المختصر المفيد

التأريض ومانعة الصواعق

اعداد وبحث

المهندس
علي شريف الحلفي

المختصر المفيد التأريض ومانعة الصواعق المهندس علي شريف الحلفي

الفهرست

ت	الموضوع	رقم الصفحة
١	المقدمة	٣
٢	ما هي الصاعقة	٤
٣	مانعة الصواعق وأهميتها	٥
٤	الأمور التي يجب اعتبارها بتصميم مانعة الصواعق	٦
٥	المعدات والهياكل التي يجب حمايتها من الصواعق	٧
٦	نظرية الكرة المتدحرجة	٨
٧	مكونات موانع الصواعق	٨
٨	أهم الخطوات العملية لعمل مانعة الصواعق	١٠
٩	التأريض واهميتة	١١
١٠	الفرق بين التأريث والتاريض	١٢
١١	المنظومة غير المؤرضة	١٢
١٢	الفرق بين المنظومات المؤرضة وغير المؤرضة	١٣
١٣	المعدات والأجهزة الواجب تأريضها	١٤
١٤	أنواع التأريض	١٤
١٥	طرق تاريض نقطة المتعادل مع الأرضي	١٦
١٦	المبادئ العامة للتأريض الشبكي	١٨
١٧	الأجزاء الرئيسية لمانعة دائرة العطب الأرضي	١٩
١٨	أدوات التأريض	٢٠
١٩	مقاومة منظومة التأريض	٢٨
٢٠	المقاومة النوعية للتربة	٢٨
٢١	طرق خفض مقاومة التأريض	٢٩
٢٢	طرق قياس مقاومة الأرضي	٣٠
٢٣	الحماية من تيار التسرب الأرضي	٣٢
٢٤	الخاتمة	٣٥
٢٥	المصادر والمراجع	٣٦
٢٦	الإهداء	٣٧

المقدمة

نظرا لتطور البناء والهياكل الشاهقة إلى ما قد يناطح السحاب فان خطر الصواعق أصبح أكثر شراسة وخطرا على الإنسان والأجهزة،وبما أنة من البديهيات بان سلامة الإنسان من الأولويات التي يتجه إليها العالم في صناعة الأجهزة وتوفير وسائل الحماية من الصعقات الكهربائية والتي تحصل بسبب التماس الكهربائي أو بسبب الكوارث الطبيعية مثل الصواعق،فان التاريض انجح وسيلة لحماية الإنسان من خطر الصواعق وما ينتج عنها من حرائق وغيرها،وبذلك يعتبر التأريض من احد الطرق الرئيسية لحماية الإنسان من الفولتيات الخطرة وكذلك يسمح لأجهزة الحماية بالعمل في حالة العطب (الفشل في التشغيل). وبالتالي فان التاريض مطلوب لتوفير السلامة للمنظومة الكهربائية للأشخاص والمنشاة وبذلك يمكن تشبيه الأرضي بطوق النجاة أو مظلة الهبوط حيث تقدر قيمتها عند الحاجة لهما فقط .

ونظراً لأهمية الطاقة الكهربائية باعتبارها أحد العناصر الأساسية للتطور الاقتصادي والاجتماعي فقد قدمت الكثير من الدول الدعم لقطاع الكهرباء والمتمثل في إنجاز مشاريع الكهرباء الضخمة المنتجة للطاقة الكهربائية مما نتج عنه التوسع الكبير في استعمال الوسائل العصرية في المعيشة والعمل وما يتطلبه من استخدام أجهزة وآلات تعتمد في تشغيلها على الكهرباء .والنظرية الأساسية للتأريض هي للحفاظ أو أبقاء الفولتية لأي جزء مؤرض (أجسام الأجهزة – قطب المتعادل ..... الخ) بنفس جهد الأرض لكي لا يكون اختلاف بالفولتية بين الشخص والأجزاء المؤرضة.

لذلك وللفائدة العظمى لعمل منظومة التأريض ومنظومة مانعة الصواعق،أتشرف بوضع هذا البحث المتواضع بين أيديكم ليحتوي على كل ما يحتاجه المهندس من معلومات عملية ونظرية بخصوص المنظومتين وحسب المواصفات العالمية.....

نسأل من الله التوفيق

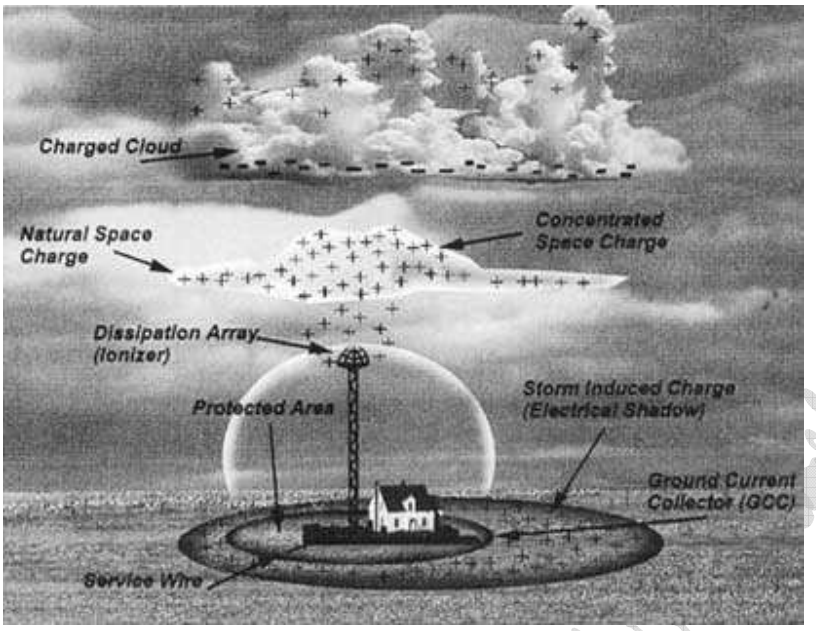
ما هي الصاعقة:

الصواعق هي تفريغ كهربائي بين الغيوم أو بين الغيوم والأرض وهي تفريغ مرئي للكهرباء الساكنة المتجمعة على السحب و المتكونة نتيجة الأحوال الجوية.الشحنات الموجود في الغيوم الموجود بأحد القطبيات تزداد إلى نقطة بحيث العازلية بين الغيوم والأرض غير كافية أو ليست كبيرة وعند تلك النقطة يحدث التفريغ ويحدث على شكل جريان أو سيل من التيار عادة يكون كبير بالمقدار وذو زمن صغير جدا ، مكونة ضرر كبير في البنايات نتيجة الحرارة المتولدة والقوى الميكانيكية الناتجة بواسطة مرور تيار خلال مقاومة صغير مي مسار التفريغ .

توجد عدة نظريات لتحليل الصاعقة وسوف ندرج نظرية سامسونج .

عند قدوم العاصفة الرعدية يكون الجزء السفلي للسحابة مشحون بشحنات سالبة ويكون الجزء العلوي ذو أشارة موجبة وعند اقتراب السحابة من الأجسام المرتفعة عن سطح الأرض تتكون شحنات سالبة أسفل السحابة بالحث الكهروستاتيكي لذلك ينشا فرق جهد بين أسفل السحابة والأجسام المرتفعة عن سطح الأرض، وبالاستمرار تتراكم الشحنات الموجبة والسالبة على الأجسام المرتفعة والسحابة على التوالي إلى أن يزداد هذا الجهد حتى أن يصل (٢٥-٢٠)كيلو فولت لكل سم ,عندها يحدث تأين للهواء وبذلك يكون الهواء موصلا جيدا للكهرباء وبالتالي يكون العمل كعمل المتسعة وبذلك يبدأ التفريغ للشحنات كما في الشكل رقم ١ , ويكون شكل الصاعقة النازلة على شكل سلم (درجات) بحيث يكون طول السلمة الواحدة ٤٥ متر إلى ٣٥ متر تقريبا كما في صورة رقم(١) , وعندما تكون بداية هذا السلم على مسافة ١٠٠ متر إلى ٥٠ متر من اقرب نقطة تفريغ تبدأ الشحنات الموجبة في الانفصال من الأرض والتوجه إلى الأعلى إلى الشحنات السالبة الموجودة أعلى السحابة وتسمى هذه الظاهرة بالصاعقة المرتدة ويظهر وميض أو برق شجيري يرى بالعين المجردة ويصل شدة التيار الكهربائي المار خلال الصاعقة المرتدة إلى حوالي ٢٠ إلى ٢٠٠ كيلو أمبير . أما درجة الحرارة فتصل إلى ٣٠٠٠٠ كلفن ويحدث تمدد للهواء في مسار الصاعقة المرتدة فينتج عن ذلك خلخلة في الهواء المحيط محدثا الرعد.

صورة ١



الشكل ١

مانعة الصواعق وأهميتها Lightening protection

مانعة الصواعق تتناول حماية البنايات والهياكل نتيجة الضرر المباشر الناتج من الصاعقة . وهذا الضرر الناتج من الصاعقة يمكن تقليله من خلال توفير مسارات مباشرة إلى الأرض باستخدام مقاومة قليلة وبذلك يمكن تعريفها بأنها اتصال سلكي عمل عن قصد بين مستقبل للبرق في أعلى نقطة للمنشئ والأرض بدون وجود فيوز أو مفتاح أو قاطع دورة في هذا الاتصال لتفريغ الشحنة الكهربائية الساقطة من السحب الرعدية إلى الأرض مباشرة.

لقد قام العالم والمخترع والناشر والسياسي الأمريكي بنجامين فرانكلين (١٧٠٦–١٧٩٠) ببيان العلاقة بين البرق والكهرباء بتجربة خطرة جدا .

ففي عام ١٧٥٢ ، طير فرانكلين طائرة ورقية أثناء عاصفة رعدية فسرت الكهرباء عبر خيط الطائرة المبتل إلى مفتاح معدني كان في الطرف الأخر للخيط ، وعندما قرب فرانكلين أصبعه من المفتاح قفزت شرارة الفجوة بينهما ،فاستنتج أن كهرباء الغيوم (السحب) هي التي سببت الشرارة وأن التفريغ البرقي هو نوع من الشرر،وان وجود مانعة الصواعق فوق النشأة كفيلة بتوجيه البرق إليها .

وفي عام ١٧٥٣، أعلن عن اختراع قضيب مانع الصواعق.ومنذ ذلك الحين والى وقتنا الحاضر فأن أسلوب فرانكلين في عمل مانعات الصواعق معمول بة .

وأهمية مانعة الصواعق عديدة منها الحماية من التيارات الكبيرة التي تسببها الصاعقة والتي تؤدي إلى الحرائق وتلف الأجهزة والآلات والمعدات وقتل الأشخاص وكذلك تستعمل لحماية خطوط النقل من ارتفاع الفولتية ولحماية أبراج الاتصالات كون الصاعقة تعتبر العدو اللدود بالنسبة لأبراج الاتصالات بالضربة المباشرة وغير المباشرة المجاورة.

