

الصواعق

الصاعقة عبارة عن تفريغ هائل للشحنة الكهربائية بين غيمة وأخرى أو بين غيمة والأرض، عندما يكون الوسط بينهما مشبع بالرطوبة. تكون الصاعقة بالبداية على شكل جبهة مشحونة كهربائياً، ثم تتقدم ببطء نحو الأرض مؤينة بطريقها الهواء المحيط، مما يسبب تشكل بداية لقناة متأينة، تتقدم هذه القناة أكثر فأكثر حتى تصل لأقرب نقطة أرضية (برج عال أو لاقط معدني مثلاً)، بعدها تتفرغ وبسرعة هائلة (١٥٠ كم/سا) شحنة القناة مسببة هزة ميكانيكية كبيرة.



قد تؤدي الصواعق إلى أضرارٍ ماديةٍ كبيرةٍ ومكلفةٍ للغاية، ناهيك عن أضرارها المحتملة على البشر، فقد سبق وتسببت بحالاتٍ من الوفيات، ومن الطبيعي مع وجود كل هذه المخاطر أن تتواجد تقنياتٍ وابتكاراتٍ للحماية من مخاطر الصواعق الطبيعية، وبالفعل؛ فإنّ مانع الصواعق كان الحل والجواب.

تعريف مانع الصواعق

مانع الصواعق هو قضيبٌ معدنيٌّ (عادةً من النحاس) يحمي البناء الذي يتواجد عليه من أضرار البرق والصواعق عن طريق اعتراضها وتوجيه تياراتها وتشتيتها في الأرض، ولأن الصواعق تميل إلى ضرب أعلى شيءٍ في المنطقة عادةً ما يتم وضع الموانع على قمة المباني وعلى طول أطرافها بحيث يتم توصيلها بالأرض بواسطة كبلاتٍ مقاومة منخفضة، وفي حالة المباني بشكلٍ خاص فيتم اعتبار التربة على أنها الأرض للمانع، وبالنسبة للسفن يتم الاعتماد على المياه.

يوفر مانع الصواعق وموصلات التأريض المرتبطة به الحماية من ضربات البرق؛ ذلك أنّها تحرف التيار عن الأجزاء غير الموصلة للبناء أو الهيكل المحمي، مما يسمح له باتباع المسار الأقل مقاومةً ويمر بطريقةٍ غير ضارةٍ عبر المانع والكابلات.

إن الموانع تقدم حمايةً عاليةً للمواد غير الموصلة التي تسخن بمرور التيار الكهربائي عبرها مما يؤدي إلى نشوب حريقٍ وأضرارٍ أخرى.

في الهياكل التي يقل ارتفاعها عن ٣٠ مترًا (حوالي ١٠٠ قدم) يوفر مانع الصواعق مخروطًا من الحماية تمتد بما يعادل ارتفاعه عن الأرض، أما في المباني الأطول تمتد منطقة الحماية على بعد حوالي ٣٠ مترًا فقط من قاعدة الهيكل

كيفية عمل مانعة الصواعق

تعدّ مانعة الصواعق إحدى أهمّ وسائل حماية الإنسان من الخطر الناجم عن حدوث الصواعق في [فصل الشتاء](#)، وفي شتّى بقاع العالم، ويظهر خطر الصواعق من خلال الكميّة الكبيرة من الشحنة الكهربائية التي تحملها، والتي يتم تفريغها في الأجسام التي تصطدمُ بها الصاعقة عند حدوثها، أمّا كميّة عمل مانعة الصواعق فتكون كما يأتي.

يتمّ صناعة مانعة الصواعق من مواد معدنية، وتكون على شكل رأس مدبب أعلى القطعة المعدنية التي يتم تثبيتها في البنايات العالية، وتتم من خلال هذه الأداة عملية تفريغ الشحنات الكهربائية عن طريق وجود الخواصّ الفيزيائية لحركة الشحنات الكهربائية في المواد الموصلة [للتيار الكهربائي](#)، وهذا ما يجعل الشحنات تتوزع بشكل منتظم على السطح الخارجي للمواد الموصلة، الأمر الذي يجعل الرأس المدبب الذي يحتوي على التقوسات الأكبر يحمل أكبر كمية من الشحنات التي تحتوي عليها الصاعقة عند حدوثها.

