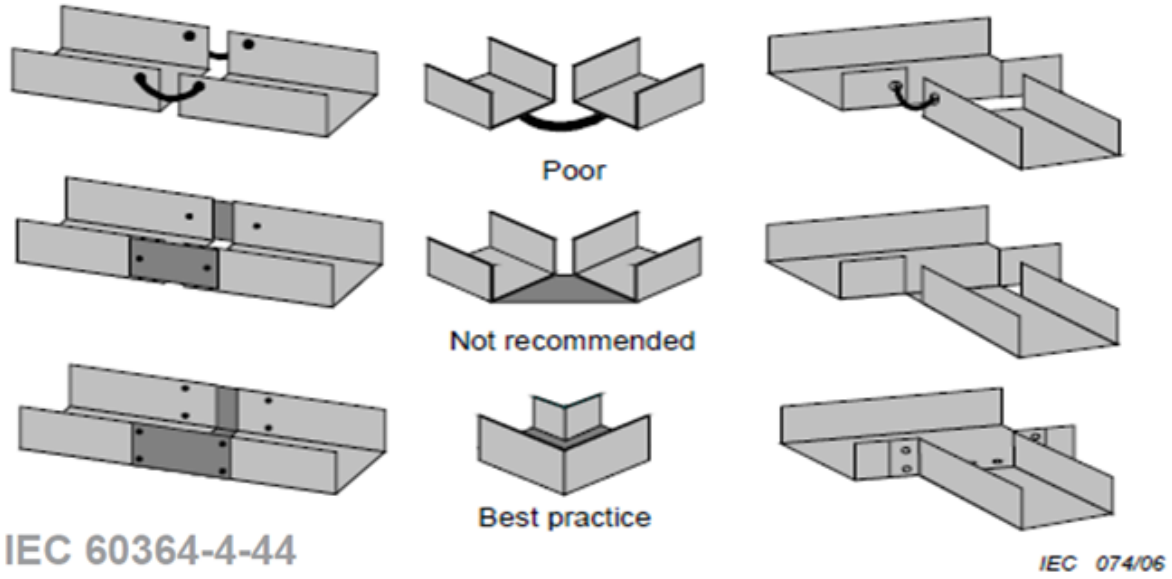


Figure 44.R20 – Continuity of metallic system components

From frequencies of a few MHz upwards, a 10 cm long mesh strap between two parts of a cable management system will degrade the shielding effect by more than a factor of 10.

Whenever adjustments or extensions are carried out, it is vital that work is closely supervised to ensure that it complies with the electromagnetic compatibility recommendations e.g. not replacing a metallic conduit by a plastic one.

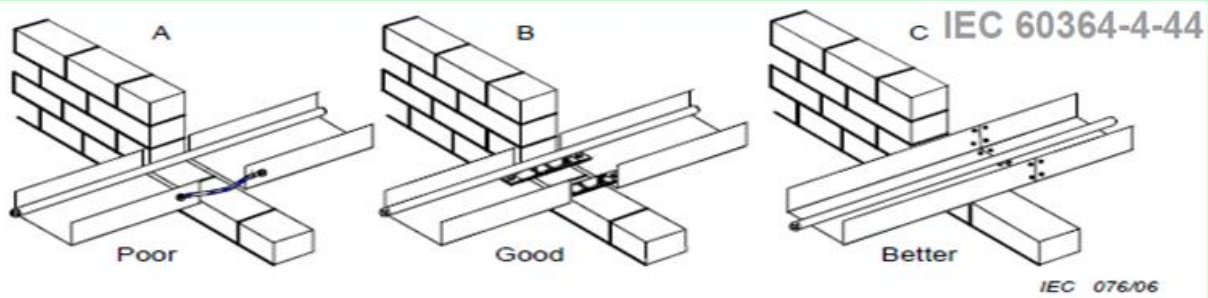


Figure 44.R22 – Connection of metallic sections

Covers for metallic cable trays shall meet the same requirements as the cable trays. A cover with many contacts over the full length is preferred. If that is not possible, the covers should be connected to the cable tray at least at both ends by short connections less than 10 cm, e.g. braided or mesh straps.