الأمور التي يجب اعتبارها بتصميم مانعات الصواعق

تعتبر الصواعق من الظواهر الفيزياوية وبالتالي يكون هنالك توترات عالية جدا وهذه الصواعق كما أسلفنا ممكن أن تضرب الأبنية العالية أو خطوط النقل ، وبذلك تعتمد حماية مبنى معين من الصواعق على أمور رئيسية وهي:

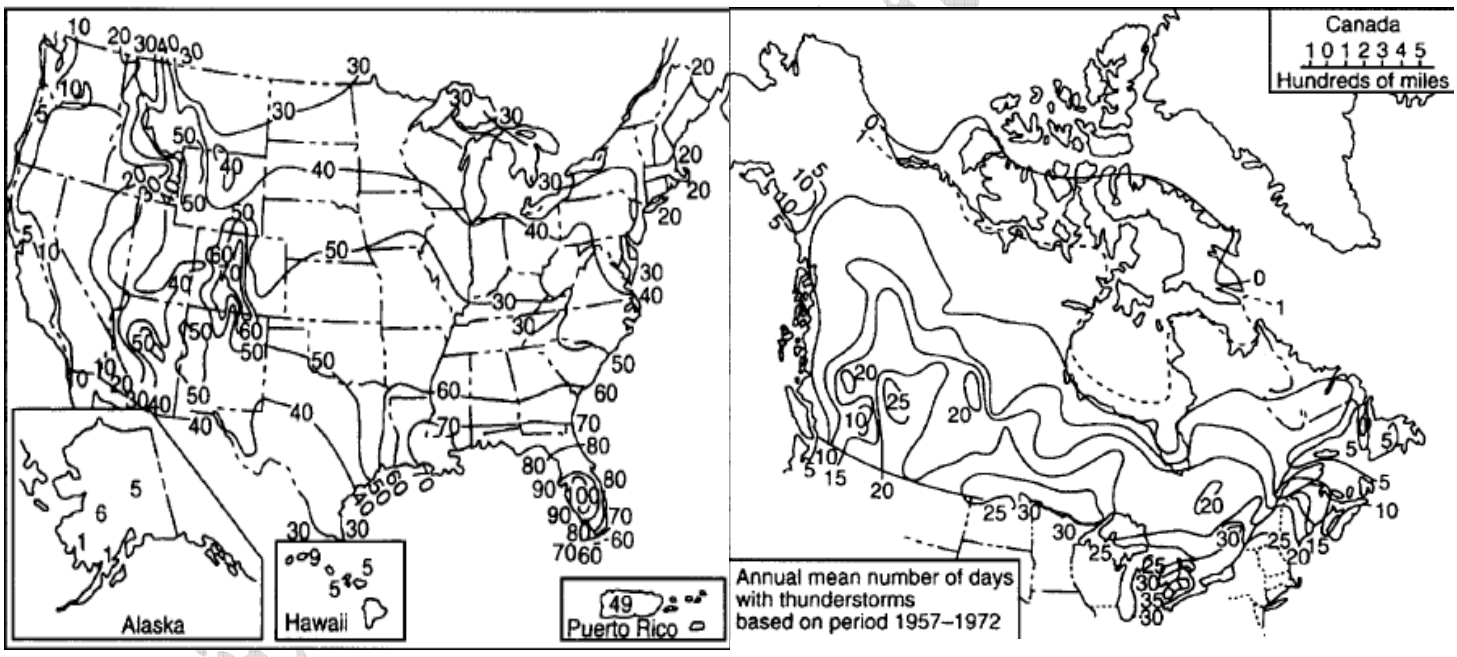
١– تردد وشدة العواصف الرعدية.

٢– قيمة وطبيعة الهيكل أو البناء أو محتوى البناء.

٣– الأمور المترتبة على نوع الخسائر مثل خسائر الإنتاج أو خسائر الرواتب و غيرها من الخسائر غير المباشرة.

٤– التأثير على أقساط التامين.

تختلف المناطق الرعدية من منطقة إلى أخرى ويجب الحصول عليها من الأرصاد الجوية الموجود في البلد وسوف ندرج درجة العواصف الرعدية في أمريكا وكندا لأنها متوفرة لدينا كما في الشكل رقم (٢).



الشكل ٢

المعدات والهياكل التي تجب حمايتها من الصواعق

قرار حماية مبنى معين من الصواعق يتخذ حسب طبيعة المباني ومحتواها وأهميتها ويمكن الأخذ بنظر الاعتبار الأمور التالية :

١- جميع الهياكل المعدنية.

٢- البنايات ذات السقف المعدني أو الجدران المعدنية أو ذات هيكل معدني .

٣- البنايات من الحجر والخشب والطوب والقرميد وغيرها من المواد غير الموصلة.

٤- القمم المدببة وساريات الأعلام وأبراج الكنائس والمساجد.

٥- المباني التاريخية أو الأثرية.

٦- المباني التي تحتوي على مواد سريعة الاشتعال.

٧- البنايات العسكرية .

٨- خطوط نقل القدرة .

٩- محطات توليد الطاقة والمحطات الفرعية ومحطات ضخ المياه.

١٠- المداخن والمداخن العالية.

١١- أبراج الماء Water Tower خزانات القمح العمودية أو الاسمنت Silos ، والأشياء المماثلة

١٢- البنايات ذات الحساسية الالكترونية مثل الاتصالات أو مركز البيانات.

١٣- المستشفيات ومرافق الرعاية الصحية.

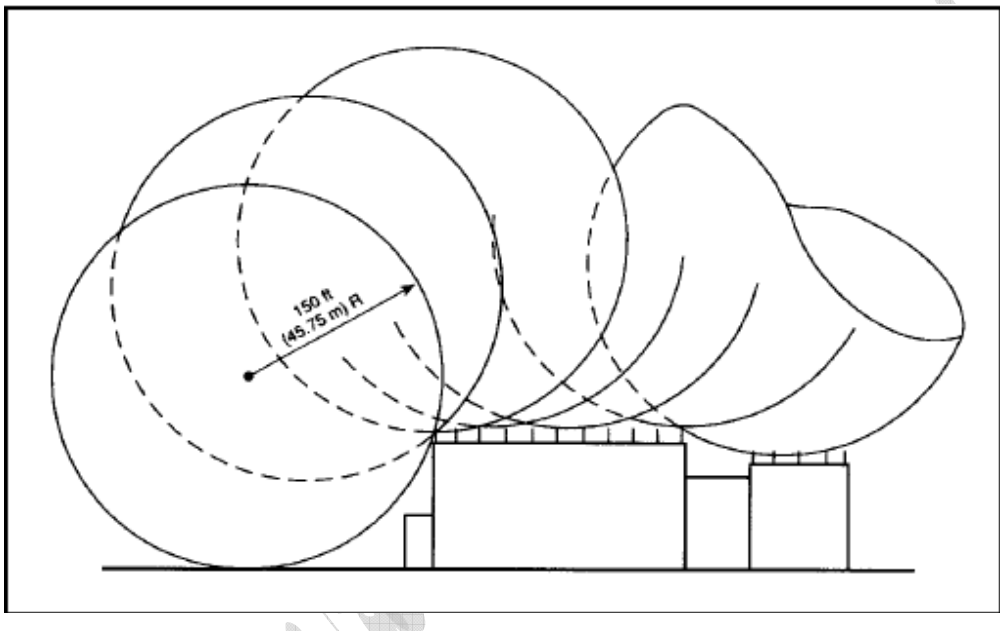
١٤- المباني الشاهقة.

وللعلم ليس هنالك في العالم نظام حماية من الصواعق ١٠٠٪ حتى الحماية من الدرجة الأولى فهي تكون ٩٩,٩٪ .

والناحية النظرية للحماية هي وجود مسار جيد لتفريغ الصاعقة خلال مقاومة صغير إلى الأرض أي توفير مسار لدخول أو خروج التفريغ إلى الأرض من غير المرور في مقاومة عالية.وعلى هذا الأساس يتم تنفيذ مانعة الصواعق.

نظرية الكرة المتدحرجة

وهي النظرية الأكثر استخداما وشيوعا لتحديد مفهوم الحماية من الصواعق بالاعتماد على مساحة الحماية حول البنايات والهياكل كما في الشكل ٣ ،تعتمد بالحماية على حساب الفضاء الغير متداخل مع الكرة والتي يكون نصف قطرها ٤٥,٧٥ متر ، ومن جهة أخرى عندما تمس الكرة طرفي هوائيان فلابد إن يكون هنالك فجوة هواء بين قاع الكرة والهيكل وهذه يجب أن تكون في مجال الحماية.



الشكل ٣

مكونات موانع الصواعق

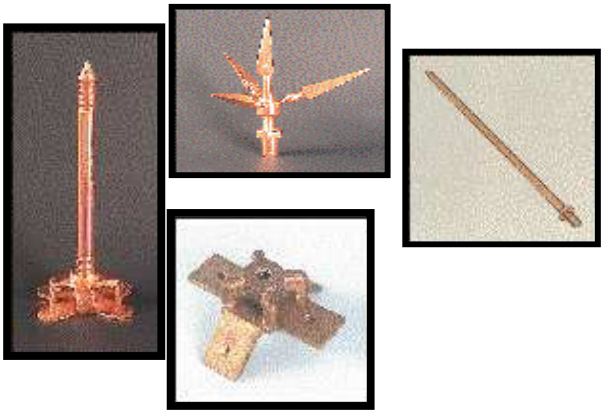
١– اللواقط (الهوائيات) وفائدتها هي لجذب الصاعقة وكما هو معروف بأن الأطراف المدببة هي التي تفرغ الشحنات وهي على نوعين.

١–١ قضيب فرانكلين (عبارة عن إبرة درجة حمايتها ٤٥ درجة)كما في الصورة رقم ٢.

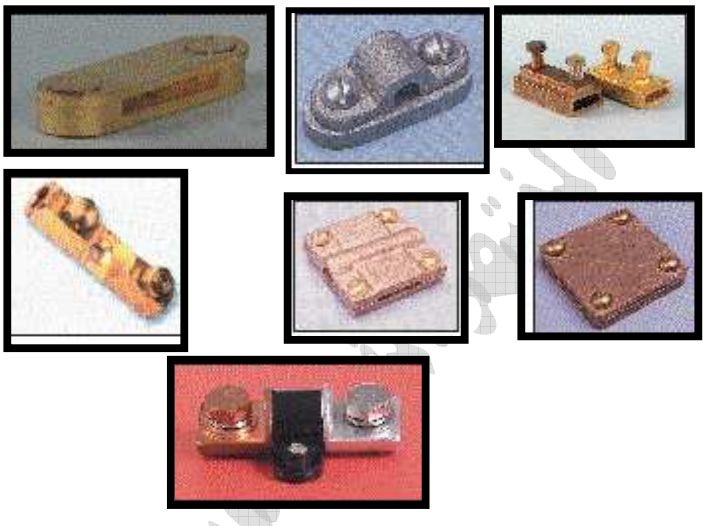
١–٢ قفص فارادي.(هو مكلف جدا من حيث الثمن) عبارة عن قفص يشبه قفص العصفور يحيط بالمبنى.

٢– الموصلات والنوازل ومهمتها تأمين طريق للصاعقة بين اللواقط والأرض كما في الصورة رقم ٣و٤وه.

