



Licenciatura em
Engenharia Eletrotécnica

Instalações Elétricas 1

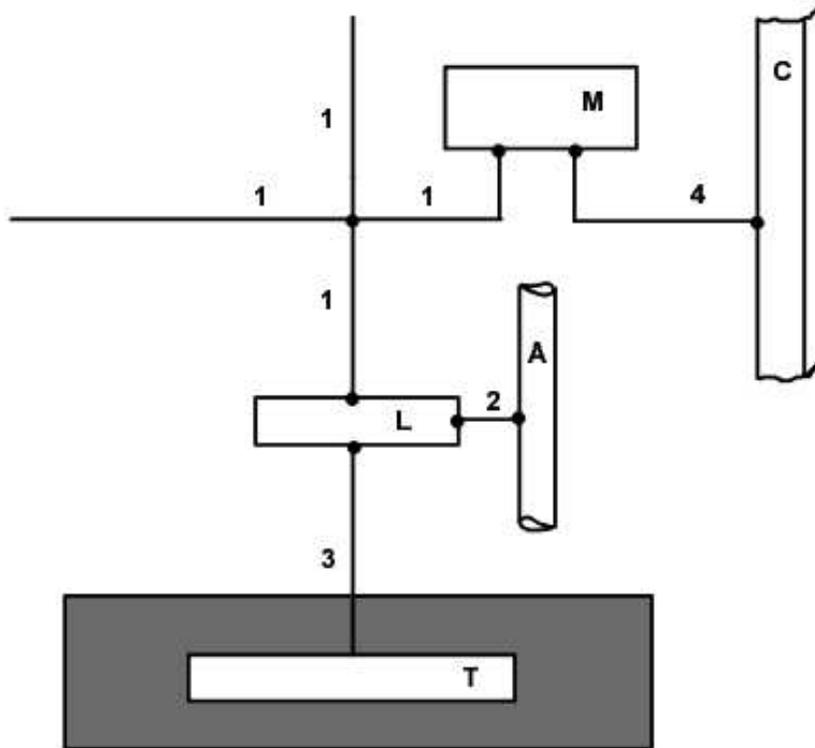
Ligações à terra e condutores de proteção

3.^o ano - 1.^o semestre

2012 / 2013



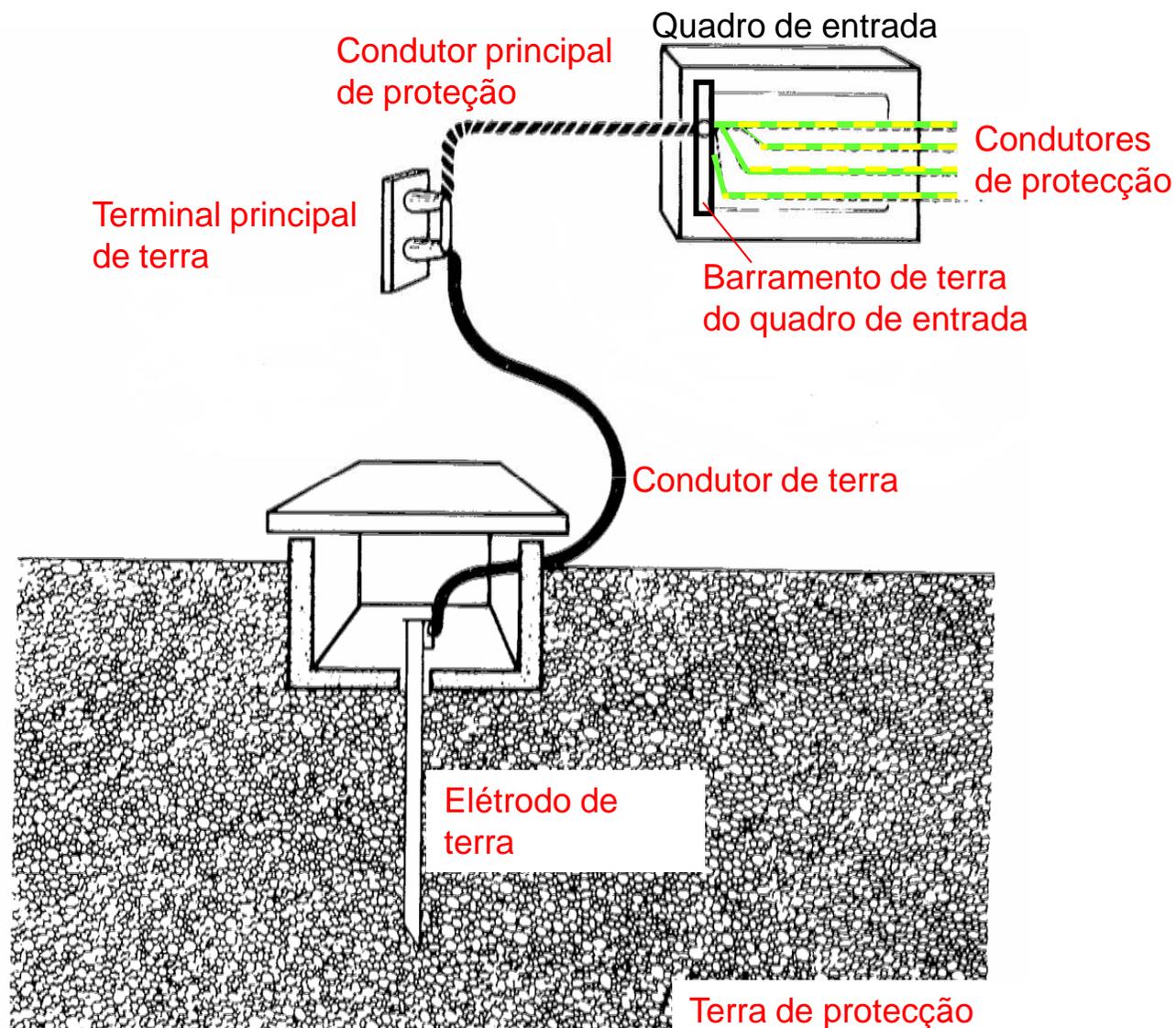
Ligações à terra e condutores de protecção



- 1 — Conductor de protecção;
- 2 — Conductor da ligação equipotencial principal;
- 3 — Conductor de terra;
- 4 — Conductor de equipotencialidade suplementar;
- A — Canalização metálica principal de água;
- C — Elemento condutor;
- L — Terminal principal de terra;
- M — Massa;
- T — Eléctrodo de terra.