عند حدوث الصاعقة تعمل مانعة الصواعق على الحدّ من التأثير التدميريّ الذي يُمكن للصاعقة إحداثه، من خلال امتصاص صدمة الصواعق الكهربائية، وتفريغها بالأرض بدلاً من انتشار الشحنة الكهربائية الهائلة التي تحويها الصواعق على المباني أو الأشخاص الموجودين في موضع حدوثها، وهذا ما يسمّى بمبدأ التأريض الذي يُوضع في العديد من الأجهزة الكهربائية التي تحتاج إلى طاقة كهربائية عالية لتشغيلها، حتى يتم تفريغ الشحنات الكهربائيّة الزائدة في الأرض بدلاً من انتقالها إلى الإنسان، وتأثيرها على صحته بشكلٍ سلبيّ.

معلومات عامة عن الصواعق

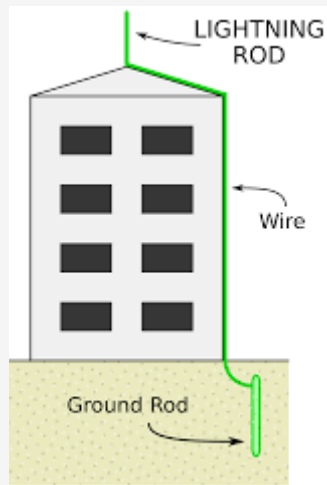
هناك صواعق تكون مُحَمَّلة بالشحنات السالبة، وتحتوي ما قيمته ٣٠ كيلو أمبير، وتنقل ما يعادل ٥ كولومات كهربائية و ٥٠٠ جول من الطاقة الكهربائية، أما بالنسبة للصواعق التي تكون محملة بالشحنات الكهربائية الموجبة، فإنها تحوي ما قيمته ٣٠٠ أمبير كهربائي، وهذا ما يعادل ١٠ أضعاف قوة الصواعق التي تحتوي على شحنات سالبة.

تدوم مدة الضربات الناتجة عن الصواعق الكهربائية ما قيمة ٣٠ ميكرو ثانية، وتصل درجة حرارة الهواء في المناطق القريبة من حدوث البرق ما يساوي ٣٦٠٠٠ درجة فهرنهايتية، وهذا ما يعادل ثلاثة أضعاف درجة حرارة سطح الشمس، وهنا يظهر الأثر التدميري الهائل الذي يمكن للصاعقة أن تؤثر به على ما تصيبه، ليرز دور مانعة الصواعق في الحد من هذه الآثار المدمرة

آلية عمل مانع الصواعق

نستطيع أن نتحدث باختصارٍ قدر الإمكان عن طريقة عمل موانع الصواعق، بالقول أنها محطة هوائية توفر حماية خارجية للمبنى أو الهيكل من تأثيرات الصواعق المباشرة، ولحدوث ذلك يجب تثبيت قضيب البرق دائماً على أعلى نقطة في المبنى أو الهيكل الذي نحتاج إلى حمايته وسيكون بدوره مسؤولاً عن التقاط البرق والصواعق عند وصولها إلى الأرض وإدارتها بأمان.

من أجل التقاط هذا التفريغ من الصواعق، يحتوي قضيب البرق على طرف وجسم معدني متصلان بواسطة شبكة توصيل بنظام التأريض ذو مقاومة منخفضة (أقل من ١٠ أوم "وحدة لقياس المقاومة الكهربائية") حيث يتبدد تفريغ البرق.



في ظروف العاصفة يحدث جهدٌ كهربائيٌ عالي بين نظام الأرض والغيوم بسبب العدد الكبير من الشحنات الكهربائية الموجودة في قاعدة الغيوم وعلى الأرض، وهذا الجهد العالي هو ما يؤدي إلى بدء الانطلاقة الأولى من الشعاع والذي سوف يشق في طريقه (بآلية تشبه الحفر) الهواء العازل بين الغيوم والأرض.