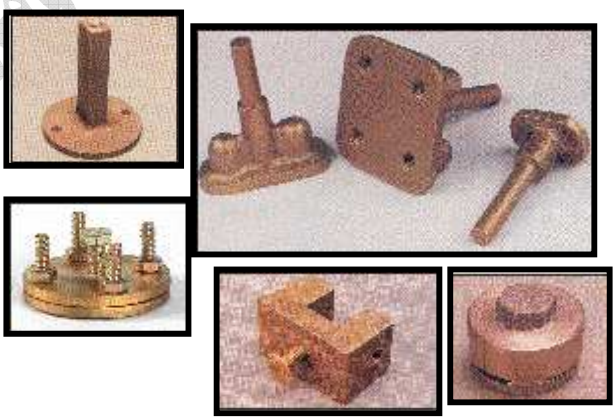
٣– الأرضي (التأريض) ويكون متصل مع الموصلات ومهمته تفريغ تيار الصاعقة في الأرض (سوف يتم شرحه لاحقا).



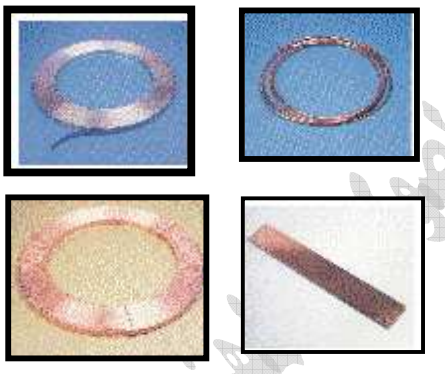
صورة(٢) اللواقط وقاعدة الربط



صورة (٣) النوازل ونقاط الربط



صورة(٤) نقاط التوصيل والفحص



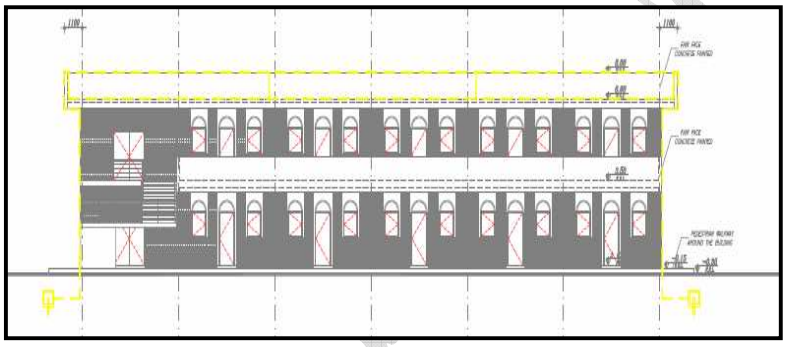
صورة (٥)

أهم الخطوات العملية لعمل مانعة صواعق

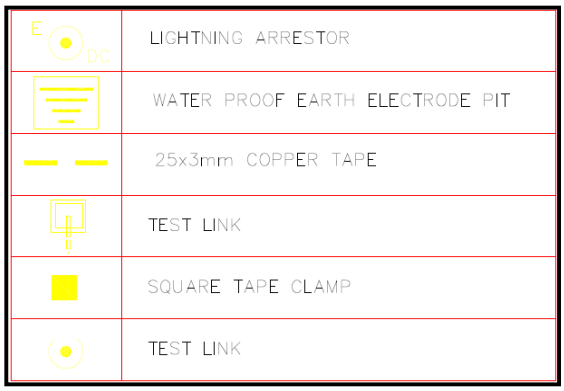
كيفية العمل الفني لمنظومة مانعة الصواعق لبناية معينة كثافتها السكانية ٣٠٠ شخص تصنيفها سكني من الدرجة الثالثة موقعها الجغرافي ضمن المناطق القليلة الصواعق ضمن الأراضي المنبسطة فيكون العمل كلاتي:

يتم تحديد أعلى نقطة للمبنى وإذا كانت مساحة أعلى منطقة للمبنى أكثر من ٢٠٠ متر مربع يتم تحديد نقطتين متقابلتين ليتم نصب اللاقط (الهوائي)(قضيب فرانكلين) بها ،في البداية يتم تثبيت قاعدة اللاقط (صورة ٢) ،ثم يتم التوصيل بين اللاقط بواسطة الموصلات وحسب نوعها ويفضل استخدام الشرائط النحاسية كما في الصورة ٥ يتم التوصيل بين اللواقط بطريقة تحزيم المبنى أي على جميع محيط المبنى والفائدة من التحزيم هي لتبديد الشحنة الكهربائية الناتجة من الصاعقة بالإضافة إلى ذلك يتم عمل تقاطعات بالموصلات في منصف المسافة بين اللواقط كما في المخطط (١) وذلك لنفس السبب اعلاة .ثم يتم تثبيت الموصلات باستخدام الأدوات اللازمة للتثبيت كما في الصورة ٣ .

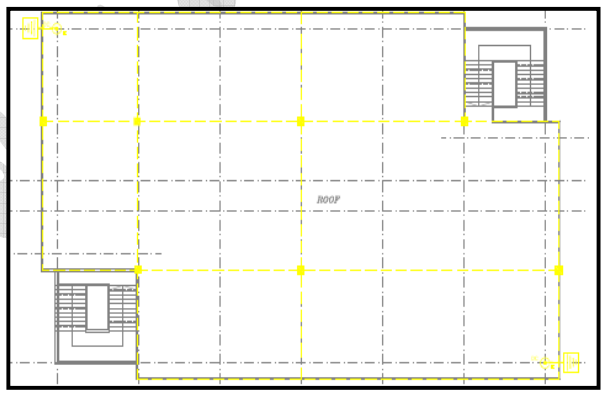
عند الانتهاء من الأمور اعلاة يتم تنزيل الموصلات من اقرب نقطة للواقط (يجب تحديد عدد النزلات بعدد اللواقط ولا يجوز إن تكون اقل منها وكلما كانت أكثر يكون أفضل)، عند الانتهاء من أكمال النزلات وتثبيتها إلى الجدران باستخدام الأدوات اللازمة (صورة ٣) نقوم بوضع طرف الفحص أو النهاية كما في الصورة ٤ ،ومن نهاية أداة الفحص يتم التوصيل إلى الأرضي (سوف يتم شرحه لاحقا) بواسطة سلك من النحاس أو الألمنيوم . وبهذه ينتهي تنفيذ المنظومة ، وعند تصميم أي منظومة يجب اخذ بنظر الاعتبار السرعة بتبديد شحنة الصاعقة .



مخطط ١ (منظر جانبي)



مخطط ١ (تعريف الرموز)



مخطط ١ (السطح)

التأريض واهميتة Grounding

التأريض يشمل عدة جوانب مختلفة ولكنها مترابطة من تصميم شبكة توزيع الكهرباء والبناء والتي جميعها تضمن السلامة وحسن التشغيل لهذا النظام والمعدات المربوطة معه ويمكن التعبير عنة بأنة اتصال كهربائي عمل عن قصد بين جهاز كهربائي أو شبكة أجهزة من جهة والأرض من الجهة الأخرى بدون وجود فيوز أو مفتاح في هذا الاتصال الأرضي ،وكيفية تحقيقه معروف بشكل عام لدى الغالبية من الأشخاص ولكنة غير واضح لدى النسبة العظمى من الناس .

ومنظومة التأريض أمر ضروري لسلامة الموظفين وتتمثل في ضمان عدم تعرض جميع القطع المعدنية الغير حاملة للتيار للهياكل والمعدات أو بالقرب من شبكة توزيع الكهرباء لنفس الجهد ولبقاء جهدها هو الصفر للمرجع وهو جهد الأرض للغالبية العظمى وأهمية التأريض كبيرة منها :-

١- يحمي الأفراد من خطر الصعق الكهربائي الناتج عن قصور العزل وانهياره .

٢- يقي من خطر التفريغ الكهربائي الناتج من الصواعق.

٣- يحمي المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة والكبيرة في جهة التغذية.

٤- يؤمن تشغيلا مناسبا للمعدات والمنظومات الكهربائية.

٥- يحافظ على بقاء جهد المتعادل ثابتا.

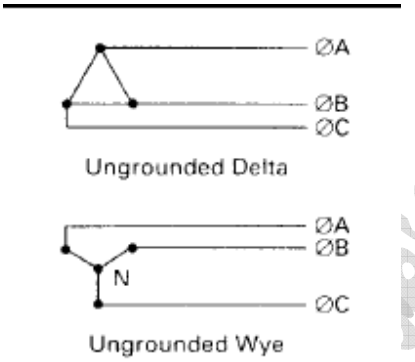
الفرق بين التأريث Earthing و التأريض Grounding

يطلق الأوربيون لفظ التأريث على عملية التأريض وذلك على أساس أنها عملية توصيل بالأرض .أما الامريكون فأنهم يعتبرون إن هنالك فرقا كبيرا بين التأريث والتاريض ويقولون بان اللفظ التأريض يكون أدق من التأريث حيث يشير الأول إلى وجود جسم له جهد مرجع تقاس بالنسبة إلى جميع الجهود الأخرى وهذا الجسم ليس بالضرورة الأرض ،فعملية التأريض داخل السيارة مثلا هي في الواقع عملية توصيل بجسم السيارة وعملية التأريض في الطائرة أو حتى في قمر صناعي هي توصيل بجسم الطائرة أو في جسم القمر الصناعي وعلى ذلك فان لفظ التأريض في جميع المواصفات والمراجع الأمريكية تعني الجسم الذي يمر فيه التيارات عن طريق التوصيل الكهربائي معه والذي يعتبر جهده صفرا بالنسبة لباقي المنظومة . أما لفظ التأريث فيستعمل للدلالة على الأرض ذاتها.

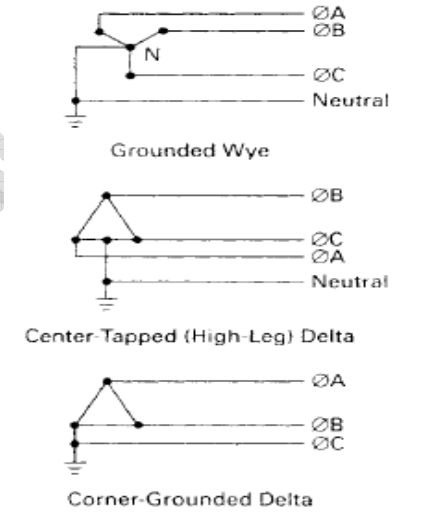
المنظومة غير المؤرضة Ungrounding System

يطلق اسم المنظومة غير المؤرضة على المنظومة التي لاتحتوي على اتصال متعمد بالأرض عن طريق توصيل نقطة المتعادل بالأرض مثلا أو عن طريق استخدام طرق معينة للحصول على مسار أرضي كما في الشكل ٥ .علما أنة لاتوجد منظومة كهربائية معزولة عزلا كاملا عن الأرض . إن هذا يرجع إلى إن أي موصل يعمل كمتسعة مع الأرض وعلى ذلك فعندما يرتفع جهد موصل عن جهد الأرض تمر تيارات سعوية بين الموصل والأرض ، ويمكن اعتبار إن المنظومات غير المؤرضة هي في الواقع منظومة مؤرضة بواسطة مكثفات .

كانت معظم منظومات القوى الكهربائية غير مؤرضة في الماضي ، حيث كانت نقطة المتعادل تترك معزولة ومع زيادة التطور الذي حدث في تلك المنظومات سواء من حيث كمية الأحمال أو عدد الأجهزة الموجودة في المنظومة أصبح تشغيل المنظومة بنقطة المتعادل المعزولة أمرا غير مقبول سواء من ناحية سلامة الأفراد وسلامة الأجهزة أو من ناحية متطلبات التشغيل . ومع زيادة متطلبات الطاقة وأهمية استمرارية التشغيل أصبحت عملية تشغيل المنظومة المؤرضة هي الخيار الأسلم والخبرة السائدة في جميع أنحاء العالم.