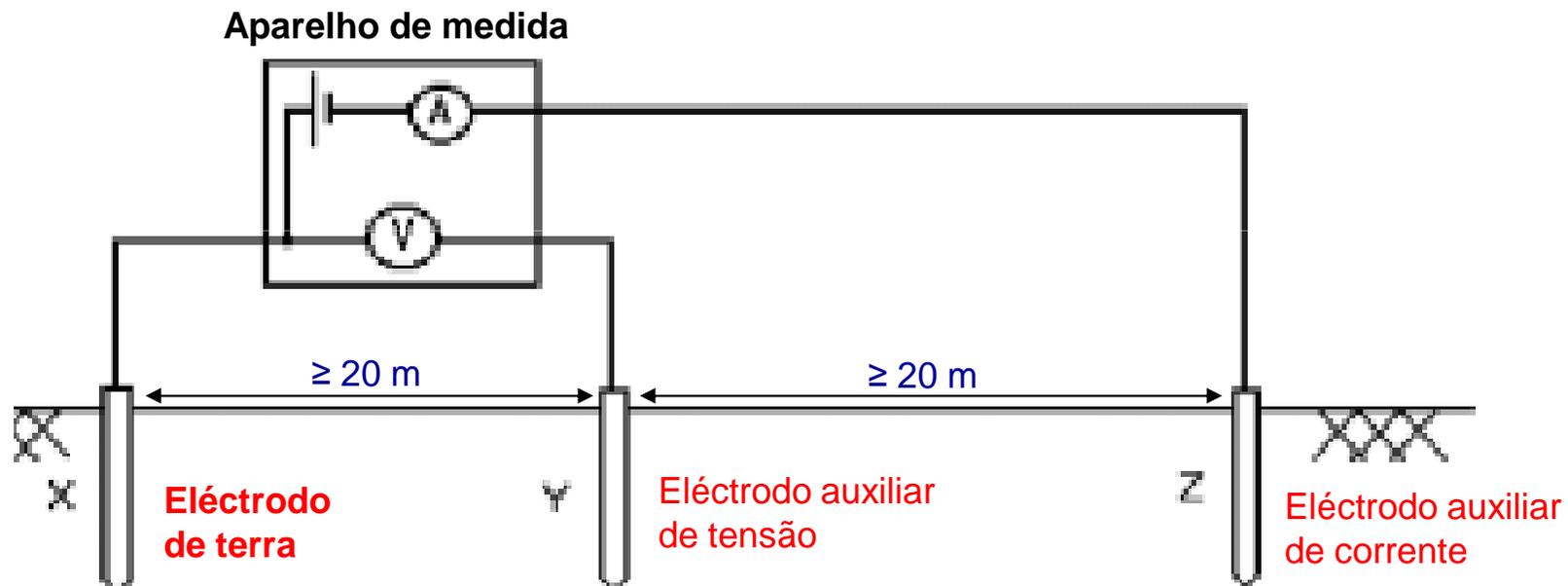
Ligações à terra e condutores de protecção





Ligações à terra e condutores de proteção

Medição da resistência de terra



$$R_X = U_{XY} / I_{XZ}$$



Ligações à terra e condutores de proteção

O valor da resistência do eléctrodo de terra deve satisfazer às condições de proteção e de serviço da instalação elétrica.

Secção
542

Ligações à terra

A seleção e a instalação dos equipamentos que garantem a ligação à terra devem ser tais que:

- a) O valor de resistência dessa ligação esteja de acordo com as regras de proteção e de funcionamento da instalação e que **permaneça** dessa forma ao longo do tempo;
- b) As correntes de defeito à terra e as correntes de fuga possam **circular**, sem perigo, nomeadamente no que respeita às solicitações térmicas, termomecânicas e eletromecânicas;
- c) A solidez e a proteção mecânica sejam garantidas em função das condições previstas de influências externas.

Devem ser tomadas as medidas adequadas contra os riscos de danos noutras partes metálicas, em consequência de fenómenos de **corrosão eletrolítica**.



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra

Podem ser usados como eléctodos de terra os elementos metálicos seguintes:

- a) Tubos, varetas ou perfilados;
- b) Fitas, varões ou cabos nus;
- c) Chapas;
- d) Anéis colocados nas fundações dos edifícios;
- e) Armaduras do betão imerso no solo;
- f) Canalizações (metálicas) de água;
- g) Outras estruturas enterradas apropriadas.

O tipo e a profundidade de enterramento dos eléctodos de terra devem ser tais que a secagem do terreno e o gelo não provoquem o aumento do valor da resistência de terra para além do valor prescrito.

Os materiais usados e a execução dos eléctodos de terra devem ser tais que estes suportem os danos mecânicos resultantes da corrosão.

Na conceção da ligação à terra deve-se atender ao eventual aumento da resistência devido a fenómenos de corrosão.



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra

As **canalizações** metálicas de distribuição de **água** apenas podem ser usadas como eléctodos de terra desde que haja **acordo prévio** com o **distribuidor** de água e sejam tomadas as medidas adequadas para que o responsável pela exploração da instalação eléctrica seja informado de quaisquer modificações introduzidas nessas canalizações de água.

Não devem ser usadas como eléctodos de terra com fins de proteção as canalizações metálicas afetas a outros usos (tais como, as canalizações afetas a líquidos ou a gases inflamáveis, ao aquecimento central, etc.).

As bainhas exteriores de chumbo e os outros revestimentos exteriores metálicos dos cabos, que não sejam suscetíveis de sofrerem deteriorações devidas à corrosão excessiva, podem ser usadas como eléctodos de terra.



Ligações à terra e condutores de proteção

Condutores de terra

Os condutores, no caso de serem enterrados, a sua secção deve ter o valor mínimo indicado no Quadro 54A.

QUADRO 54A

Secções mínimas convencionais dos condutores de terra

Conductor de terra	Protegido mecanicamente	Não protegido mecanicamente
Protegido contra a corrosão	De acordo com a secção 543.1	16 mm ² , se de cobre nu ou de aço galvanizado
Não protegido contra a corrosão	25 mm ² , se de cobre 50 mm ² , se de aço galvanizado	

A secção 543.1 refere-se às secções mínimas dos condutores de proteção.