يُنتج الحقل الكهربائي العالي في تلك المنطقة المعينة دورة شحنات كهربائية تصاعدية يتلقاها جسمٌ مانعٌ الصواعق ويقوم بتفريغها في الأرض.

المخترع الأول للموانع الصاعقية

في الخامس عشر من يونيو عام ١٧٥٢ خلال يوم عاصفٍ في فيلادلفيا الأمريكية، قام عالمٌ مخترعٌ يدعى [بنجامين فرانكلين](#) بتفجير طائرة ورقيةٍ بإطارٍ معدنيٍّ مربوطٍ بسلكٍ حريريٍّ قام بإدخال مفتاحٍ معدنيٍّ به من قبل، وبفضل تلك التجربة تمكن من ملاحظة أنه من خلال خيط الحرير وصلت الكهرباء إلى المفتاح ولاحظ مرور الشرارات الكهربائية.

واستطاع بعدها أن يؤكد أن المفتاح المعدني كان مشحونًا بالكهرباء الساكنة، وأثبت أن الغيوم كانت مشحونةً كهربائيًا وأن ضربات البرق كانت عبارةً عن تصريفاتٍ كهربائيةٍ كبيرةٍ.

اكتشف فرانكلين أنه إذا ضربت الصاعقة أو “التيار الكهربائي” كما أسماها عندما تخرج من السحب وتعثّر على قناة معدنية في طريقها إلى الأرض، أنها ستبقى هناك وتبدد، ونتيجةً لتلك التجربة المجنونة بعد عامٍ واحدٍ في سنة ١٧٥٣ اكتشف [مانعة الصواعقة](#) وأصبحت تدعى بشكل الخاص “مانعة فرانكلين” وأصبحت تلك الطائرة الورقية – المستخدمة في التجربة – الأكثر شهرةً في التاريخ.

الحاجة إلى مانع الصواعق في المنزل

يمكن أن يتسبب البرق والصواعق التي يصيب أحد المنازل في حدوث حرائق خطيرة وكذلك تلف كهربائي للأجهزة المنزلية والإلكترونيات المختلفة، ولكن رغم ذلك ليس كل منزلٍ يحتاج إلى الحماية من الصواعق، فهذا يتوقف على البيئة التي يعيش بها الشخص إن كانت معزولةً عن حالات الصواعق الكثيرة أم العكس، فسكان الولايات المتحدة مثلاً بحاجةٍ ماسةٍ إلى مثل هذه التقنيات، وخصوصًا من يقيم في ولاياتٍ مشهورةٍ بكثرة الأمطار والصواعق وما إلى ذلك.

هذا وهنالك بعض الأمور يجب أخذها في الحسبان أيضًا، فإن كنت تقطن في منطقةٍ تتعرض لعواصفٍ رعديةٍ متكررةٍ فمن الأفضل أن تفكر في عوامل عديدةٍ متعلقة بأجهزة مانع الصواعق فمثلاً من الأفضل أن تضع المانعة

على قمة وأعلى البناء، وبهذه الحالة تبعد الصواعق بالكامل عن منزلك، ومن الضروري أن تتذكر أن لكل مانعةٍ قدرةً على حماية البناء الذي تقف عليه وأيضًا الأبنية المجاورة حسب معدل امتدادها وتأثيرها

تنقسم مانعات الصواعق إلى ثلاثة أنواع موضحة كالآتي:

(١) مانعات الصواعق الخاصة بالمحطات الكهربائية حيث تخضع لنظام الحماية الصاعقية بصرف النظر عن مكان تواجدها.

(٢) مانعات الصواعق الخاصة بالمناطق العمرانية المتكاملة حيث تظهر أهميته تواجد الأبنية شاهقة الارتفاع حيث يتم وضع مانعة الصواعق عليها وتعمل بدورها كمظلة واقية من التأثيرات الصاعقية.

(٣) مانعات الصواعق الخاصة بالمناطق الصحراوية فإنه لا توجد أبنية مرتفعة ولذلك تكون الأبنية المنخفضة الإرتفاع عرضة لخطر الصواعق ولحمايتها يتم وضع أجهزة الحماية فوق مآذن المساجد وأبراج المراقبة العالية.