الشكل رقم ٥



الشكل رقم ٦

الفرق بين المنظومات المؤرضة والغير مؤرضة

يمكن تلخيص الفرق بين المنظومة المؤرضة كما في الشكل(٦) وغير المؤرضة حسب الجدول الآتي(جدول رقم ١):-

الموضوع	المنظومة المؤرضة	المنظومة غير المؤرضة
استمرارية الخدمة	أكثر استمرارية بالخدمة كما أثبتت التجارب وذلك لتزويدها بأجهزة أكثر حساسية ودقة لتحديد أي خطا يحدث بالمنظومة وفصلها عنها بانتقاء كامل	عمرها محدد بحدوث أول عطب بالدائرة أو أحداث أول عطب بالدائرة لأنها لاتحتوي على أجهزة حساسة بحالة تسرب تيار الأرضي.
مخاطر ارتفاع الجهد	لا تنشأ هذه الظاهرة بين الأطوار السليمة عندما يكون الثالث بحالة دائرة قصر مع الأرض.	تنشا هذه الظاهرة بين الأطوار السليمة عندما يكون الثالث بحالة قصر مع الأرض وقد يصل هذا الارتفاع إلى ١٧٠ ٪ . وأن هذا الارتفاع يتسبب في تلف العوازل الكهربائية والكثير من الأجهزة والآلات
أمكانية منظومة الحماية	في حالة تأريض المتعادل فأنة يسمح بوجود مسار التيار الصفري وهذا ما يجعل ضبط وأداء أجهزة الحماية أكثر دقة.	لاتحتوي على مركبات التتابع الصفري للتيار و الفولتية.
ظاهرة القوس الكهربائي	لا تحدث هذه الظاهرة	تحدث هذه الظاهرة عند حدوث دائرة قصر بين احد الأطوار والأرض حيث يتولد قوس كهربائي بينهما عند نقطة اتصالهما مما يشكل خطر على الأفراد والمنشات.
أمكانية التأريض الوقائي(يأتي شرحه لاحقا)	تسهل عملية التأريض الوقائي و تأريض الأجهزة حيث يتكون مسار سهل بين الكترود منظومة التأريض الوقائي ومنظومة القدرة الرئيسية أثناء حدوث قصر ارضي يساعد في خفض قيمة جهد التوصيل .	لا توجد هذه الإمكانية

جدول رقم ١

المعدات والأجهزة الواجب تأريضها

١- جميع الأجسام المعدنية الموجودة رأسيا ويزيد طولها عن ٢,٤ متر أو أفقيا ويزيد طولها عن ١,٥ متر والمعرضة للملامسة مثلا خزان الوقود.

٢- جميع الأجهزة الكهربائية .

٣- جميع نقاط مخارج القدرة ووحدات الإنارة.

٤- قطب المتعادل لضمان سلامة الأشخاص والمعدات وتحقيق التيار الصفري وعدم ارتفاع الجهد في حالة دائرة القصر لأي الأطوار مع الأرض.

أنواع التأريض

١- التأريض المتعادل (تأريض الخدمة) Function Grounding

وهو عبارة عن توصيل جسم موصل حامل للتيار في الدائرة الكهربائية إلى الأرض من خلال جهاز كهربائي،ويستفاد من كمعادل للحصول على فولتية تساوي فولتية الموصل الحامل للتيار مقسومة عل جذر الرقم ثلاثة ،مثلا أذا كانت الفولتية ٣٨٠ فولت إذا عند عمل التأريض سوف نحصل على ٢٢٠ فولت ،وبذلك يتحقق التيار ألازم لتشغيل المعدات التي تعمل على ٢٢٠ فولت كالإضاءة والأجهزة ..الخ.

٢- التأريض الوقائي أو الواقي Protection Grounding

وهو التأريض جسم موصل غير حامل للتيار الكهربائي إلى الأرض مثل هياكل الأجهزة الكهربائية ويستعمل لحماية الإنسان من التلامس الكهربائي وانتقال التيار الساكنة إلى جسم الإنسان ويعمل على:-

١- منع تشكل أي جهد على الوسط المحيط عند حدوث أي خطا مثلا هياكل المعدات الغير حاملة للتيار الكهربائي ويكون ذلك بربط جميع هياكل المعدات إلى نظام التأريض .

٢- يسمح بتمرير الشحنات الاستاتيكية التي تتشكل على الهياكل المعدنية للمعدات الكهربائية والأجهزة على الأرض.

٣- يعمل على تفريغ الشحنات الكهربائية الناتجة من الصواعق إلى الأرض.

٤- تمرير التيار اللازم لأجهزة الحماية في حالة حدوث دائرة القصر.

٣- التأريض المحلي Local Grounding

يتم التأريض المحلي بالموقع العام في الأبنية الكبيرة أو على مسافات متباينة في المدن حتى تمنع من ارتفاع جهد نقطة التعادل عن قيمة المسموح بها ويتم ذلك من خلال ثلاثة أقطاب نحاسية على شكل مثلث أو على شكل متوازيا على أن لايقل طول الضلع عن ٢ متر ،تدفن داخل الأرض على عمق كبير من سطح الأرض وطبقا للمواصفات المعمول بها حسب الدول ويتم اختياره من النحاس كون مقاومته النوعية قليلة مقارنتا مع المعادن الأخرى بالرغم من أن الذهب اقل مقاومة ولكنة باهظ الثمن وقد يشكل خطورة لتعرضه للسرقة أذا تم استعماله .

يصلح هذا النوع من التأريض للمناطق الصناعية وللمباني الضخمة للاستهلاك الكهربائي علاوة على ذلك أنة هام للمنازل الصغيرة أيضا ويجب أن يكون بإشراف المختصين من دائرة الكهرباء حتى تصبح العملية بدون مقننات وخلافا للفوضى التاريضية وهو ما لايجب أن يسمح بحدوثه خصوصا وان هذا التأريض قد يؤثر بطريق غير مباشر على قيمة التيارات القصرية التي تمر بالمفاتيح الكهربائية وتزيد بقدر غير محسوب ويفوق حدود تشغليها فتؤدي إلى تدميرها.

٤- التأريض الشبكي Grid Grounding

في محطات التوليد أو محطات التوزيع (محطات المحولات) عالية الجهد يستعمل هذا النوع من التأريض كونه أكثر عرضة لتيارات القصر وكون هذا التيارات هائلة القيمة وتعطي جهدا خطرا مع اقل المقاومات ويكون فوق التصور ،ولذلك فعدم عمل هذا النوع داخل المحطات يكون العاملون والمتواجدان في المحطات بخطر كبير.

ويكون هذا النوع بجعل مقاومة التأريض متناهية الصغر ،ويمكن تحقيق هذا النوع بجعل قضبان التأريض مربوطة على التوازي لتقليل مقاومتها إلى النصف . وكذلك يمكن تقليل قيمة محصلة مقاومة التوازي في التأريض الشبكي بان تستغل الأقطاب الرأسية ليخرج منها على طول ارتفاعها عددا أخر من الأقطاب الأصغر لتكون أفقية الوضع فتصبح كلها متوازية التوصيل لتقل المقاومة لكل قطب راسي وبذلك نصل إلى اقل قيم المقاومة الأرضية ونكون قد بلغنا الهدف دون تكلفة تذكر وهذا هو ما يتم بالفعل في المحطات الحالية وبذلك يكون جهد التلامس غير خطير أو ضار وتصبح نقطة المتعادل داخل المحطة آمنة ويستطيع الفرد إن يتعامل معها دون خوف وبأمان كامل.

٥- التأريض الاستاتيكية Static Grounding

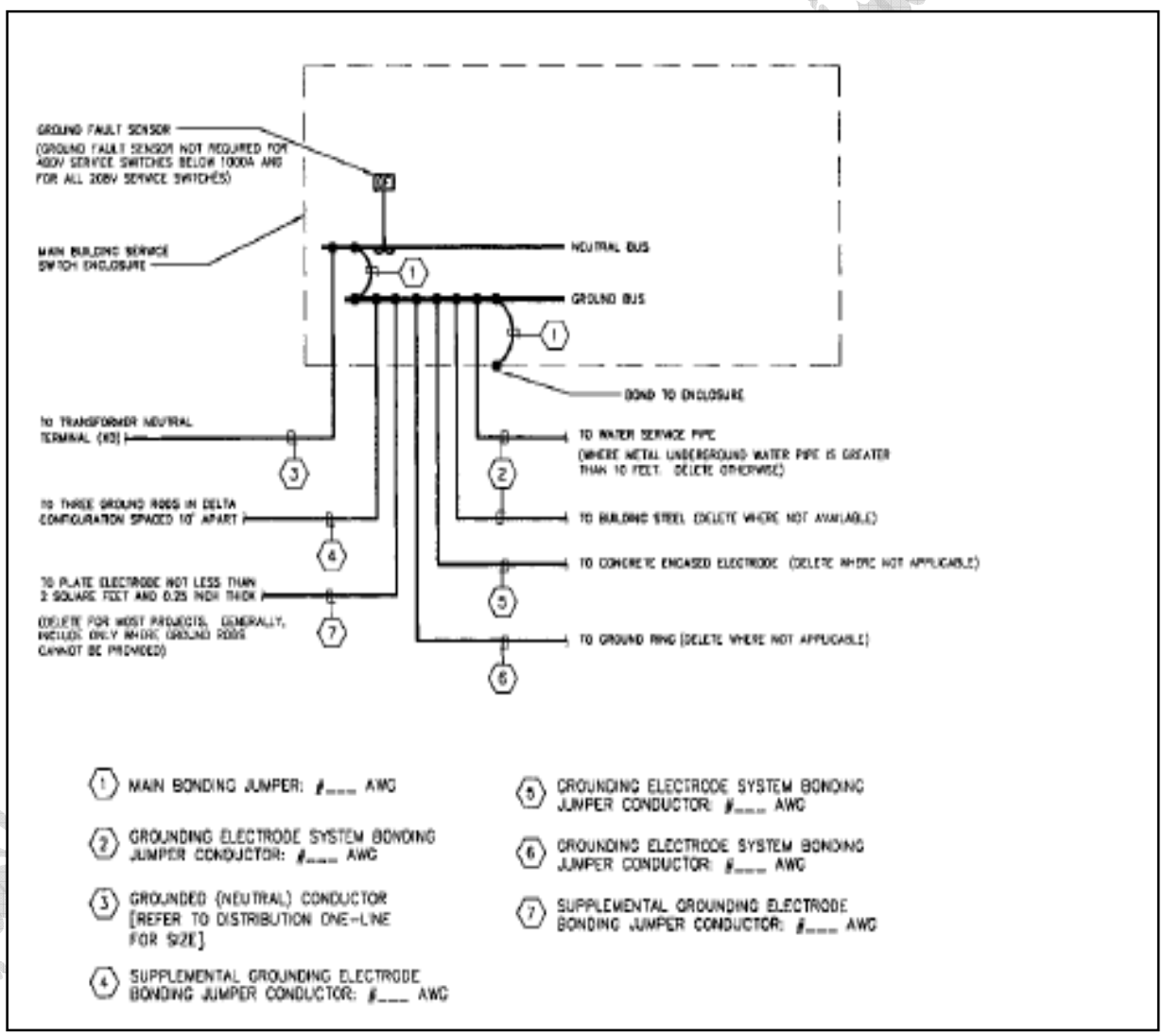
ويستخدم لغرض ضمان تسرب الشحنات المستقرة التي تتولد في الحاويات والأوعية والخزانات إثناء التحميل أو التفريغ حيث إن توفر التأريض الجيد يؤدي إلى تسرب الشحنات المتولد نتيجة حركة السائل داخل هذه الأوعية إلى الأرض وعدم تكون جهد خطر على تلك الأوعية والخزانات والحاويات.