Ligações à terra e condutores de proteção

Terminal principal de terra

Todas as instalações elétricas devem ter um terminal principal de terra, ao qual devem ser ligados:

- a) Os condutores de terra;
- b) Os condutores de proteção;
- c) Os condutores das ligações equipotenciais principais;
- d) Os condutores de ligação à terra funcional, se necessário.

Nos condutores de terra, deve ser previsto um dispositivo instalado em local acessível e que permita a medição do valor da resistência do eléctrodo de terra das massas, podendo esse dispositivo estar associado ao terminal principal de terra. Este dispositivo deve ser, apenas, desmontável por meio de ferramenta e deve ser mecanicamente seguro e garantir a continuidade elétrica das ligações à terra.



Ligações à terra e condutores de proteção

Condutores de proteção (543.1.1)

A secção dos condutores de proteção não deve ser inferior à que resulta da aplicação da expressão seguinte (válida apenas para $t \leq 5$ s):

$$S = \frac{I\sqrt{t}}{k}$$

S é a secção do condutor de proteção, em milímetros quadrados;

I é o valor eficaz da corrente de defeito que pode percorrer o dispositivo de proteção em consequência de um defeito de impedância desprezável, em amperes;

t é o tempo de funcionamento do dispositivo de corte, em segundos;

k é um fator cujo valor depende da natureza do metal do condutor de proteção, do isolamento e de outros componentes do condutor, bem como das temperaturas inicial e final;

O valor a usar como secção do condutor de proteção deve ser o valor normalizado igual ou imediatamente superior ao resultante da aplicação desta expressão.



Ligações à terra e condutores de protecção

Condutores de protecção

$$S = \frac{I\sqrt{t}}{k}$$

QUADRO 54B

Valores de k para condutores de protecção isolados e não incorporados em cabos e para condutores de protecção nus em contacto com a bainha exterior dos cabos

	Natureza do isolamento dos condutores de protecção ou da bainha exterior dos cabos		
	Poliuretano de vinilo (PVC)	Poliuretano reticulado (XLPE) ou etileno-propileno (EPR)	Borracha butílica
Temperatura final (°C) ⇒	160	250	220
Material do condutor ↓	Valores de k		
Cobre	143	176	166
Alumínio	95	116	110
Aço	52	64	60

(Exemplo)



Ligações à terra e condutores de proteção

Condutores de proteção

Em qualquer caso, os condutores de proteção que não façam parte da canalização de alimentação devem ter uma secção não inferior a:

- a) 2,5 mm², se de cobre, no caso de condutores com proteção mecânica;
- b) 4 mm², se de cobre, no caso contrário.

Quando o condutor de proteção for comum a mais do que um circuito, a sua secção deve ser dimensionada para a maior das secções dos condutores de fase.

A secção dos condutores de proteção não deve ser inferior aos valores indicados no Quadro 54F, não sendo, neste caso, necessário verificar as condições indicadas na secção 543.1.1.

QUADRO 54F

Secções mínimas dos condutores de protecção

Secção dos condutores de fase da instalação S_F (mm ²)	Secção mínima dos condutores de protecção S_{PE} (mm ²)
$S_F \leq 16$	$S_{PE} = S_F$
$16 < S_F \leq 35$	$S_{PE} = 16$
$S_F > 35$	$S_{PE} = S_F/2$



Ligações à terra e condutores de proteção

Condutores de proteção

Tipos de condutores de proteção.

- a) Condutores pertencentes a cabos multicondutores;
- b) Condutores isolados ou nus que tenham o mesmo invólucro (conduta, calha, etc.) que os condutores ativos;
- c) Condutores separados, nus ou isolados;
- d) Revestimentos metálicos (armaduras, ecrãs, bainhas, etc.) de alguns cabos;
- e) Conduitas metálicas ou outros invólucros metálicos para os condutores;
- f) Certos elementos condutores.

Não podem ser usados como condutores de proteção as condutas de gás.
Os elementos condutores não devem ser usados como condutores PEN.

PEN – *Protective Earth + Neutral*



Ligações à terra e condutores de proteção

Condutores de equipotencialidade

Condutor de equipotencialidade principal

Secção não inferior a metade da secção do condutor de proteção de maior secção existente na instalação, com o mínimo de 6 mm², podendo, contudo esse valor ser limitado a 25 mm², se de cobre, ou a uma secção equivalente, se de outro metal.

Condutores de ligação equipotencial suplementar

Secção desses condutores não deve ser inferior à menor das secções dos condutores de proteção ligados a essas massas.

Contadores de água

Quando as canalizações de água no interior do edifício forem utilizadas para a ligação à terra ou como condutores de proteção, os contadores de água devem ser curto-circuitados por meio de um condutor de secção apropriada à sua função de condutor de proteção, de condutor de equipotencialidade ou de condutor de ligação à terra funcional, consoante o caso.



Ligações à terra e condutores de proteção

Marcação dos condutores de proteção e de ligação à terra nas instalações fixas

A **dupla coloração verde-amarela** é destinada à marcação do condutor de proteção garantindo uma função de segurança. Denomina-se, também, condutor de proteção um condutor utilizado para a ligação à terra de alguns equipamentos para fins funcionais ou outros, mas que, por não desempenharem funções de segurança, não devem ser identificados pela **dupla coloração verde-amarela**.

A **dupla coloração verde-amarela** foi adoptada para identificar uma função de segurança e os condutores que garantem uma ligação à terra para fins funcionais ou para evitar perturbações (terra sem ruído) não têm essa função. A **dupla coloração verde-amarela** deve, por isso, ser interdita para esses condutores, por forma a que, posteriormente, não venha a ser ligada uma massa para fins de segurança a um desses condutores, o que poderia originar situações perigosas ou perturbações para os equipamentos que tivessem sido ligados a esses condutores. Na prática, há que distinguir os casos indicados no Quadro 51GE.