أنواع الأبر المستخدمة في الحماية الصاعقية :

١- الأبر العادية : وهي الأكثر شيوعاً، مصنوعة من النحاس أو من خلائط ذات ناقلية كهربائية عالية

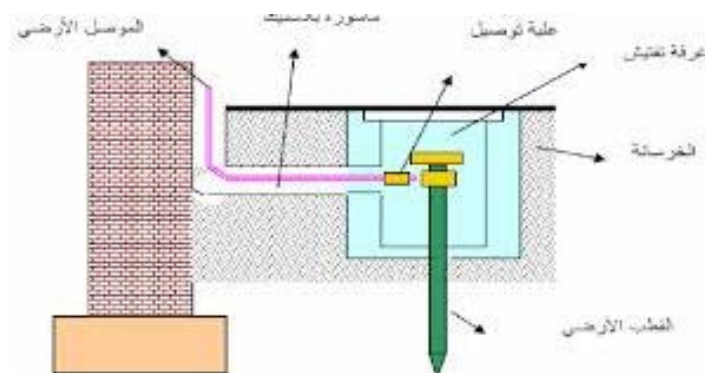
٢- الأبر المشعة: عبارة عن حجرة تحوي مواد مشعة، فيها فتحة لدخول وخروج الهواء، حيث تعمل المادة المشعة على تأيين ذرات الهواء المحيط مما يسبب مصيدة للصاعقة وطريق أسهل لاستقطابها.



تأريض مانعات الصواعق

لا يجب أن يتم تأريض أنظمة الحماية من الصواعق بشكل منفصل عن الأرضية الأخرى. يجب أن يتم إنشاء ترتيبات في المصنع من خلال إمكانات المحلية. خلاف ذلك ، قد يتأثر مصنعنا بسبب الاختلافات في المقاومة. مرة أخرى ، يجب التأكد من أن مانعة الصواعق ومواد التأريض مانعة للتآكل. بشكل مشابه لشبكة تأريض

التجهيزات الكهربائية فإن شبكة تأريض مانعات الصواعق عبارة عن أوتاد معدنية بأطوال وسطية ٢ متر تغرس بشكل عامودي بالأرض أو تمتد أفقياً على شكل أرجل الأوزة في حال كانت الأرض تحوي صخور. وفي جميع الحالات يجب أن لا تتجاوز قيمة مقاومة التأسيس ١٠ أوم.



يجب إجراء قياس قضيب البرق بانتظام ، تمامًا مثل صيانة قضيب البرق. إذا تجاوزت نتيجة القياس القيمة الموصى بها ، يتم تقليل المقاومة عن طريق الإضافة. استخدام المواد الكيميائية لمقاومة التأريض هو نتيجة مؤقتة. يجب استخدام قضبان إضافية بدلاً من ذلك.

- يجب فحص منشآت قضيب البرق بشكل دوري مرة واحدة على الأقل في السنة.
- يتم اختبار قضيب الصواعق للمقاومة الكهربائية.
- تحقق من قوة قضيب الصواعق وتحقق مما إذا كان المصيد صديقاً أم لا.
- تحقق من نقاط اتصال الموصلات السفلية باستخدام مانعة الصواعق. (تشديد فضفاضة ، وإلا فإنه قد يسبب الحريق).
- تحقق من الموصلات التأريض على القطبين.
- تحقق من إدراج إذا كان هناك أي الموصلات أسفل.
- تحقق من استمرارية الموصلات السفلية ، إذا كان هناك انقطاع أو أي نتوء ، يجب تشديد أطراف التوصيل النحاسية.
- يتم فحص طرف الاختبار (القياس) ، الذي يجب أن يكون ٢ متر فوق سطح الأرض.

المقياس

- يجب عدم وضع أسس قضيب البرق وجميع الأجهزة الأخرى بشكل منفصل. تم بناء شريط متساوي الجهد ويتم دمج جميع الأرض في هذا بسبار. الأكثر ملاءمة هو جعل التأريض وتوصيل التأريض بشريط بسبار متساوي الجهد.