طرق تأريض نقطة المتعادل Neutral مع الأرضي

يتضح مما سبق إن تاريض المنظومة أصبح أمرا ضروريا في عمليات تصميم وأداء وحماية منظومات القوى الكهربائية وطرق عمل التأريض بين نقطة المتعادل والأرض يتم بإحدى الطرق التالية .

١- التأريض المباشر Direct or Solid Grounding

ويتم فيه التوصيل بين نطة المتعادل والأرض بموصل دون وجود أي معاوقة بينهما وكما في الشكل ٦ وكما أسلفنا بان هذه الطريقة تؤدي إلى الخطر على العاملين وذلك عند حصول عطل ارضي (قطع احد الأطوار وتلامسه مع الأرض) فيسبب بتدفق تيار عالي قد يسبب عطل المحولة ، وكذلك صعود فولتيات باقي الأطوار الصالحة عند حصول عطل في احد الأطوار والشكل رقم ٧ يبين كيفية التأريض مع المتعادل والأرضي وكذلك الاستخدامات الأخرى.



شكل رقم ٧

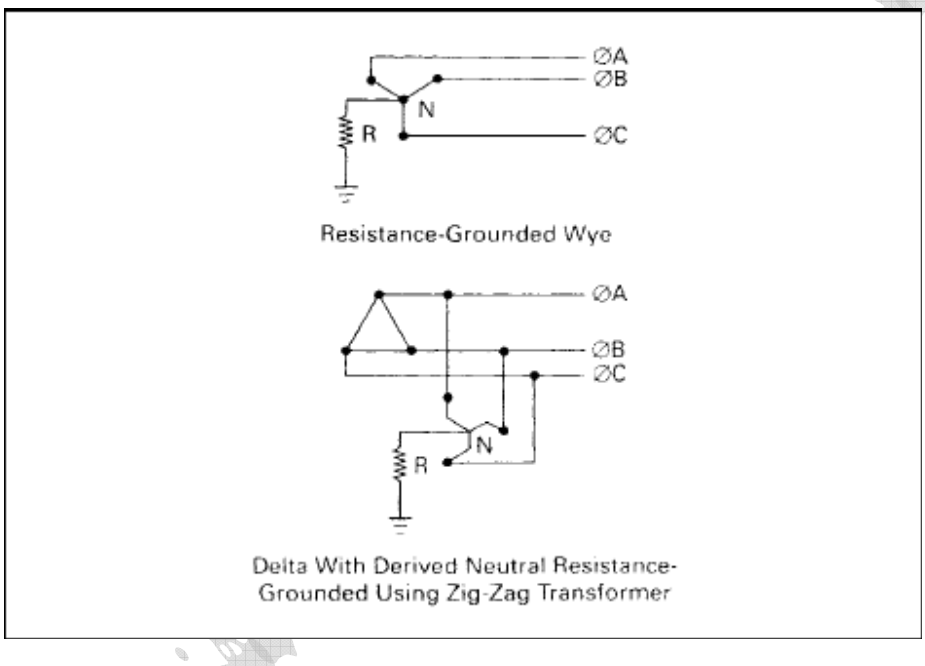
٢- التأريض مع مقاومة Resistance Grounding

ويكون التوصيل لنقطة المتعادل مع الأرضي بواسطة معاوقة معظمها مقاومة ويكون فيها مقاومة الأرضي عالية لغرض تحديد تيار العطل .٨مع وجود مشكلة الحرارة في المقاومة وكذلك حجم المقاومة كما في الشكل ٨.

ويتم حساب هذه المقاومة حسب القانون التالي :

R=١/Cr+Cs+Ct

حيث تمثل C المتسعة بالنسبة للأرض ، وتمثل (R,S,T) الأطوار الثلاثة .



الشكل رقم ٨

٣- التأريض بمفاعله Reactance Grounding

ويكون التوصيل فيه من خلال معاوقة معظمها عبارة عن مفاعله . وتكون ممانعة الأرضي متوسطة بين الأرضي المفتوح والأرضي الصلب ، ولكن يكون سعر هذه المنظومة أعلى من النوع الأول ولكن خصائصه أفضل منة.

٤- التأريض عن طريق ملف كابح القوس (Arc-Suppression Coil)

وهو عبارة عن Reactor يوضع بين نقطة المتعادل والأرضي ويمكن تنغيمه على رنين مع سعة المنظومة عند

حدوث القصر الأرضي وبذلك يمكن كبح القوس الكهربائي في حالة دائرة القصر .

٥- التأريض باستخدام محولات التأريض

في هذه الحالة يستخدم محول زكزاك للحصول على نقطة تعادل للمنظومة في حالة عدم وجود مثل هذه النقطة كما في حالة توصيلة الدلتا مثلا. ويسمى هذا المحول بمحول التأريض حيث يتم بعد ذلك توصيل نقطة المتعادل بالأرض . ويمكن كذلك استخدام محول نجمة / دلتا في عملية الحصول على نقطة المتعادل . ومن أنواع محولات التأريض:

١- محول الزكزاك Zigzag (كما في الشكل ٨).

٢- محول أل Open Delta

٣- محول المعاوقة العالية ، ويستخدم في تاريض المولدات

هذه محولات التأريض وجدت أساسا لغرض تجهيز نقطة المتعادل لغرض إعطاء إمكانية التأريض منها في الأنظمة التي تفتقدها قد تكون هذه المحولات مكونة من ملفين ابتدائي أو ثانوي أو ملف واحد وهنا تكون المحول على شكل

Auto Transformer، وفي النوع ذي الملفين تكون المحولة دلتا/ستار وهنا في ملف ستار والذي هو الملف

الابتدائي يعطينا نقطة المحايد التي يمكن تأريضها .وفي النوع الثاني يتم ربط المحولات بطريقة النجم المتداخل أو ما يدعى الزكزاك .والغاية من المحولات اعلاة تجهيز مسار لتيار الأعطال الأرضية من خلال المحولة ولتحديد إزاحة المحايد ضمن حدود معينة في بعض الأحيان تربط هذه المحولات جهة الضغط الواطئ في جهة الدلتا من محولات نقل الطاقة لإمكانية أعطاء خط تغذية بأربعة أسلاك.

يجب أن تكون ممانعة التأريض (ZI) متساوية على الأقل مع فولتية الطور إلى المتعادل.

المبادئ العامة للتأريض الشبكي

١- تقليل فرق الجهد بين الأجزاء المعدنية المكشوفة المتجاورة وكذلك بينهما والأرض من ناحية أخرى ... ويكون ذلك بين الأجزاء بالربط المتساوي الجهد Equipotent Bondingالمعدنية المتجاورة من ناحية وكذلك ربطها بشبكة

أرضية ذات مقاومة كهربائية واطئة قدر الإمكان من ناحية أخرى حيث يؤدي ذلك إلى تقليل جهد التماس وكذلك جهد

الخطوة(Touch & Step Voltage) وبالتالي إلى حماية الأشخاص من الصعقات المميتة.

٢- تقليل ممانعة قطب الأرضي .. ويكون ذلك باستخدام موصلات للتأريض الشبكي ذات حجوم مناسبة تجعل مقاومتها قليلة إضافة إلى اختبار نوع أقطاب الأرضي المدفونة في الأرض وإعدادها وأعماق دفنها ومناطق دفنها بحيث توفر اقل مقاومة ممكنة إلى كتلة الأرض.

إن تقليل ممانعة دائرة العطب الأرضي تؤدي بالنتيجة إلى سريان تيارات عالية خلالها عند حدوث تماس كهربائي مع الأرض وهذا هو المهم وما نسعى إلية (لتجنب الإخطار على الإنسان) حيث يؤدي ذلك إلى تحسس أجهزة الحماية الكهربائية وبالتالي إلى قيامها بقطع

التيار الكهربائي عن الجزء المعطوب أي عزلة عن الأجزاء السليمة من الدائرة الكهربائية وخلال وقت قصير جدا فتوفر الحماية الكافية للتأسيسات من الإعطاب والحرائق وحماية الأشخاص من خطر الصعقة الكهربائية .وان زمن القطع يتراوح عادة بين جزء من الثانية الواحدة وبضع ثواني ويتناسب عكسيا مع مقدار تيار العطب الأرضي وجهد التماس .

الأجزاء الرئيسية لمانعة دائرة العطب الأرضي

١- نظام (TT)

تكون ممانعة دائرة العطب الأرضي في هذا النوع عبارة عن مقاومة موصلات الدائرة وموصلات التأريض الشبكي وتكون مقاومتها واطئة جدا. ثم مقاومة أقطاب الأرضي عن كل من جهة المصدر (مقاومة نقطة المتعادل للمحولة والأرض) ومن جهة المستهلك ، يفترض إن تكون مقاومتها قليلة (جزء من الاوم لغاية بضعة اومات) إن كانت أقطاب الأرضي بحالة جيدة ، وأخيرا مقاومة منطقة العطب .

في هذه النوع من المنظومات تشكل مقاومة الأقطاب الأرضية الجزء الأكبر من المقاومة الكلية لدائرة العطب الأرضي ، لذا تلعب دورا أساسيا في فعالية التأريض الشبكي ككل ويتطلب الاهتمام بمراقبتها وصيانتها.

٢- نظام (TN)

تتكون دائرة ممانعة العطب الأرضي هنا كليا من موصلات الدائرة وموصلات الشبكة الأرضية إضافة إلى منطقة العطب دون الاعتماد على مقاومة أقطاب الأرضي ، لذا تكون أجهزة الحماية الكهربائية في الدوائر الكهربائية المرتبطة بهذه المنظومات ذات تحسس وفعالية اكبر في عزل العطب الأرضي من مماثلتها من النوع الأول .

أدوات التأريض

١- موصل التأريض Grounding Conductor

يقوم موصل التأريض بالتوصيل بين الأجهزة أو المعدات أو الأجسام المعدنية المراد تأريضها أو أي شيء آخر مراد تأريضة وقطب التأريض وتحدد مقاومته حسب نوع الاستخدام ويفضل أن تكون مقاومته قليلة و يكون موصل التأريض على عدة أنواع منها:

أ- سلك مجدول من النحاس أو الألمنيوم معزول بمادة بلاستيكية باللون الأخضر أو الأخضر مع الأصفر ويتم تمديده مع موصلات الدوائر الكهربائية وكذلك لربط لوحات التوزيع الفرعية والرئيسية ومنظومة الأرضي الأخرى.

ب- حصيرة مجدولة عارية من النحاس أو الحديد المغلون تستخدم لربط الأجزاء المتحركة مع الأجزاء الثابتة مثل الأبواب والمحركات الكهربائية المتحركة وغيرها كما في الصورة (٦).