Ligações à terra e condutores de protecção

QUADRO 51 GE

Aplicação prática

Condutor de protecção	Identificação	Marcação dos terminais
A - Garantindo uma função de segurança		
a) ligando uma massa a um eléctrodo de terra no âmbito das medidas de protecção contra os contactos indirectos por corte automático da alimentação (4.13.1)	verde-amarela	E
l) ligando duas massas entre si, de equipamentos alimentados pelo secundário de um transformador de separação (4.13.5.3)	verde-amarela	E
c) garantindo uma ligação equipotencial:		
• principal geral	verde-amarela	E
• principal local	verde-amarela	E
• suplementar	verde-amarela	E
• local, não ligada à terra	verde-amarela	E
B - Não garantindo uma função de segurança e ligando à terra uma parte condutora de um equipamento		
a) por motivos funcionais	(1)(2)	TE
b) por motivos de perturbações	(1)(3)	TE
(1) - A dupla coloração verde-amarela não deve ser utilizada. Não é definida qualquer cor, mas os terminais correspondentes devem ser marcados com os símbolos indicados no quadro.		
(2) - Em alternativa, os terminais podem incluir o símbolo  (equipotencialidade)		
(3) - Em alternativa, os terminais podem incluir o símbolo  (terra sem ruído)		

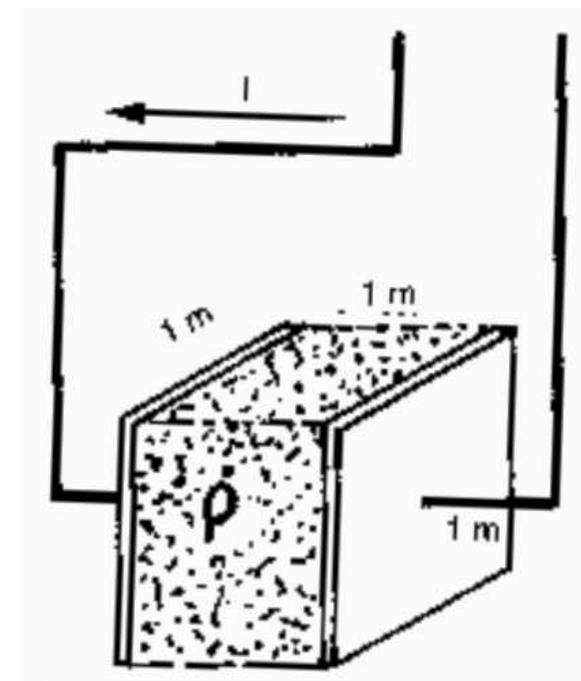


Ligações à terra e condutores de proteção

Elétrodos de terra - resistência

A resistência de contacto de um eléctrodo de terra depende das suas **dimensões**, da sua **forma** e da **resistividade do terreno** no qual ele for implantado.

Essa resistividade, que pode variar superficialmente (de um ponto para outro) ou em profundidade, é expressa em ohms x metros (refira-se que a resistividade do terreno é numericamente igual à resistência, em ohms, de um cubo de terreno com 1 m² de secção e 1 m de comprimento).



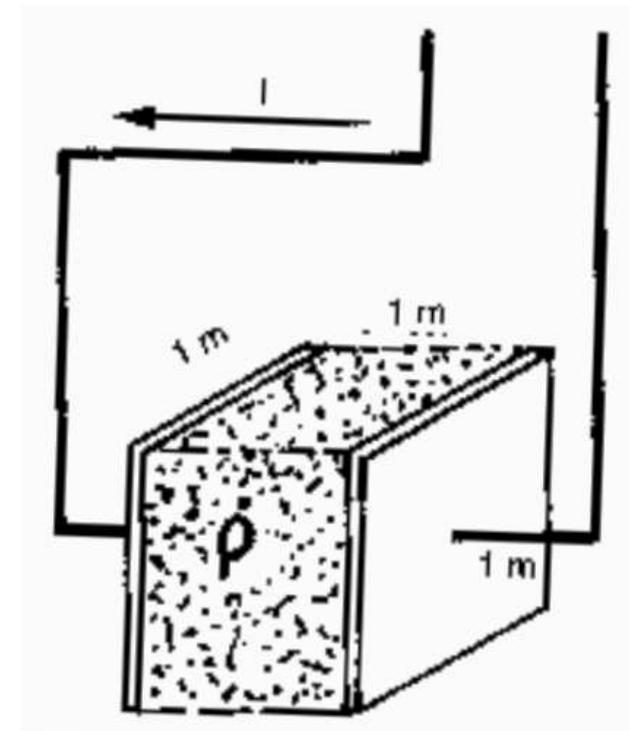


Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra – resistividade de um terreno

O aspeto superficial do solo e da sua vegetação podem dar indicações sobre o carácter mais ou menos favorável do terreno para a instalação de eléctrodos de terra, constituindo as medições em eléctrodos de terra realizadas em terrenos análogos um meio mais exato para fazer essa avaliação.

A **resistividade de um terreno** depende do seu teor de **humidade** e da temperatura, as quais variam sazonalmente, sendo o teor de humidade influenciado pelas dimensões dos grãos do terreno e pela sua porosidade. Pode dizer-se que, na prática, a resistividade aumenta quando o teor de humidade diminui.





Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra – evitar perto de água

Os eléctrodos de terra não devem, em caso algum, ser constituídos por uma peça metálica simplesmente mergulhada na água nem devem ser estabelecidos em poças de água ou em rios. Esta proibição justifica-se não apenas pela medíocre condutibilidade da água mas principalmente pelo risco de secagem e pelo perigo a que poderiam ficar sujeitas as pessoas que entrassem em contacto com a água no momento em que se produzisse um defeito. As camadas do subsolo percorridas por cursos de água subterrâneos, como é o caso das proximidades dos rios, só raramente devem ser usadas, para instalação de eléctrodos de terra pois são, em regra, formadas por terrenos pedregosos, muito permeáveis, lavados por uma água purificada pela filtragem natural, apresentando elevados valores de resistividade. Para tal, seria necessário atravessá-los por meio de varetas profundas para encontrar, em camadas mais profundas terrenos, melhor condutores, caso existam.



Ligações à terra e condutores de proteção

Resistividade dos terrenos de acordo com a sua natureza

Resistividade dos terrenos

O gelo aumenta consideravelmente a resistividade dos terrenos, que pode atingir vários milhares de ohms x metros na camada gelada, podendo essa camada, em certas regiões atingir 1 m de profundidade.

A secagem do terreno aumenta igualmente a sua resistividade, podendo os seus efeitos fazerem-se sentir, em certos casos, até a uma profundidade superior de 2 m (os valores da resistividade, nesses casos, são da ordem de grandeza dos encontrados para o gelo).