- إذا لم يكن ذلك ممكنًا ، فيمكن تثبيت قضيب التأريض بدلاً من ورقة. يجب أن يتم ذلك بالنظر إلى سطح التلامس المهم في التأريض ومقاومة التأثيرات المسببة للتآكل.

- يجب أن تباعد قضبان التأريض ضعف طول القضيب ، وإذا أمكن ، على شكل أقدام الغراب.
- يجب توصيل قضبان التأريض ببعضها على الأقل ١٠-١٥ سم تحت سطح الأرض. وذلك لأن سطح التربة في فصل الشتاء يمكن أن يتجمد حتى ٥ سم.

- يمكن توصيل قضيب التأريض بطريقتين للموصلات السفلية. الأول هو طريقة لحام بالحرارة. يتم إشعال قالب من الجرافيت عن طريق وضع أكسيد النحاس في القالب ، وفي نهاية الاحتراق ، يتم لحام قضيب التأريض والموصل السفلي معًا ، وتحدث الانقسامات في هذه اللحامات بمرور الوقت بسبب عدم الدقة في هذه الطريقة. والثاني هو طريقة محطة إضافية. يتم تشديد قضيب التأريض والموصلات السفلية بكتلة طرفية إضافية بسماكة جدار كافية ، ويتم فقط إضافة البيتومين والطلاء الزيتي وما إلى ذلك بدلاً من المفصل. حماية ضد الأكسدة والآثار الضارة التي من شأنها أن تمنع المقاومة الانتقالية.

- لقياس مقاومة الأرض ؛ يتم فصل الموصلات السفلية من محطة الاختبار ، ويتم قياس المقاومة باستخدام ميغاواط التأريض.

- يجب ألا تتجاوز قيمة المقاومة ١٠ أوم نتيجة لقياس التأريض.

- إذا تجاوزت مقاومة التأريض لموصل الصواعق ١٠ أوم ، يمكن خفض المقاومة عن طريق قيادة الشريط الإضافي.
- يتم بيع مواد كيميائية مختلفة في السوق لتقليل مقاومة التأريض. نحن لا ننصح بتأثيرات التآكل وتلويث البيئة

حساب المقاومة التأريض

مقاومة التأريض للقضبان الفردية العمودية

$$R = \rho x (\ln (2L / a) - 1) / (2 \times 3.14 \times L)$$

مقاومة التأريض للقضبان المتوازية

$$R = \rho x (\ln (2L / A) / (2 \times 3.14 \times L)$$

أين:

L = طول القضيب في عداد الأرض ،

a = نصف قطر قضيب القياس

ρ = مقاومة الأرض ، أوم متر

$$A = \sqrt{(axs)}$$

طريقة حساب مقاومة التأريض

يصنف المهندسون التأريض عادة إلى صنفين أساسيين يندرج تحت كل منهما أقسام أو أنواع فرعية من التأريض ،

تأريض المنظومة و التأريض الوقائي . يقصد بتأريض المنظومة إيجاد اتصال بين الموصلات الحاملة للتيار و الأرض

في نقطة أو أكثر من منظومة القوى الكهربائية . و يقصد بالتأريض الوقائي إيجاد اتصال بالأرض مع الأجزاء

المعدنية غير الحاملة للتيار عادة ، و يطلق على هذا النوع من التاريض (تأريض الأجهزة) .

يطلق الأوروبيون لفظ (earthing) على عملية التاريض و ذلك على أساس أنها عملية توصيل بالأرض . و

على العكس من ذلك . فان الخبرة و المواصفات الأمريكية تفرق تفريقاً واضحاً بين لفظ ground و لفظ

earth . يعتبر الأمريكيون أن اللفظ الأدق في الاستعمال هو لفظ grounding ، حيث انه يشير إلى وجود

جسم له جهد مرجع reference voltage تقاس بالنسبة له جميع الجهود الأخرى . و هذا الجسم ليس

بالضرورة هو الأرض . فعملية التاريض داخل السيارة مثلاً هي في الواقع عملية توصيل بجسم السيارة ، و عملية