When a metallic or composite cable management system, specially designed for electro-magnetic compatibility purposes, is parted in order to cross a wall, e.g. at fire barriers, the two metallic sections shall be bonded with low impedance connections such as braided or mesh straps.

Earthing and equipotential bonding

EMI and EMC are heavily dependant on sounding earthing and equipotential bonding principles. The main functions of earthing are Safety and EMI mitigation. The primary function of earthing is to:

Save the life of humans and animals in case of any electrical fault.

An earthing and equipotential bonding implementation is necessary for EMC and safety reasons!

The latest edition of EN 50310 and EN 50174-2 state clear that these efforts are applicable to any system!

There is often a misunderstanding between the requirements for earthing and equipotential bonding for both shielded and unshielded systems.

This misunderstanding is often the problem in practise. It is often assumed that this is the responsibility of the electrical installer or the architect and not the responsibility of the data cabling installer. But in fact it is a responsibility shared by all parties. In regards to EMC it is the responsibility of the consultant and or architect to ensure the installed systems are compliant.

EMC is more and more important and therefore its relevance is crucial to understand. Therefore European standards continue to emphasis this importance.

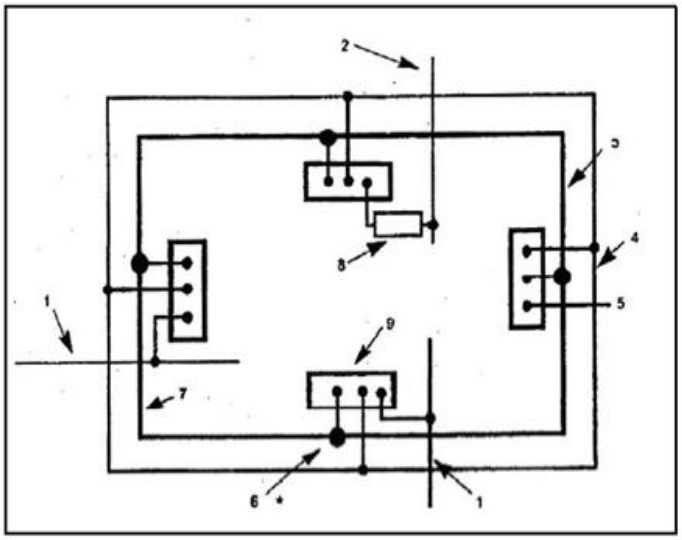
With 10 Gigabit Ethernet most of the existing rules have to be reconsidered. The future is shielded and EMC is the key issue.

As any building today contains IT equipment, electrical and other standards reflect this in their content.

This means that all rules and recommendations in regards to EMC and safety apply to any kind of IT system. From a practical point of view, the most common equipment includes racks and metal panels, metal path ways, raised floors with metal frames.

In regards to safety and EMC all equipment needs a defined path to EB (equipotential bonding).

نمونه اجرای هادی رینگ خارجی برای اتصال باندهای همپتانسیل در ساختمانی شامل چند سیستم سرویس‌دهی ورودی