Natureza dos terrenos	Resistividade ($\Omega \times m$)
Terreno pantanoso	1 a 30
Lama	20 a 100
Húmus	10 a 150
Turfa húmida	5 a 100
Argila plástica	50
Mármore e argilas compactas	100 a 200
Mármore do Jurássico	30 a 40
Areia argilosa	50 a 500
Areia silicosa	200 a 3 000
Solo pedregoso nu	1 500 a 3 000
Solo pedregoso recoberto de relva ou erva curta	300 a 500
Calcários macios	100 a 300
Calcários compactos	1 000 a 5 000
Calcários fissurados	500 a 1 000
Xistos	50 a 300
Micaxistos	800
Granito e grés, consoante a alteração geológica	1 500 a 10 000
Granito muito alterado	100 a 600
Betão com 1 de cimento e 3 de inertes	150
Betão com 1 de cimento e 5 de inertes	400
Betão com 1 de cimento e 7 de inertes	500

Resistividade média dos terrenos de acordo com a sua natureza

Natureza do terreno	Valor médio da resistividade ($\Omega \times m$)
Terrenos aráveis gordos e aterros compactos húmidos	50
Terrenos magros, cascalho e aterros grosseiros	500
Solos pedregosos nus, areia seca e rochas impermeáveis	3 000



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra — Elementos constituintes

Os eléctodos de terra são realizados por meio de elementos enterrados no solo, podendo estes serem em aço galvanizado a quente, em aço revestido a cobre perfeitamente aderente, em cobre nu ou em cobre revestido a chumbo. Quando houver necessidade de ligar metais de natureza diferente, os elementos de ligação não devem estar em contacto com o solo.

Os eléctodos de terra devem, sempre que possível, ser enterrados nas partes mais húmidas dos terrenos disponíveis, afastados de depósitos ou de locais de infiltração de produtos que os possam corroer (fumeiros, estrumeiras, nitreiras, produtos químicos, coque, etc.) e longe de locais de passagem frequente de pessoas.



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléctrodos de terra — Elementos constituintes

Características dos eléctrodos de terra

Tipos de eléctrodos		Material constituinte	Superfície de contacto com a terra (m ²)	Espessura (mm)	Diâmetro exterior (mm)	Comprimento (m)	Dimensão transversal (mm)	Secção (mm ²)	Diâmetro dos fios constituintes (mm)
H	Cabos nus	Cobre	1	-	-	-	-	25	1,8
O		Aço galvanizado ⁽¹⁾	1	-	-	-	-	100	1,8
R	Fitas	Cobre	1	2	-	-	-	25	-
I		Aço galvanizado ⁽¹⁾	1	3	-	-	-	100	-
Z	Varões	Aço galvanizado ⁽¹⁾	1	-	10	-	-	-	-
	Chapas	Cobre	1	2	-	-	-	-	-
		Aço galvanizado ⁽¹⁾	1	3	-	-	-	-	-
V	Varetas	Cobre	-	-	15	2	-	-	-
E		Aço revestido a cobre	-	0,7 ⁽²⁾	15	2	-	-	-
R		Aço galvanizado ⁽¹⁾	-	-	15	2	-	-	-
T	Tubos	Cobre	-	2	20	2	-	-	-
		Aço galvanizado ⁽¹⁾	-	2,5	25	2	-	-	-
	Perfilados	Aço galvanizado ⁽¹⁾	-	3	-	2	60	-	-

HORIZ - Eléctrodos horizontais

VERT - Eléctrodos verticais

(1) - A projecção deve ser garantida por meio de galvanização por imersão a quente com uma espessura mínima de revestimento de 120 µm.

(2) - Espessura de revestimento. Admite-se que este valor seja reduzido desde que os eléctrodos sejam executados com tecnologia adequada e sujeitos a aprovação prévia da Direcção-Geral de Energia.



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra — Estabelecimento dos eléctodos de terra

No estabelecimento dos eléctodos de terra devem ser observadas as regras seguintes:

a) Condutores enterrados horizontalmente:

- Condutores unifilares ou multifilares em cobre ou recobertos por uma bainha de chumbo e de secção não inferior a 25 mm²;
- Condutores de alumínio recobertos com uma bainha de chumbo e de secção não inferior a 35 mm²;
- Fitas de cobre de secção não inferior a 25 mm² e uma espessura não inferior a 2 mm;
- Fitas de aço macio galvanizado com uma secção não inferior a 100 mm² e uma espessura não inferior a 3 mm;
- Cabos de aço galvanizado de secção não inferior a 100 mm².



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra — Estabelecimento dos eléctodos de terra

b) Chapas finas enterradas:

Na prática, utilizam-se chapas retangulares de 0,5 m x 1 m enterradas por forma a que o bordo superior fique a uma profundidade de cerca de 0,8 m. A espessura dessas chapas não deve ser inferior a 2 mm, se de cobre, ou a 3 mm, se de aço galvanizado.

Para garantir um melhor contacto das duas faces com o solo, as chapas maciças (não perfuradas) devem ser enterradas verticalmente. A resistência de um eléctodo de terra constituído por uma chapa enterrada verticalmente no solo pode ser calculada, aproximadamente, por meio da expressão seguinte:

$$R = 0,8 \cdot \rho / L$$

R é a resistência do eléctodo de terra, expressa em ohms;

ρ é a resistividade do terreno, expressa em ohms x metros;

L é o perímetro da chapa, expresso em metros.



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléktodos de terra — Estabelecimento dos eléctodos de terra

c) Eléktodos verticais (exceto chapas):

Com exceção dos eléctodos em chapa (veja-se a alínea b), os eléctodos verticais podem ser:

- Varetas de cobre ou de aço com um diâmetro mínimo de 15 mm; no caso de varetas em aço, estas devem ser cobertas com uma camada protetora aderente de cobre (de espessura adequada) ou serem galvanizadas.
- Tubos de aço galvanizado com um diâmetro exterior não inferior a 25 mm;
- Perfis de aço macio galvanizado com 60 mm de lado;

A resistência de um eléctodo de terra constituído por elementos (varetas, tubos ou perfis) metálicos enterrados verticalmente no solo pode ser calculada, aproximadamente, por meio da expressão seguinte:

$$R = \rho / L$$



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra — Estabelecimento dos eléctrodos de terra

$$R = \rho / L$$

R é a resisténcia do eléctrodo de terra, expressa em ohms;
 ρ é a resistividade do terreno, expressa em ohms x metros;
L é o perímetro do elemento, expresso em metros.