التاريخ في طائرة أو حتى في قمر صناعي هي توصيل بجسم الطائرة أو بجسم القمر الصناعي و على ذلك فان لفظ ground في جميع المواصفات و المراجع الأمريكية تعني الجسم الذي يمر فيه التيارات عن طريق التوصيل الكهربائي معه و الذي يعتبر جهده صفرًا بالنسبة لباقي المنظومة . أما لفظ earth فيستعمل للدلالة على الأرض ذاتها

تاريخ المنظومة system grounding

يطلق اسم المنظومة غير المؤرضة ungrounding system على المنظومة التي لا تحتوي على اتصال متعمد بالأرض عن طريق توصيل نقطة التعادل مثلاً بالأرض أو عن طريق استخدام طرق معينة للحصول على مسار ارضي . لا توجد منظومة كهربائية معزولة عزلاً كاملاً عن الأرض . إن هذا يرجع إلى ان أي موصل له سعة capacitance بالنسبة للأرض . و على ذلك فعندما يرتفع جهد هذا الموصل عن جهد الأرض تمر تيارات سعوية بين الموصل و الأرض . يمكن تبعاً لما سبق اعتبار أن المنظومة غير مؤرضة هي في الواقع منظومة مؤرضة بواسطة مكثفات capacitive-ground system .

كانت معظم منظومات القوى الكهربائية غير مؤرضة في الماضي ، حيث كانت نقطة التعادل neutral تترك معزولة . و مع زيادة التطور الذي حدث في تلك المنظومات . سواء من حيث كمية الأحمال أو عدد الأجهزة الموجودة في المنظومة أصبح تشغيل المنظومة بنقطة التعادل المعزولة أمراً غير مقبول سواء من ناحية امن الأفراد و سلامة الأجهزة أو من ناحية متطلبات التشغيل . و مع زيادة متطلبات الطاقة و أهمية استمرارية التشغيل أصبحت عملية تشغيل المنظومة المؤرضة هي الخبرة السائدة في جميع أنحاء العالم . ألا انه يجب القول بأنه من الخبرة المعمول بها وجود أجزاء في المنظومة غير مؤرضة للوصول إلى أداء معين و يمكن تلخيص العوامل التي تحدد اختيار التاريخ من عدمه فيما يلي :

أولاً: استمرارية الخدمة

أثبتت التجربة الطويلة أن المنظومات المؤرضة أكثر استمرارية من تلك الغير مؤرضة ، حيث تزود المنظومة المؤرضة

بأجهزة حماية أكثر حساسية و دقة يمكنها تحديد أي خطأ يحدث في المنظومة و فصله عنها بانتقاء كامل

ثانياً: مخاطر ارتفاع الجهد

ينشأ عن حدوث قصر أرضي بين أحد الأوجه و الأرض ارتفاع في الجهد الوجهين السليمين يصل إلى ١٧٣% إذا كانت المنظومة غير مؤرضة ، بينما لا تحدث تلك الظاهرة في حالة تأريض نقطة التعادل . أن هذا الارتفاع في جهد الوجه يتسبب في انهيار العوازل الكهربائية المستعملة . كما يتسبب في أتلاف كثير من الأجهزة و الآلات

ثالثاً: إمكانية منظومات الحماية

المنظومات غير المؤرضة لا تحتوي على مركبات التابع الصفري للتيار او الجهد ، و على العكس من ذلك فان تأريض نقطة التعادل يسمح بوجود مسار لتيار الصفري . أن هذا يجعل تصميم و ضبط و أداء أجهزة الحماية أكثر دقة و أسهل في التشغيل، كما يعطي إمكانية اكبر في تحقيق خطة تنسيق الحماية بأكبر قدر ممكن من الانتقاء.

رابعاً: القوس الكهربائي

تحدث ظاهرة القوس الأرضي عند حدوث قصر بين الوجه و الأرض ، حيث يتولد قوس كهربائي بينهما عند نقطة اتصالهما مما يسبب خطراً على الافراد و المنشآت و لا تحدث هذه الظاهرة في المنظومات المؤرضة .

خامساً : إمكانية التاريف الوقائي

تسهل عملية تأريض المنظومة عمليات التاريف الوقائي و تأريض الأجهزة ، حيث يتكون مسار سهل بين الكترودي منظومة التاريف الوقائي و منظومة القوى أثناء حدوث قصر ارضي يساعد في خفض قيمة جهد اللمس .