صورة رقم (٦)

ج- شريط مصمت عريض كما في الصورة رقم (٥) نحاسي أو من الألمنيوم يستخدم لربط المستقبلات الخاصة بمنظومة الصواعق أو للمساعدة في عملية التأريض مثلا حول المواقع المبنى أو خلال حديد التسليح أو يستخدم كذلك لربط منظومة الأرضي مع لوحات التوزيع الرئيسية .

د- سلك مجدول من النحاس أو الألمنيوم غير مغلف بمادة بلاستيكية (عاري) يستخدم لنفس الغرض في (ج) كما في الصورة رقم (٥).

الجدول التالي(جدول رقم ٢) يوضح مقاطع موصلات التأريض الواجب استعمالها بالنسبة لمقاطع الموصلات الحاملة للتيار (مثلا عندما يكون سلك التيار ٢٠ملم٢ يجب أن لا يقل سلك التأريض عن ١٦ ملم٢).

الموصل النحاس الحامل للتيار ملم٢	الموصل الأرضي الرئيسي ملم٢		الموصل النحاس الحامل للتيار ملم٢	الموصل الأرضي الرئيسي ملم٢
١	١		٥٠	٢٥
١,٥	١,٥		٧٠	٣٥
٢,٥	٢,٥		٩٥	٥٠
٤	٤		١٢٠	٧٠
٦	٦		١٥٠	٧٠
١٠	١٠		١٨٥	٩٥
١٦	١٦		٢٤٠	١٢٠
٢٥	١٦		٣٠٠	١٥٠
٣٥	١٦		٤٠٠	١٨٥

جدول رقم٢

التيار الكهربائي المسموح مروره في موصلات التأريض

هنالك تيار يسمح بمروره خلال موصل التأريض يضمن سلامة وعمل أجهزة الحماية وسلامة الأشخاص وسوف نتطرق لاستخدام موصل النحاس والألمنيوم لكونهما أكثر استخداما في منظومات التأريض كما في الجدول رقم (٣).

مقطع موصل التأريض ملم٢	التيار المسموح لمدة طويل (أمبير)		التيار اللحظي المسموح خلال ثانية واحدة (أمبير)	
	نحاس	ألمنيوم	نحاس	ألمنيوم
١٦	١٥٠	-----	٢٥٠٠	-----
٢٥	٢٠٠	١٦٠	٤٠٠٠	٢٧٠٠
٣٥	٢٨٠	٢٠٠	٥٥٠٠	٣٧٠٠
٥٠	٤٨٠	٢٥٠	٨٠٠٠	٥٣٠٠
٧٠	٥٩٠	٣٢٠	١١٥٠٠	٧٤٠٠
٩٥	٧٨٠	٤٣٠	١١٦٠٠	١٠٥٠٠
١٥٠	١٠٥٠	٦٢٠	٢٧٥٠٠	١٨٣٠٠
١٨٥	١٣٨٠	٧٦٠	٣٢٥٠٠	٢١٠٠٠

جدول رقم ٣

٢- قطب التأريض Grounding Electrode

هو الجزء الذي يكون على اتصال مع الأرض أو يدفن داخ الأرض لتحقيق الاتصال الأرضي وتختلف أنواعه واستخداماته ،ويمكن استخدام الأنواع التالية كقطب ارضي.

أ- الوسائل التالية والمتوفرة في اغلب المباني :-

١- تمديدات أنابيب المياه والمجاري المعدنية(يجب ربط أنابيب الماء والغاز مع نظام معادلة الجهد قبل استخدامها) .

٢- القضبان الحديدية المستخدمة في التسليح الكونكريتي للمباني.

٣- موصل معدني يتم تمديده حول المبنى وعلى عمق ٧٥ سم من سطح الأرض .

ب- أقطاب تأريض صناعية Industrial Electrode

وهي أقطاب مصنوعة بأطول وأحجام مختلفة حسب نوع الاستخدام وتصنع من النحاس أو الحديد المغلون وهي على أنواع منها :-

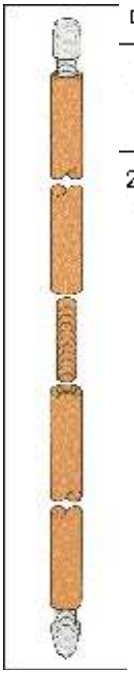
١- قضيب تاريض صناعي

وهو عبارة عن قضيب من النحاس أو الألمنيوم أو الحديد المغلون يكون مصمت أو مجوف على شكل اسطوانة وتبين الصورة رقم (٧+٨) بعض الأنواع مع الأطوال المختلفة،ويجب إن يكون ذو دعامة ميكانيكية قوية وذلك لكي تحمل عملية الطرق في الأرض (وقد تم التغلب على مشكلة الدعامة الميكانيكية وذلك باستخدام أجهزة طرق هوائية يتم تعشيق القضيب داخلها لتقوم هذه الأجهزة بعملية الحقن للقضيب داخل الأرض) ،يختلف طوله وقطرة حسب المقاومة المراد إيجادها أو تحقيقها (سوف يتم شرحها لاحقا)،ويدفن بصورة رأسية ملامسة للتربة إما أذا كانت الأرض صخرية فيمكن وضعها بصورة مائلة بدرجة ٤٥ درجة عن المستوى الرأسي ، أو يتم حفر حفرة عمقها لا يقل عن ٧٥ سم عن سطح الأرض ثم يدفن القضيب.

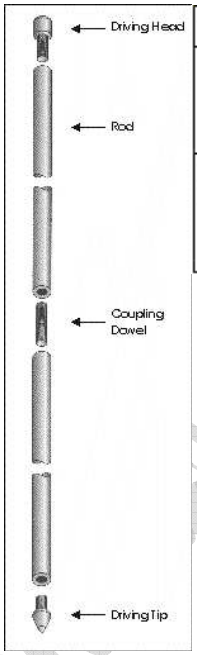
DIMENSION ROD SIZE (DIA x LENGTH)	ACTUAL ROD DIA "S"	THREAD DIA "T"
9.5 x 1200 (UN-THREADED)	9.5	-
9.5 x 1800 (UN-THREADED)	9.5	-
14 x 1200	12	14
14 x 1500	12	14
14 x 1800	12	14
14 x 2000	12	14
14 x 2400	12	14
5/8" x 4'or 16 mm x 1200	14.2	5/8"
5/8" x 5'or 16 mm x 1500	14.2	5/8"
5/8" x 6'or 16 mm x 1800	14.2	5/8"
5/8" x 8'or 16 mm x 2400	14.2	5/8"
5/8" x 10'or 16 mm x 3000	14.2	5/8"
5/8" x 4'or 16 mm x 1200	16	5/8"
5/8" x 5'or 16 mm x 1500	16	5/8"
5/8" x 6'or 16 mm x 1800	16	5/8"
3/4" x 4'or 19 mm x 1200	17.2	3/4"
3/4" x 5'or 19 mm x 1500	17.2	3/4"
3/4" x 6'or 19 mm x 1800	17.2	3/4"
3/4" x 8'or 19 mm x 2400	17.2	3/4"
3/4" x 10'or 19 mm x 3000	17.2	3/4"

ROD SIZE "S"	LENGTH
12	1200 (4 ft) or 1800 (6 ft) or 2400 (8ft)
14	1200 (4 ft) or 1800 (6 ft) or 2400 (8ft)
16	1200 (4 ft) or 1800 (6 ft) or 2400 (8ft) or 3000 (10 ft)
19	1200 (4 ft) or 1800 (6 ft) or 2400 (8ft) or 3000 (10 ft)

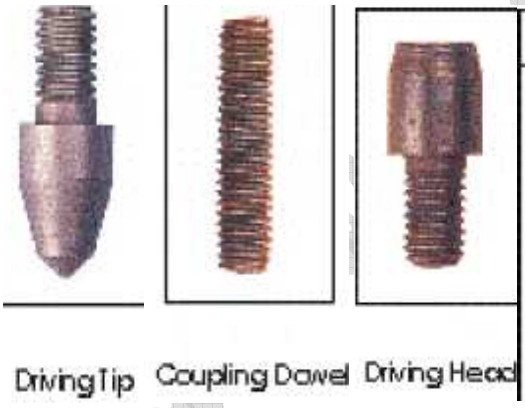
صورة رقم (٧)



DIMENSION	ROD DIA.	ITEM
16 x 1200 or 16 x 4 ft	15 mm	1200 mm or 4 ft
20 x 1200 or 20 x 4 ft	20 mm	1200 mm or 4 ft



DIMENSION	ROD DIA.
16 x 1200 or 16 x 4 ft	15 mm
20 x 1200 or 20 x 4 ft	20 mm



SIZE	ITEM
15 mm	Driving Head
20 mm	Driving Head
15 mm	Coupling Dowell
20 mm	Coupling Dowell
15 mm	Driving Tip
20 mm	Driving Tip

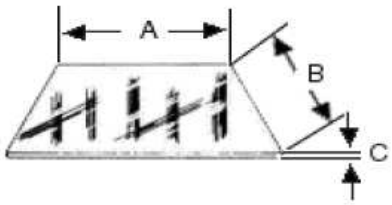
يستخدم ضد التآكل (في التربة المالحة جدا)

صورة (٨)

٢- لوح التأريض Plate Electrode

وهو على نوعين :-

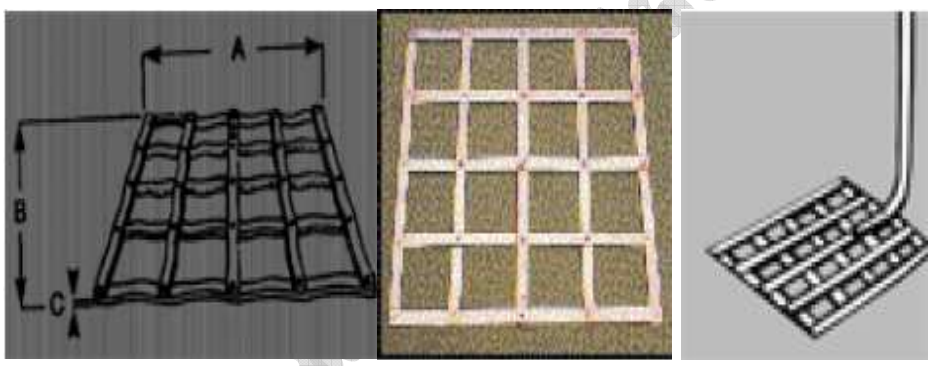
أ- لوح معدني من الحديد المغلون بسمك لايقل عن ٦,٣٥ ملم أو النحاس بسمك ١,٥ ملم كما في الصورة رقم (٩) . هنا يجب مراعاة المساحة المعرضة للتربة ويجب أن لاتقل عن ٠,١٨٦ م٢ .



SIZE (A x B x C)
600 x 600 x 1.5
600 x 600 x 3
600 x 600 x 5
500 x 500 x 3
500 x 500 x 5
900 x 900 x 3
900 x 900 x 5
1000 x 1000 x 3
1000 x 1000 x 5

صورة رقم (٩)

ب- مشبك معدني متكون من عدة شرائط نحاسية بسمك ٣ ملم ومربوطة بشكل محكم فيما بينها كما في الصورة رقم (١٠).