É possível diminuir o valor da resisténcia do eléctrodo de terra dispondo diversos elementos verticais ligados em paralelo e afastados de uma distância não inferior ao seu comprimento. Quando houver riscos de gelo ou de secagem do terreno, o comprimento das varetas deve ser aumentado.



Ligações à terra e condutores de proteção

Eléttodos de terra — Estabelecimento dos eléctodos de terra

c) Eléttodos verticais (exceto chapas) – Exemplo

$$R = \rho / L$$

R é a resisténcia do eléctodo de terra, expressa em ohms;
 ρ é a resistividade do terreno, expressa em ohms x metros;
L é o perímetro do elemento, expresso em metros.

Num terreno constituído essencialmente por xistos, quantos varetas de 2 m seriam necessárias colocar de modo a se garantir uma resisténcia do eléctodo de terra com valor inferior a 5 Ohm?

$$R = \frac{\rho}{L \cdot N} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{\rho}{L \cdot R} \quad N = \frac{300}{2 \times 5} = 30 \text{ eléctodos}$$



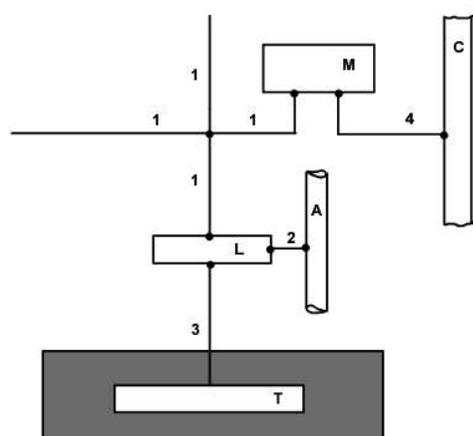
Ligações à terra e condutores de protecção

Eléttodos de terra — Estabelecimento dos eléctrodos de terra

d) Estruturas metálicas enterradas:

- Tubos e condutas, metálicos, privados (que não sejam afetos às redes de alimentação dos edifícios, como por exemplo, os de água, os de aquecimento, os de esgotos, etc.) podem ser utilizados como eléctrodos de terra de facto, desde que a sua continuidade eléctrica seja garantida. Estes eléctrodos devem ser ligados em paralelo com o eléctrodo de terra da instalação.
- Pilares metálicos enterrados interligados por estruturas metálicas e enterrados a uma certa profundidade no solo podem ser utilizados como eléctrodos de terra.

Ligações à terra e condutores de protecção

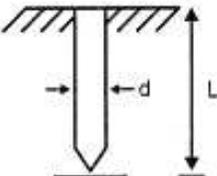
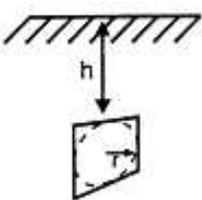
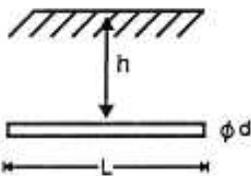


- 1 — Condutor de protecção;
- 2 — Condutor da ligação equipotencial principal;
- 3 — Condutor de terra;
- 4 — Condutor de equipotencialidade suplementar;
- A — Canalização metálica principal de água;
- C — Elemento condutor;
- L — Terminal principal de terra;
- M — Massa;
- T — Eléttrodo de terra.



Ligações à terra e condutores de proteção

QUADRO A-45 – Expressões de cálculo da resistência de terra de eléctrodos de terra

Forma dos eléctrodos	Expressão de cálculo	Notas
Eléctrodos cilíndricos verticais (vareta)	$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \log \frac{3L}{d}$ 	Se $L > 100d$ podemos tomar $R = \frac{\rho}{L}$ A utilização de mais do que um elemento deve ser feita de forma que a distância entre cada dois seja superior a 3 m
Eléctrodos de placa vertical (chapas)	$R = \frac{\rho}{8r} \left(1 + \frac{r}{2,5h+r} \right)$ 	Se a placa se encontra próximo da superfície e $h < \pi r \frac{\pi r}{2}$ pode tomar-se $R = 0,8 \frac{\rho}{r}$ (placa cilíndrica) $R = \frac{0,8\rho}{L}$ (placa rectangular ou quadrada)
Eléctrodos de condutor horizontal (malha nas fundações)	$R = 0,366 \frac{\rho}{L} \log \frac{9L^2}{16dh}$ 	Se os comprimentos das malhas se encontram entre 10 e 100 m pode considerar-se $R = \frac{2\rho}{L}$

ρ – Resistividade do solo ($\Omega \times m$)
 L – Comprimento do eléctrodo (vareta), perímetro da placa (chapas) ou perímetro da malha (anel) em m



Ligações à terra e condutores de proteção

Compatibilidade na junção de diferentes materiais

	Cobre	Alumínio	Aço Inox	Aço Galvanizado
Cobre	✓	X	•	X
Alumínio	X	✓	•	•
Aço Inox	•	•	✓	•
Aço Galvanizado	X	•	•	✓

✓ Solução ideal

• Aceitável

X Corrosão galvânica

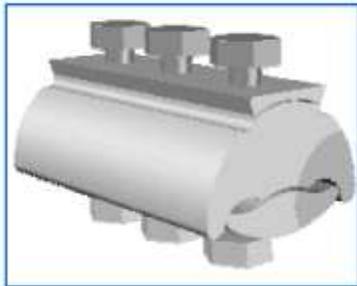
Nas situações em que ocorre corrosão galvânica devem utilizar-se ligadores **bimetálicos** ou **soldaduras aluminotérmicas** (redes de terras).