تعريف و ملاحظات مهمة في عملية التأريض

١. الشبكة الأرضية: هي مجموعة الموصلات التي يتم بواسطتها إيجاد اتصال كهربائي جيد بين الأجزاء و الهياكل المعدنية المكشوفة وبين كتلة الأرض.

٢. الأرضي (Earth Pit): هو مجموعة من الموصلات أو الأقطاب (Electrodes) التي تدفن أو تغرز في الأرض بحيث توفر تماسا جيدا و بأقل مقاومة ممكنة مع التربة المحيطة بها و بذلك تشكل واسطة الاتصال بين أجزاء الشبكة الأرضية الأخرى وكتلة الأرض.

٣. موصل الأرضي الرئيسي (Main Earthing Lead): الموصل الرئيسي الذي يربط مجموعة المعدات و الأجهزة الكهربائية إلى الأرضي.

٤. موصل الربط (Bonding Lead): الموصل الذي يربط بين هيكل أو حاوية الجهاز أو المعدة الكهربائية إلى موصل الأرضي الرئيسي.

٥. التأريض الوظيفي (Functional Earthing): وهو تأريض نقطة الحيادي (Neutral Point) لمحولات القدرة و تأريض النقاط المشتركة (Common Points) لمحولات التيار وذلك لأسباب تشغيلية.

٦. التأريض الستاتيكي (Static Earthing): ويستخدم لغرض ضمان تسرب الشحنات المستقرة التي تتولد في الحاويات و الأوعية و الخزانات نتيجة تصادم السوائل الهيدروكربونية بحدران تلك الحاويات والأوعية والخزانات أثناء التحميل أو التفريغ حيث إن توفر تأريض جيد يؤدي إلى تسرب الشحنات المتولدة إلى الأرض وعدم تكون جهد خطر على تلك الأوعية و الخزانات و الحاويات.

٧. التأريض لغرض الحماية من الصواعق (Lightening Protection Earthing): ويستخدم لغرض تسريب التيارات العالية جدا التي تنتج عند حدوث تفريغ كهربائي ناتج عن الصواعق وبذلك تتم حماية المنشآت من أخطار الحريق و الدمار الذي يمكن أن ينتج عند عدم وجود حماية من الصواعق.

المبادئ العامة لتصميم الشبكة الأرضية:

١. تقليل فرق الجهد بين الأجزاء المعدنية المكشوفة المتجاورة وكذلك بينها والأرض من ناحية أخرى ويكون ذلك بالربط متساوي الجهد (Equipotential Bonding) بين الأجزاء المعدنية المتجاورة من ناحية وكذلك ربطها بشبكة أرضية بشبكة أرضية ذات مقاومة كهربية واطئة قدر الإمكان من ناحية أخرى حيث يؤدي ذلك إلى تقليل جهد التماس وكذلك جهد الخطوة (Step Voltage & Touch) و بالتالي إلى حماية الأشخاص من الصعقات المميتة.

٢. تقليل ممانعة القطب الأرضي يكون ذلك باستخدام موصلات للشبكة الأرضية ذات حجوم مناسبة تجعل مقاومتها قليلة إضافة إلى اختيار نوع أقطاب الأرضي المدفونة في التربة وأعدادها وأعماق دفنها ومناطق دفنها بحيث توفر أقل مقاومة ممكنة إلى كتلة الأرض.

أن تقليل ممانعة دائرة العطب الأرضي تؤدي بالنتيجة إلى سريان تيارات عالية خلالها عند حدوث تماس للدائرة الكهربائية مع الأرض وهو هدف نسعى إليه حيث يؤدي ذلك إلى تحسس أجهزة الحماية الكهربائية وبالتالي إلى قيامها بقطع التيار عن الجزء المعطوب أي عزله عن الأجزاء السليمة من الدائرة الكهربائية وخلال وقت قصير جدا فتوفر الحماية الكافية للتأسيسات من الإعطاب و الحرائق وحماية الأشخاص من خطر الصعقة الكهربائية. إن زمن القطع يتراوح عادة بين جزء من الثانية الواحدة وبضع ثواني ويتناسب عكسيا مع مقدار تيار العطب الأرضي وجهد التماس.