۱. یک سیستم ورودی فلزی نظیر لوله آب

۲. ورودی برق یا مخابرات

۳. شبکه آرماتورهای دیوارهای جانبی و فونداسیون

۴. رینگ هادی زمین خارجی

۵. ارتباط به الکترود زمین دیگر

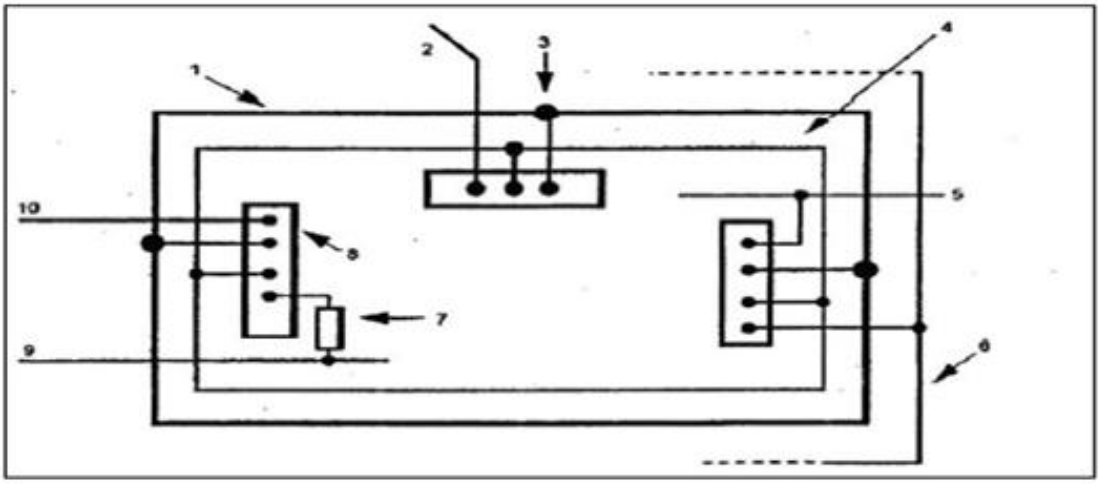
۶. اتصال مخصوص به آرماتورها

۷. بتن مسلح دیوارهای جانبی

۸. برقگیر جرقه‌زن (SPD) آرماتورهای بتن مسلح فونداسیون بعنوان هادی طبیعی اتصال زمین استفاده شده است.

۹. باند همپتانسیل

نمونه اجرای هادی رینگ خارجی برای اتصال باندهای همپتانسیل در ساختمانی شامل چند سیستم سرویس‌دهی ورودی



۱. شبکه آرماتورهای دیوارهای جانبی و فونداسیون

۲. اتصال به الکترود زمین دیگر

۳. اتصال مخصوص به آرماتورها

۴. رینگ هادی زمین داخلی

۵. یک سیستم ورودی فلزی نظیر لوله آب

۶. پایانه زمین نوع B

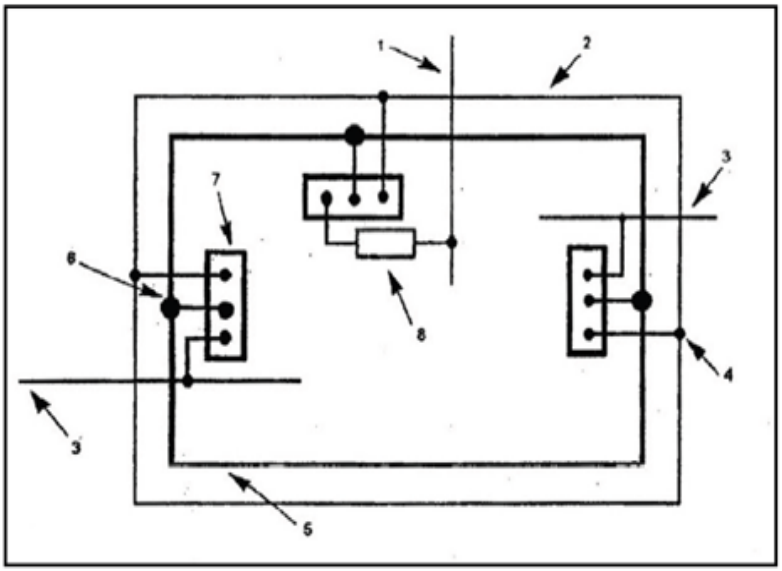
۷. برقگیر جرقه زن (SPD)

۸. باند همپتانسیل

۹. ورودی برق یا مخابرات

۱۰. به الکترود زمین نوع A

نمونه اجرای هادی رینگ بالاتر از سطح زمین برای اتصال باندهای همپتانسیل در ساختمانی شامل چند سیستم سرویس دهی ورودی