Ligações à terra e condutores de proteção

Bimetálicos

Ligadores Paralelos Bimetálicos; Alumínio–Cobre



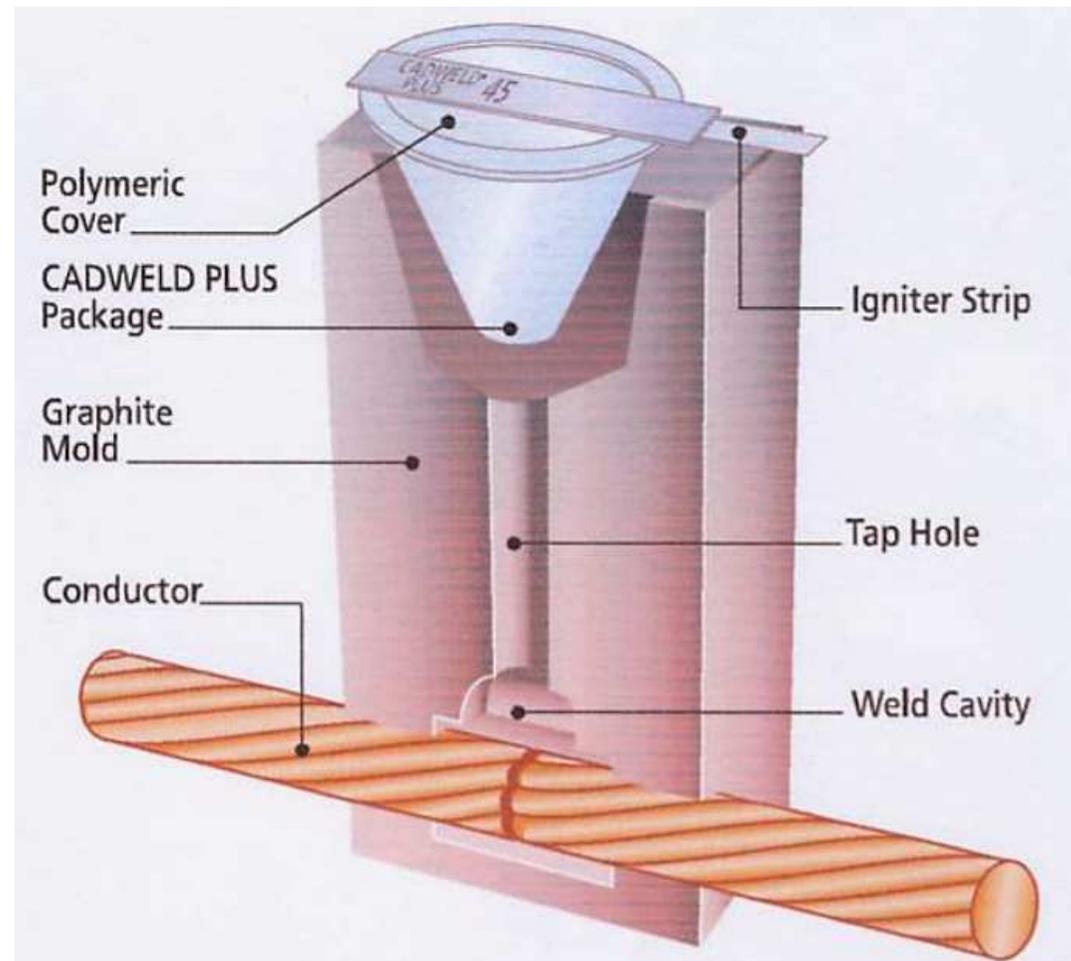
Referência	Descrição	Material
2030A	Conector Paralelo; Al: S:16-70; Cu: S:6-50mm	Alumínio-Cobre
2030B	Conector Paralelo; Al: S:16-70; Cu: S:10-95mm	Alumínio-Cobre



Ligações à terra e condutores de proteção

Soldadura Aluminotérmica

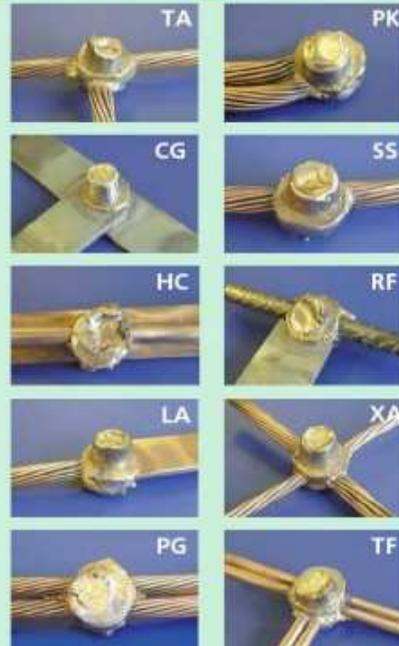
Método de soldadura entre condutores, que minimiza a ocorrência de avarias nos sistemas de terra.





Ligações à terra e condutores de proteção

Soldaduras aluminotérmicas.



As vantagens Cadweld Multi Plus

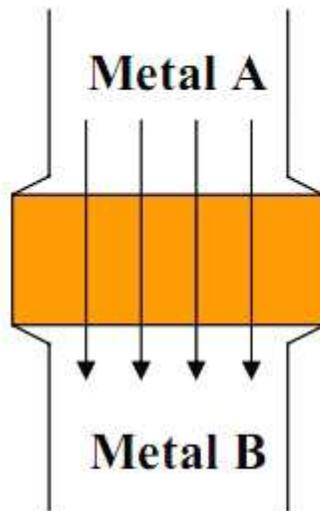
- Molde versátil que permite efectuar um número ilimitado de ligações;
- Sistema patenteado que evita fugas de metal de solda;
- Estrutura compacta que permite o fácil alinhamento dos condutores;
- Kit completo com todos os acessórios para realização de soldaduras, em caixa de transporte leve e confortável;
- Sistema simples que efectua praticamente qualquer soldadura em segundos;
- De acordo com a norma: IEC 1025 - 1 (ENV 61024-1), IEEE 837-1987, IEEE 80-2000.



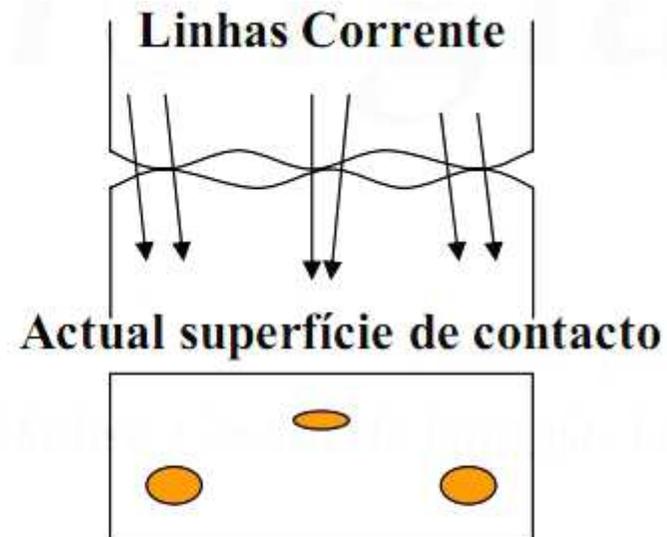
Ligações à terra e condutores de proteção

Soldaduras aluminotérmicas.