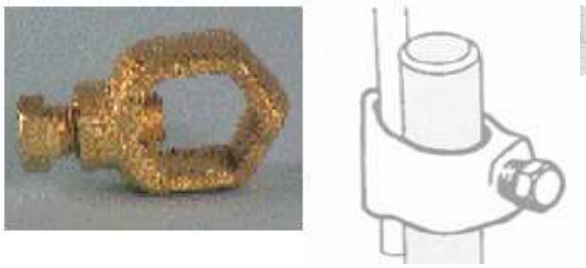


SIZE (A x B x C)
600 x 600 x 3
900 x 900 x 3
500 x 500 x 3

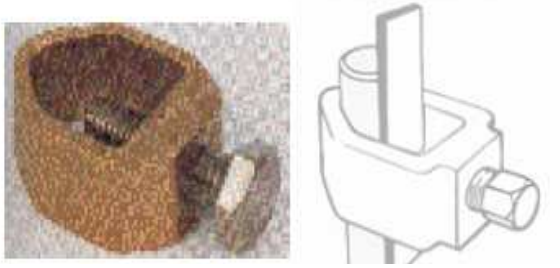
صورة رقم ١٠

٣- أدوات الربط Connection Parts

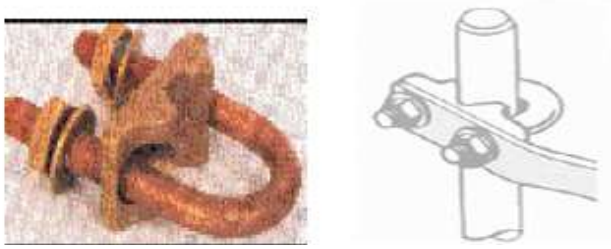
تستخدم أدوات الربط لربط الموصلات بقطب التأريض ويجب أن تكون من نفس المادة المصنعة للموصل ولقطب التأريض كما في الصورة رقم (١١-٢٠).



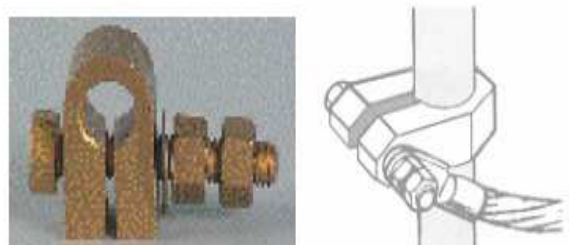
صورة رقم١١



صورة رقم ١٢

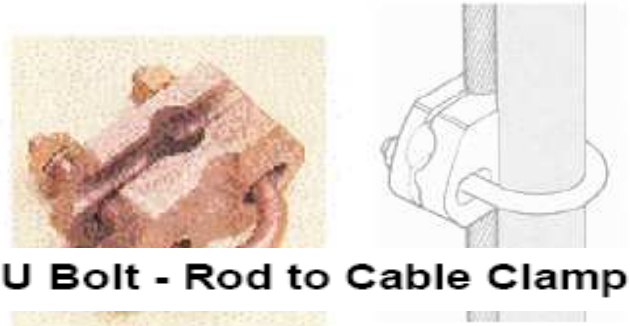


صورة رقم ١٣

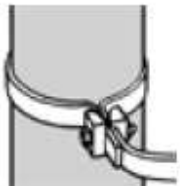


صورة رقم ١٤

صورة رقم ١٥



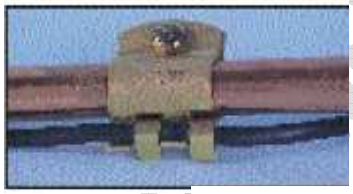
صورة رقم ١٦



Rain Water Pipe Bond

صورة رقم ١٨

صورة رقم ١٧



Brass Cable Clip

صورة رقم١٩

Fasteners and Fixings

صورة رقم ٢٠

مقاومة منظومة التأريض

هذا هو الموضوع الذي يجب تحقيق عند عمل منظومة الأرضي لكون نجاح المنظومة أو فشلها يعتمد علية وعلى أساسة تحدد أنواع المنظومات وطريقتها .وتتكون مقاومة منظومة التأريض من .

١- مقاومة قضيب التأريض ومقاومة الموصلات المربوطة مع القضيب.

٢- مقاومة التلامس بين قضيب التأريض والتربة.

٣- مقاومة الأرض المحيطة بقضيب التأريض.

وكما أسلفنا سابقا إن طول القضيب الأرضي له تأثير كبير بتقليل مقاومة الأرضي لزيادة المساحة السطحية وبلوغ قضيب التأريض مسافة اقرب إلى باطن الأرض.

كذلك إن مقاومة قضيب التأريض والموصلات المربوطة معه ليست كبيرة بل يمكن اعتبارها مهملة ،وكذلك مقاومة التلامس بين القضيب والتربة تكون صغيرة هي الأخرى أي إن مقاومة الأرضي تكمن في مقاومة التربة المحيطة بقضيب التأريض ،ويمكن اعتبارها(مقاومة التربة المحيطة بقضيب التأريض) مجموعة من القشرات المحيطة بقضيب التأريض فكلما زادت المساحة السطحية للقشرة قلت مقاومتها أي أن مقاومة الأرض تكون غير خطية بمعنى أنها تكون صغيرة قرب مركز الأرض والعكس صحيح.

المقاومة النوعية للتربة

تؤثر المقاومة النوعية للتربة على مقاومة الأرضي وهي من أهم المؤثرات وتمكن المشاكل الخاصة بالتأريض بتقليل هذه المقاومة وتعتمد المقاومة النوعية التربة على عدة عوامل منها:-

١- نوع التربة.

٢- رطوبة التربة أو مستوى الماء في التربة.

٣- المقاومة النوعية للسوائل الموجودة في التربة.

٤- حرارة التربة.

٥- الفصل من المناخ (صيف،شتاء،خريف،ربيع).

كذلك فأن متوسط القيمة لمقاومة الترب المختلفة تبين في الجدول رقم ٤ كذلك القيم التقريبية .

نوع التربة	المقاومة النوعية (أوم.متر)	
	القيمة التقريبية	القيمة المتوسطة
تربة رطبة	١٠ ـــ ٥٠	٣٠
تربة طينية زراعية	٢٠ ـــ ٢٠٠	١٠٠
تربة رملية رطبة عمق ٢ متر	٢٠٠ ـــ ٦٠٠	٤٥٠
تربة رملية جافة	٥٠٠ ـــ ١٥٠٠	١٠٠٠
صخر جامد عمق ٢متر	٢٠٠ ـــ ٢٠٠٠	١٥٠٠
تربة حجرية	٣٠٠ ـــ ٨٠٠	٣٠٠٠
تربة صخرية	مقاومة عالية جدا	----

جدول رقم ٤

طرق خفض مقاومة التأريض :

بعد الانتهاء من تأريض المبنى واللوحات الرئيسية والفرعية يتم قياس مقاومة التأريض بواسطة أجهزة خاصة بذلك فإذا لوحظ أنها تزيد عن الحد المسموح به وهو ٢٥ أوم فإنه يلزم خفض هذه القيمة باستخدام طريقة أو أكثر من الطرق التالية :

(علما تختلف المواصفات والقياسات بخصوص مقدار المقاومة الواجب تحقيقها عن بعضها البعض فمثلا المواصفات البريطانية توجب تحقيق مقاومة لا تزيد عن خمسة أوم).

* زيادة قطر قضيب التأريض :

زيادة قطر قضيب التأريض لتزيد المساحة المعرضة لملامسة التربة إلا أن زيادة قطر القضيب لا يتبعها خفض ملموس في مقاومة التأريض بالإضافة إلى أنه لا يفضل استخدام أقطار أكبر من ١٨مم.

* زيادة طول قضيب التأريض :

يمكن أن يتم ربط أكثر من قضيب عن طريق جلبه وصل من نفس المعدن للحصول على الطول المناسب ورغم أن الطول الموصى باستخدامه في (NEC) هو ٢٤٠سم للتربة العادية إلا أنه يمكن زيادة هذا الطول إلى ١٥ متر لأنواع التربة الرديئة.

* زيادة عدد قضبان التأريض :

يمكن استخدام أكثر من قضيب مدفون في الأرض على مسافات لا تقل عن ٢٤٠سم بين القضيب والآخر وذلك للحصول على أفضل قيمة ممكنة لمقاومة التأريض.

* معالجة التربة كيميائياً :

تعالج التربة المحيطة بقضيب التأريض كيميائياً للحصول على مقاومة للتأريض بأحد الطرق التالية :-

أ) تعمل حفره مجاورة لقضيب التأريض وتبعد عنه بمسافة لا تزيد عن ١٠سم وتملأ بأملاح كبريتات المغنيسيوم أو كبريتات النحاس أو ملح صخري حتى منسوب ٣٠سم من سطح الأرض ويصعب تنفيذ هذه الطريقة في حالة عدم توفر فراغ كافي بجوار قضيب التأريض .

ب) أو يتم عمل خندق دائري حول قضيب التأريض بحيث لا يقل القطر الداخلي للخندق عن ٤٥سم وعمق ٣٠سم . ويملأ هذا الخندق بالمواد الكيميائية السابق ذكرها . ويجب ألا يكون هناك اتصال مباشر بين المواد الكيمائية وقضيب التأريض حتى لا يتسبب في تكوين طبقة من الصدأ على ذلك القضيب . والكمية التي يفضل وضعها تكون في حدود ١٨ إلى ٤٠ كيلو جرام من مادة كبريتات النحاس لرخص ثمنها وجودة توصيلها الكهربائي ويستمر مفعول هذه الكمية لمدة سنتين ثم يكرر وضعها مرة أخرى .ويتم غمر بئر التأريض في بادئ الأمر بالماء حتى يساعد على تسرب المواد الكيميائية للتربة أما بعد ذلك فإن مياه الأمطار كافية للقيام بهذه العملية.

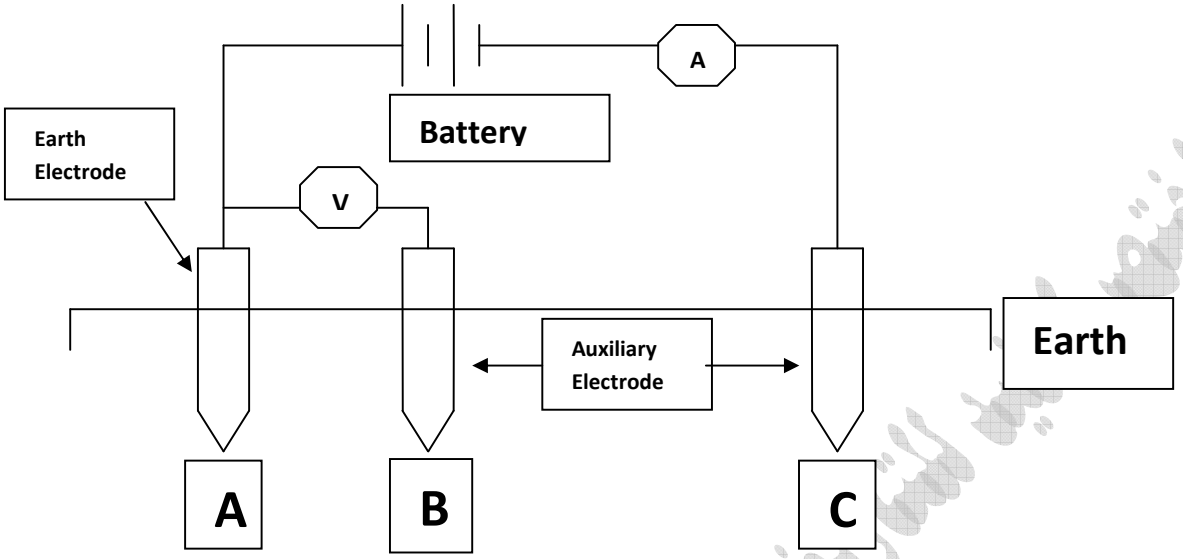
طرق قياس مقاومة الأرضي.