۱. ورودی برق یا مخابرات

۲. رینگ هادی خارجی بالای سطح زمین

۳. یک سیستم ورودی فلزی نظیر لوله آب

٤. اتصال به هادی میانی

٥. شبکه آرماتورهای دیوارهای جانبی

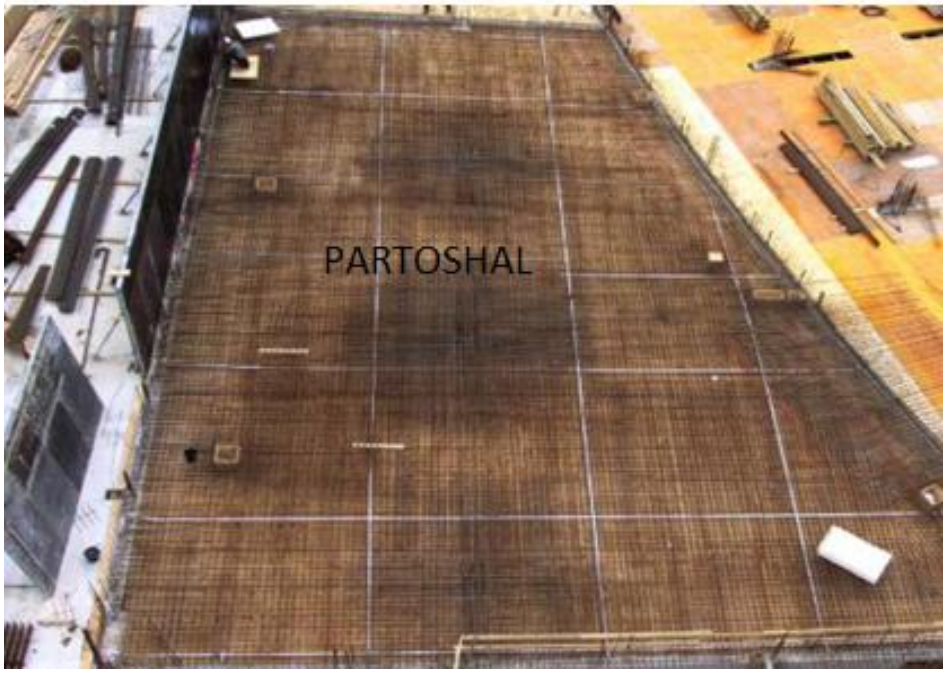
٦. اتصال مخصوص به آرماتورها

۷. باند همپتانسیل

۸. برقگیر جرقه زن (SPD)