أن الأجزاء الرئيسية لممانعة دائرة العطب الأرضي تتكون مما يلي:

١- في منظومة كهربائية من نوع TT: تكون ممانعة دائرة العطب الأرضي فيها من مقاومة موصلات الدائرة و موصلات الشبكة الأرضية هي مقاومة واطئة جدا عادة، ثم مقاومة أقطاب الأرض عند كل من جهة المصدر (مقاومة نقطة الحيادي للمحولة إلى الأرض) وجهة المستهلك، ويفترض أن تكون مقاومتها قليلة (جزء من الأوم لغاية بضع أومات) أن كانت أقطاب الأرضي بحالة جيدة، وأخيرا مقاومة منطقة العطب وتتبع مقاومتها طبيعة

ونوع العطب. في هذا النوع من المنظومات تشكل مقاومة الأقطاب الأرضية الجزء الأكبر من المقاومة الكلية لدائرة العطب الأرضي، لذا تلعب دورا رئيسيا في فعالية شبكة الأرضي ككل ويتطلب الاهتمام بمراقبتها وصيانتها دوريا.

٢- في منظومة تغذية كهربائية من نوع TN: تتكون دائرة ممانعة العطب الأرضي هنا كليا من موصلات الدائرة و موصلات 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 أكبر في عزل دوائر العطب الأرضي من مماثلتها في منظومات من نوع TT .

طرق التاريض

يتضح مما سبق أن تاريض المنظومة أصبح أمرا ضروريا في عمليات تصميم و أداء و حماية منظومات القوى الكهربائية . يمكن عمل التاريض بين نقطة التعادل و الأرض بإحدى الطرق الآتية :-

أولا : تاريض المباشر (solid grounding)

و يتم فيه التوصيل بين نقطة التعادل و الأرض بموصل دون وجود أي معاوقة بينهما . و يكون في هذه الطريقة مقاومة ارضي اقل ما يمكن ولكنه سئ عند حصول عطل ارضي بسبب تدفق تيار عالي في حال العطل قد يسبب عطل المحولة وكذلك هناك مشكلة وهي صعود فولتيات باقي الأطوار الصالحة عند حصول عطل في احد الأطوار

ثانيا : تاريض بمقاومة (resistance grounding)

و يكون فيه التوصيل بين نقطة التعادل و الأرض من خلال معاوقة معظمها عبارة عن مقاومة ($X \ll R$) . و يكون فيها مقاومة ارضي عالي لغرض تحديد تيار العطل مع وجود مشكلة الحرارة في المقاومة وحجمها و يتم

حساب هذه المقاومة حسب القانون التالي

$$R=1/Cr+Cs+Ct$$

حيث تمثل (C) هي متسعات الأطوار الثلاثة إلى الأرض

ثالثا : تاريض بمفاعلة (reactance grounding)

و يكون فيه التوصيل بين نقطة التعادل و الأرض من خلال معاوقة معظمها عبارة عن مفاعلة ($R \ll X$) .

و يكون في هذه الطريقة ممانعة ارضي متوسطة بين الأرضي المفتوح والأرضي الصلب مع ملاحظة السعر أعلى من المقاومة وخصائص أفضل منها

رابعا : تاريض عن طريق كابح للقوس (arc-suppression coil)

و هو عبارة عن مفاعل reactor يوضع بين نقطة التعادل و الأرض و يمكن تنعيمه على رنين مع سعة المنظومة عند حدوث القصر الأرضي. يمكن بذلك كبح القوس الكهربائي الناتج من القصر.

خامسا : التاريض باستخدام محولات التاريض

يستخدم محول زجراج للحصول على نقطة تعادل للمنظومة في حالة عدم وجود مثل هذه النقطة كما في حالة توصيلة الدلتا مثلا . و يسمى هذا المحول بمحول التاريض حيث يتم بعد ذلك توصيل نقطة تعادله بالأرض . و يمكن كذلك استخدام محول نجمة / دلتا في عملية الحصول على نقطة التعادل .