توجد عدة طرق لقياس مقاومة الأرضي ونظرا لتطور الأجهزة الخاصة بقياس مقاومة الأرضي نحاول إن ندرج الطرق العملية للقياس كما يلي:

١- طريقة هبوط الجهد fall potential method

يوضح الشكل رقم ٩ الدائرة الكهربائية التي تستخدم لهذا القياس وهي عبارة عن إضافة أقطاب مساعدة لقياس مقاومة القطب المراد حساب مقاومته بقانون أوم .

Ra=Vab/I بحيث يمر تيار من القطب a إلى القطب c عن طريق الأرض ، يربط جهاز فولت ميتر بين القطب a و b وذلك لقياس فرق الجهد بينهما ، وكذلك نقوم بربط بطارية وأميتر على الأقطاب a و c لقياس فرق الجهد الناتج في جهاز الفولتميتر وعند التطبيق بالقانون اعلاة نحصل على مقاومة القطب a وهي المراد حسابها .



شكل رقم ٩

٢- جهاز اختبار الأرضي Earth Tester

توجد عدة أنواع لقياس المقاومة للتأريض ولكل جهاز طريقة خاصة حسب الشركات المصنعة وأنا سوف أدرج الجهاز الخاص بي كما في الصورة رقم ٢١.

صورة رقم ٢١

* الحماية من تيار التسرب الأرضي :

١- قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي :

يتم حماية الدوائر الكهربائية الفرعية بقواطع فرعية عادية سعة ١٥ أمبير أو ٢٠ أمبير إلا أنها قيمة مرتفعة جداً بمقارنتها بما ينتج عنها من أخطار حيث أن مرور تيار كهربائي صغير في حدود ٦٠ مللي أمبير في جسم الإنسان يسبب وفاته.

ولهذا يفضل استخدام قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي ، وهذه القواطع مماثلة للقواطع العادية من حيث الشكل إلا أنها حساسة جداً لمرور التيار الكهربائي (مهما صغرت قيمته) في أي مسار يختلف عن الموصل المحدد لمروره كان يكون هذا المسار من خلال جسم الإنسان مثلاً. وفي هذه الحالة ، عند مرور تيار بسيط قد يصل إلى جزء من الملي أمبير فإن هذا النوع من القواطع يفصل الدائرة .

٢- أنواع قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي :

لهذه القواطع نوعان :

النوع الأول : يستطيع فصل الدائرة عندما تكون قيمة التيار المار فيها بحدود ٦ مللي أمبير.

النوع الثاني : يصلح لفصل الدوائر التي يزيد تيارها عن ٢٠ مللي أمبير ويوصي NEC باستخدام قواطع الحماية من تيار التسرب الأرضي في بعض الدوائر الكهربائية للمباني التجارية والسكنية وخاصة الموجودة في الأماكن المبتلة.

٣- العلاقة بين شدة تيار التسرب الأرضي ومدة سريانه في جسم الإنسان .

فيما يلي جدول يوضح تأثير مرور تيار التسرب الأرضي في جسم الإنسان كما في الجدول ٥ :

تيار التسرب (مللي أمبير)	مدة سريان التيار	التأثير البيولوجي على جسم الإنسان
٠ — ٠,٥	مستمر	التيار غير محسوس وليس له تأثير
٠,٥ — ٥	مستمر	يبدأ الجسم بالإحساس بالتيار ويمكن للإنسان التخلص من المصدر إلا أنه يترك آثاراً في مكان التلامس
٥ — ٣٠	عدة دقائق	يصعب الانفصال عن مصدر الكهرباء

		ويسبب ارتفاع ضغط الدم وضيق تنفس
٣٠ – ٥٠	بضع ثواني	عدم انتظام نبض القلب – يرتفع ضغط الدم مع إغماء
٥٠ – عدة مئات	أقل من مدة النبضة	الشعور بصدمة قوية
	أطول من مدة النبضة	إغماء مع ظهور آثار عند نقط التلامس
أكثر من عدة مئات	أقل من مدة النبضة	إغماء مع ظهور آثار عند نقط التلامس
	أطول من مدة النبضة	إغماء – موت أو حريق

الجدول رقم ٥

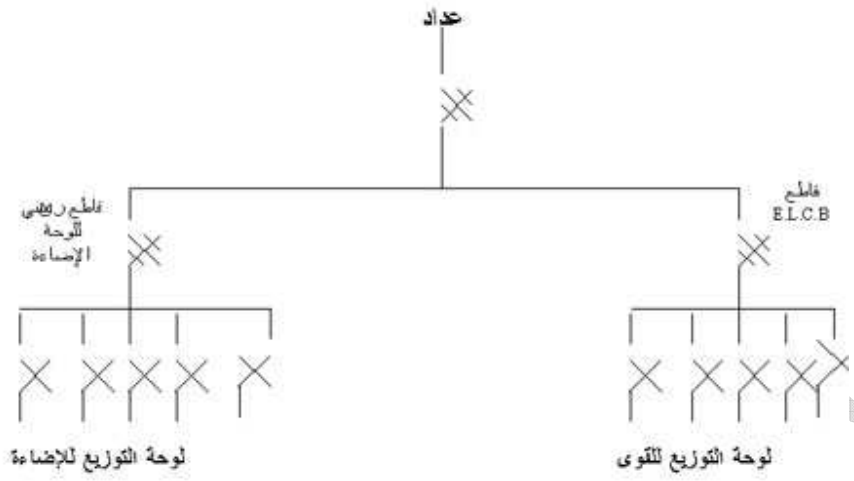
٤- أماكن تركيب قواطع الحماية ضد التسرب الأرضي ELCB (Earth Leakage Circuit Breakers)

يمكن أن يوضع قاطع ELCB على الخط الرئيسي للوحة التوزيع وفي هذه الحالة تكون حمايته شاملة لجميع الدوائر كما في الشكل ١٠ .

شكل رقم ١٠

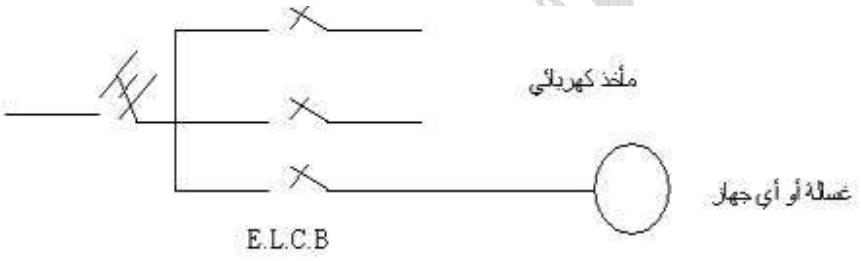
ومن مساوئ هذه الطريقة أنه لو كان هناك أي تسرب للأرض من وحدة إضاءة مثلاً فإن ذلك يتسبب في قطع التيار الكهربائي عن كل اللوحة.

ب) أن يكون هناك لوحتان متجاورتان إحداهما للإضاءة والأخرى للقوى ويوضع قاطع ELCB قبل لوحة القوى بحيث يحمي فقط الأجهزة والآلات الكهربائية التي تتصل بدوائر القوى كما في الشكل رقم ١١.



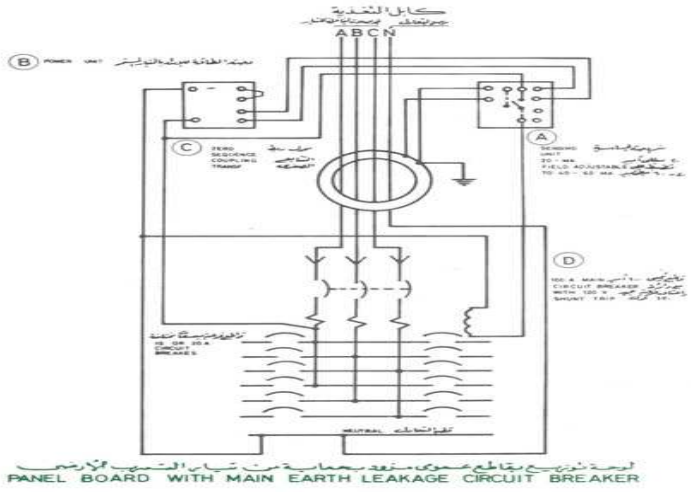
شكل رقم ١١

ج) يمكن أن يستخدم قاطع ELCB لحماية جهاز معين فقط كغسالة مثلاً ويتم ذلك بتوصيلة قبل المآخذ الكهربائية والغسالة أو أي جهاز آخر يراد حمايته بشرط أن يتم توصيل الجهاز بالأرض كما في الشكل رقم ١٢ .



شكل رقم ١٢

كما يمكن أن يستخدم لحماية جزء من سكن أو مبنى أو فراغات معينة كما في الشكل رقم ١٣



شكل رقم ١٣

الخاتمة

التأريض من ضروريات السلامة للأفراد والآلات ولا يتطلب توفير الكلفة المالية العالية ،علما أن في الدول الأوربية يرفض أي مخطط أو أي مشروع لا يحتوي على نظام التأريض ، وهو مهم للسلامة من أخطار الصواعق والكهرباء الساكنة أو في حالة العطب لأي من خطوط نقل الطاقة .

والتاريض متكون من سلك موصل وقضيب ارضي يدفن في الأرض حسب الشروط والمواصفات لتحقيق مقاومة ارضي معينة وتوجد أنواع عديدة من الأدوات وحسب التطور والحالة الاقتصادية . لذا ننصح بان يتم دراسة الأرض قبل تصميم أي من منظومات التأريض لكي يكون الاختيار الأمثل لمكونات المنظومة من حيث الكفاءة والكلفة الاقتصادية .

وهنالك مشاكل كثيرة تحدث بسبب هبوط الفولتية أو بسبب هبوط الجهد في المنازل أيام فصل الصيف وفي أوقات الذروة وتؤدي لعدم تشغيل الأجهزة بصورة صحيحة وخاصة في بلدي العراق ، فان للتأريض وظيفته الممتازة بالحفاظ على فولتية الخط ثابتة في حالة تأريض المتعادل .

وأخيرا أتمنى أن أكون قد وفقت إلى ما هو مفيد ومثمر في مجال التأريض .

ونسألكم الدعاء

المصادر والمراجع

١- Electrical Engineer's portable Handbook

٢- British Standard(BS ٧٦٧١ and BS ٧٤٣٠.)

٣- Earthing systems worldwide an evolutions

٤- Grounding Methods for Electric Supply and Communications Facilities(NEC Standard)

٥- موقع التقنية الهندسي الالكتروني

٦- موقع المهندس الالكتروني

الإهداء

إلى روح الشهيد ضياء شهد الخفاجي (رحمة اللة)
وإلى والدي ووالدتي العزيزة والى أصدقائي الذين ساهموا معي في أعداد هذا البحث واخص منهم المهندس قصي عباس الخفاجي والمهندس دريد مزاحم الربيعي.

المختصر المفيد التأريض ومانعة الصواعق / المهندس علي شريف الحلفي