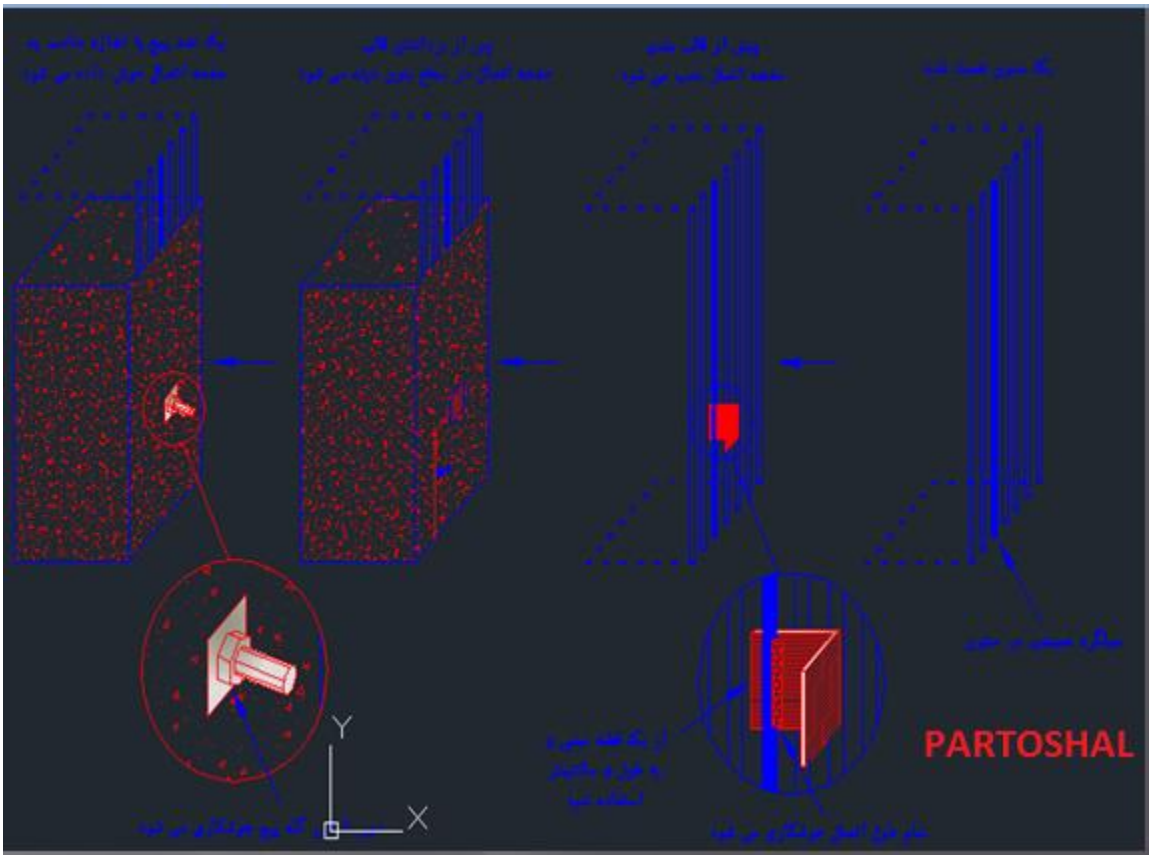
تصاویری از همبندی های الکتریکی

Termination earthing system to steel armour for Mesehd bonding concept



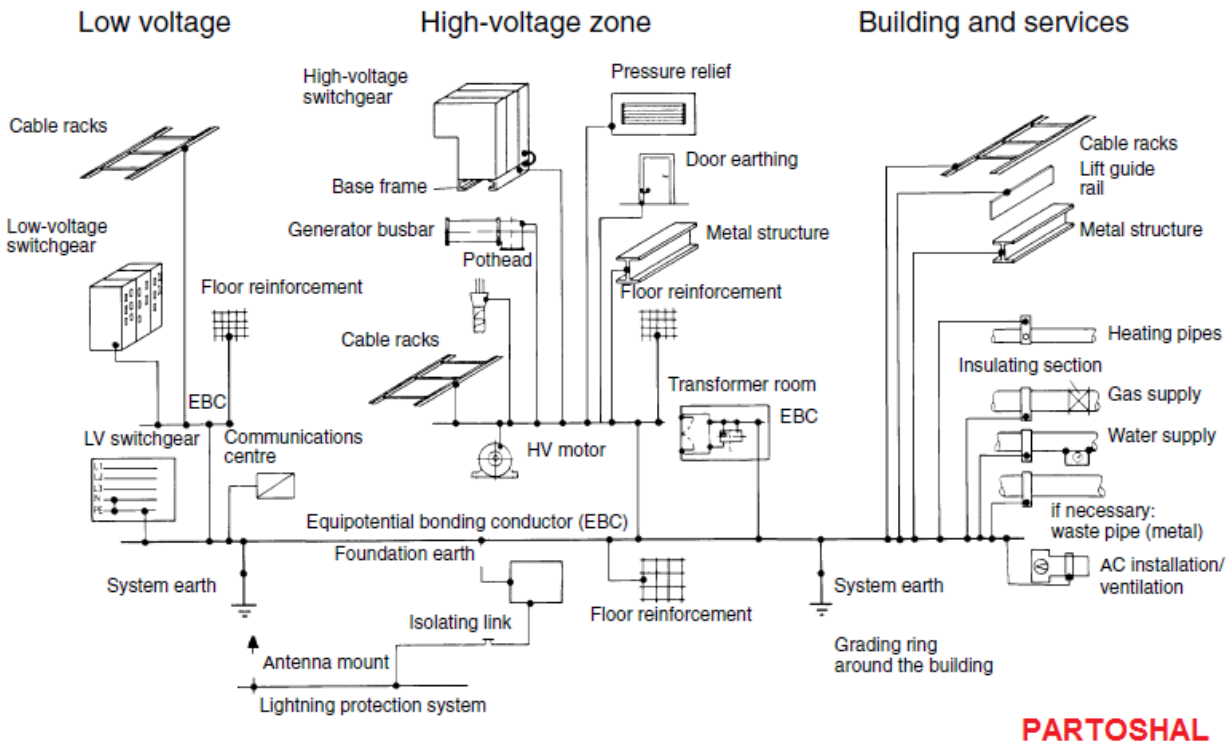
PARTOSHAL

PARTOSHAL

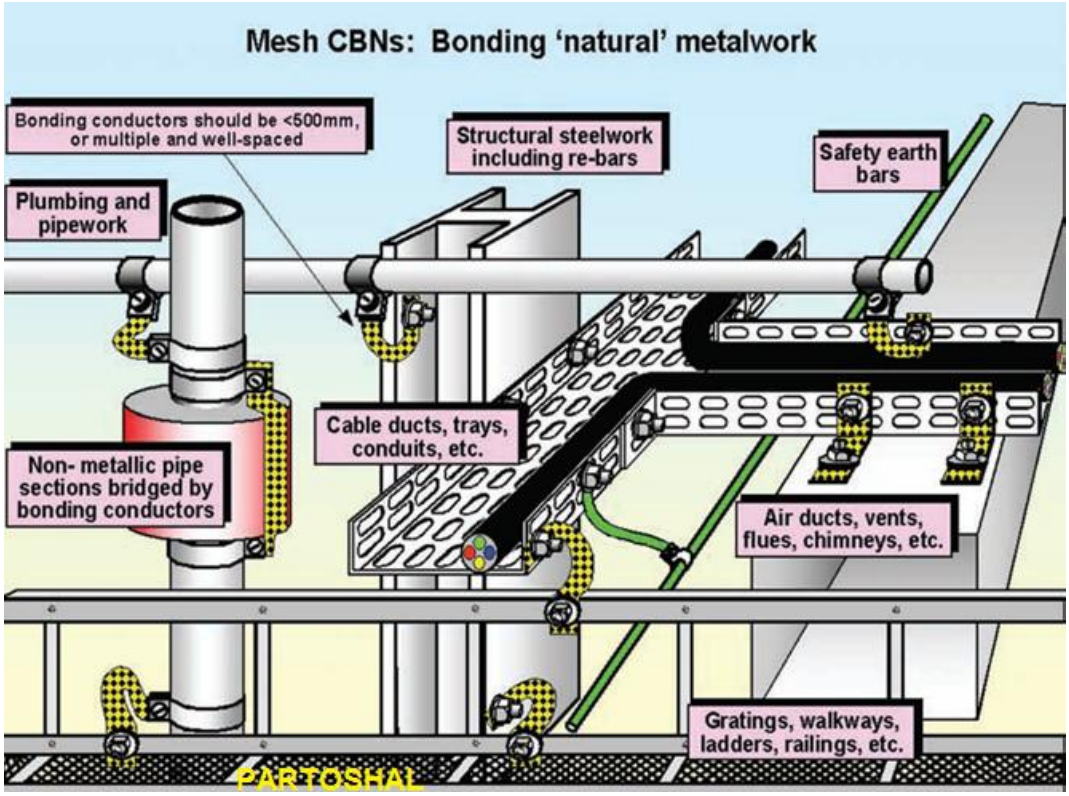


Partoshal@yahoo.com

PARTOSHAL



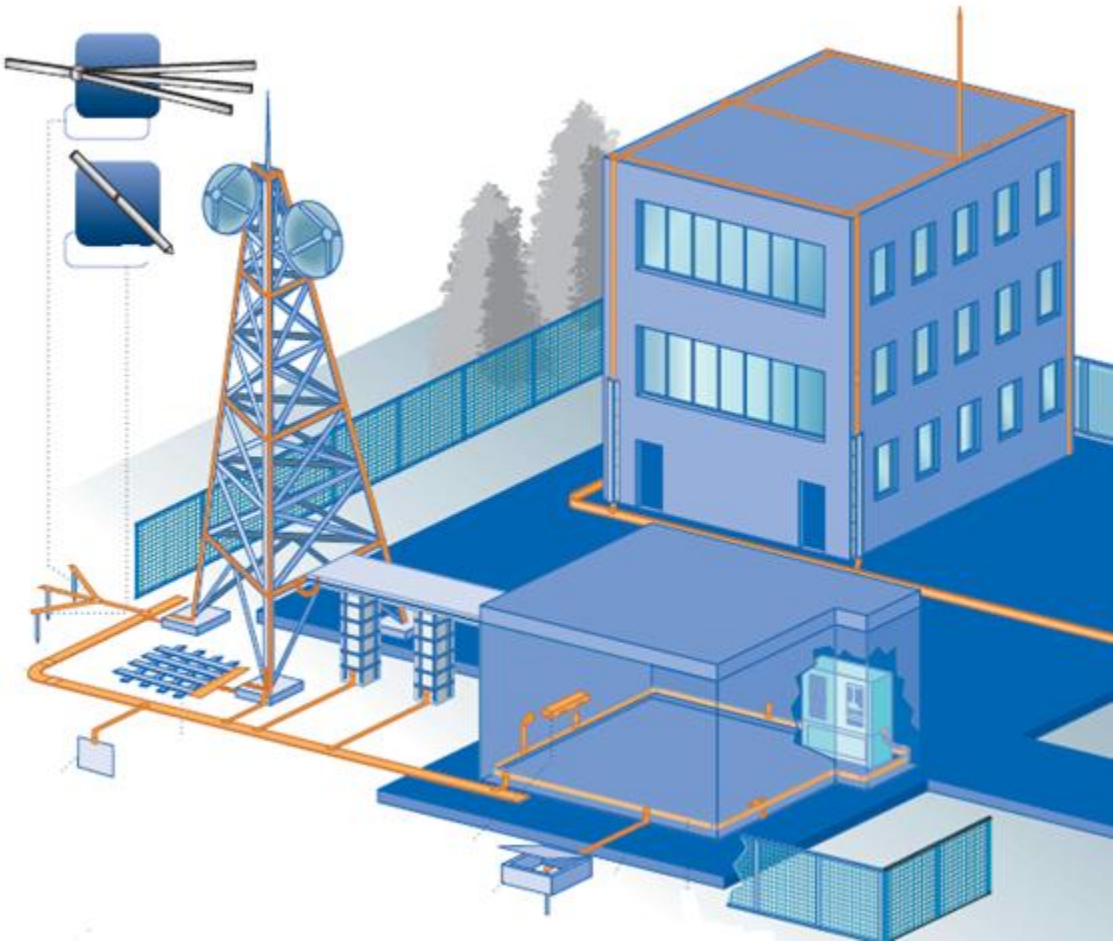
Earthing system with equipotential bonding between HV/LV indoor switchgear and building/building services



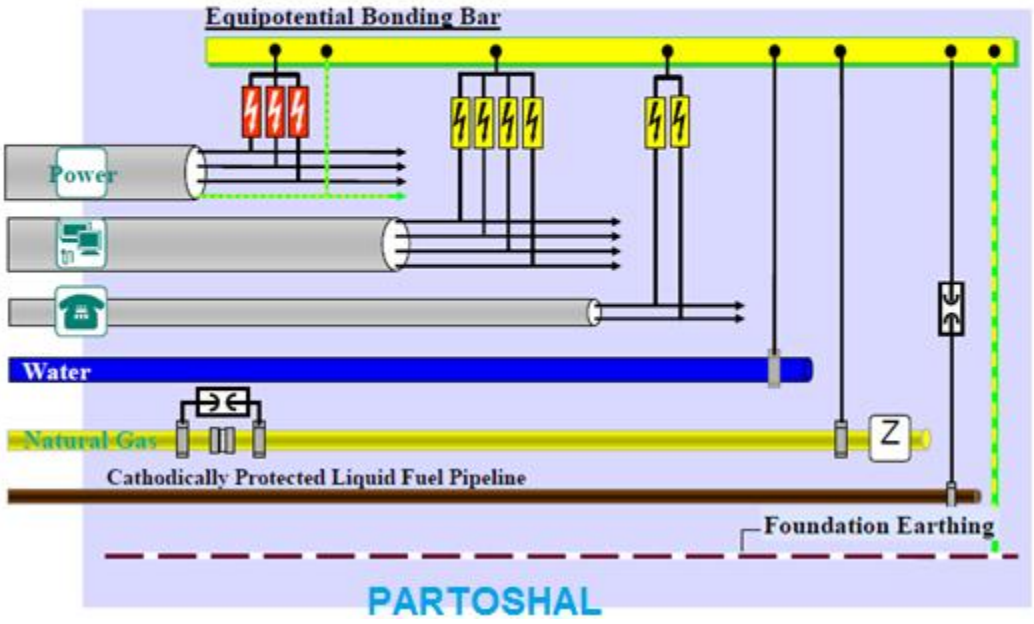
Partoshal@yahoo.com

PARTOSHAL

PARTOSHAL



Equipotential bonding of service lines entries into a building



We extend an invitation to you to join

E.PARTOVI SHAL
09122482960

Partoshal@yahoo.com