- **Segurança:** o eletrólito não penetra entre os condutores, não causa oxidação e deterioração ao longo do tempo
- **Condutividade:** ligação molecular entre condutores (estes não se encontram separados).



A ligação CADWELD mantém a condutividade permanente para toda a secção dos condutores



A conexão mecânica apresenta diferenças significativas entre a aparente superfície de contacto e a actual



Ligações à terra e condutores de proteção

Condutores

Condutores	Facilidade de Instalação	Resistência à Corrosão	Condutibilidade	Ligações Bimetálicas	Custo	
	Cobre Estanhado	★★★★★★	★★★★★★	★★★★★★	★★★★	★★
	Cobre	★★★★★★	★★★★	★★★★★★	★★	★★★
	Aço Cobreado	★★★	★★★	★★★★	★★	★★★★
	Aço Inox	★★★	★★★★★★	★★★	★★★★	★★★
	Aço Galvanizado	★★★	★★★	★★★	★★	★★★★★★

De óptimo (★★★★★★) a péssimo (★)



Ligações à terra e condutores de proteção

Redes de terras

É muito comum preocupar-nos com o valor de resistência de terra e desprezarmos a importância da resistência à corrosão destes sistemas. Os dois parâmetros estão, no entanto, muitas vezes associados, já que uma terra com deficiente resistência à corrosão implica um aumento do valor de terra a muito curto prazo.

Redes de terras

Consciente desse facto, a QEnergia tem lançado recentemente inúmeras soluções para redes de terras - desde os condutores em aço cobreado, passando por produtos de melhoramento de terra até aos novos acessórios bimetálicos para redes de terras.

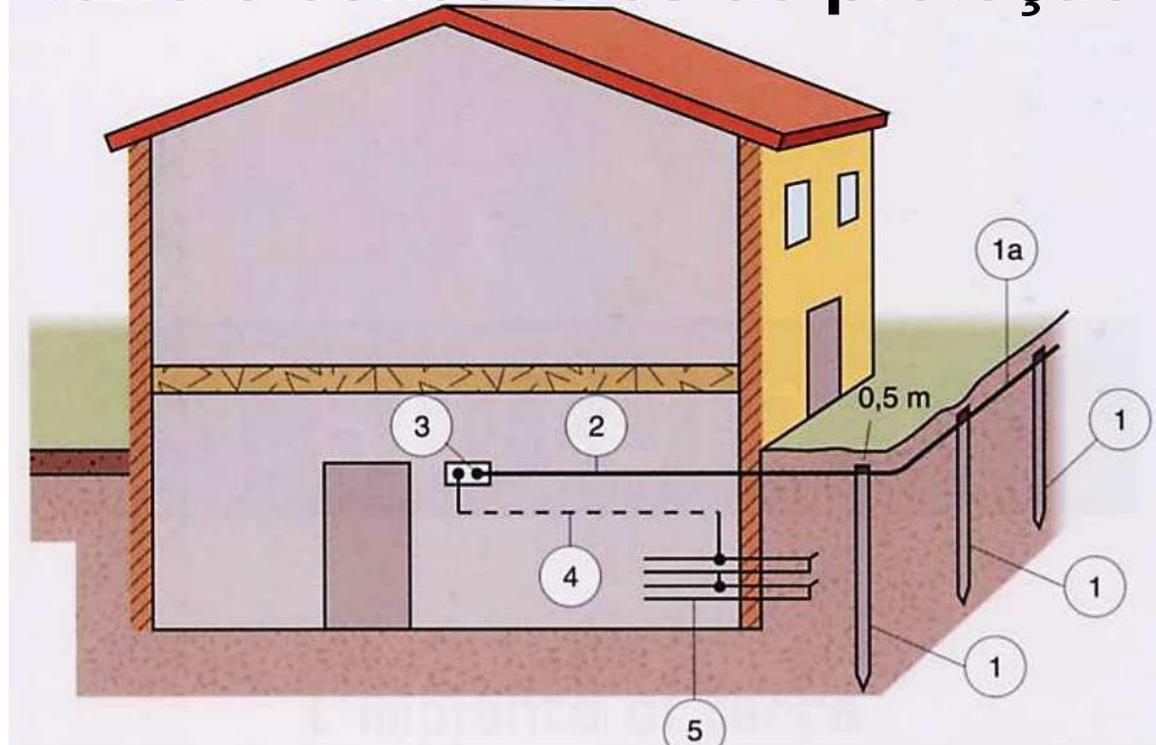
The diagram compares two types of earth connection electrodes. On the left is a copper-coated electrode, and on the right is a galvanized steel electrode. A central circular inset shows a cross-section of the copper-coated electrode, highlighting its internal steel core and the copper coating.

ELÉCTRODO DE LIGAÇÃO A TERRA COM REVESTIMENTO DE COBRE	ELÉCTRODO DE LIGAÇÃO A TERRA GALVANIZADO
<ul style="list-style-type: none">• Eficácia de custos por longa durabilidade de funcionamento Revestimento de cobre: <ul style="list-style-type: none">• Ligação molecular permanente• Desempenho de baixa resistência• Grande capacidade de falha de corrente (IEEE® Std 80)<ul style="list-style-type: none">• Não descola nem rasga quando colocada• Não parte se o mastro dobrar Núcleo e ponta de aço de carbono: <ul style="list-style-type: none">• Maior resistência à tracção• Capacidade de colocação em profundidade	<ul style="list-style-type: none">• Preço de compra mais baixo – não tão eficaz de custos do que os eléctrodos de ligação à terra ligação com revestimento de cobre Revestimento galvanizado: <ul style="list-style-type: none">• Durabilidade de funcionamento relativamente curta• Pode partir se o mastro dobrar Núcleo e ponta de aço: <ul style="list-style-type: none">• Maior resistência à tracção• Capacidade de colocação em profundidade



Ligações à terra e condutores de proteção

Exemplo de
eléctrodo
vertical

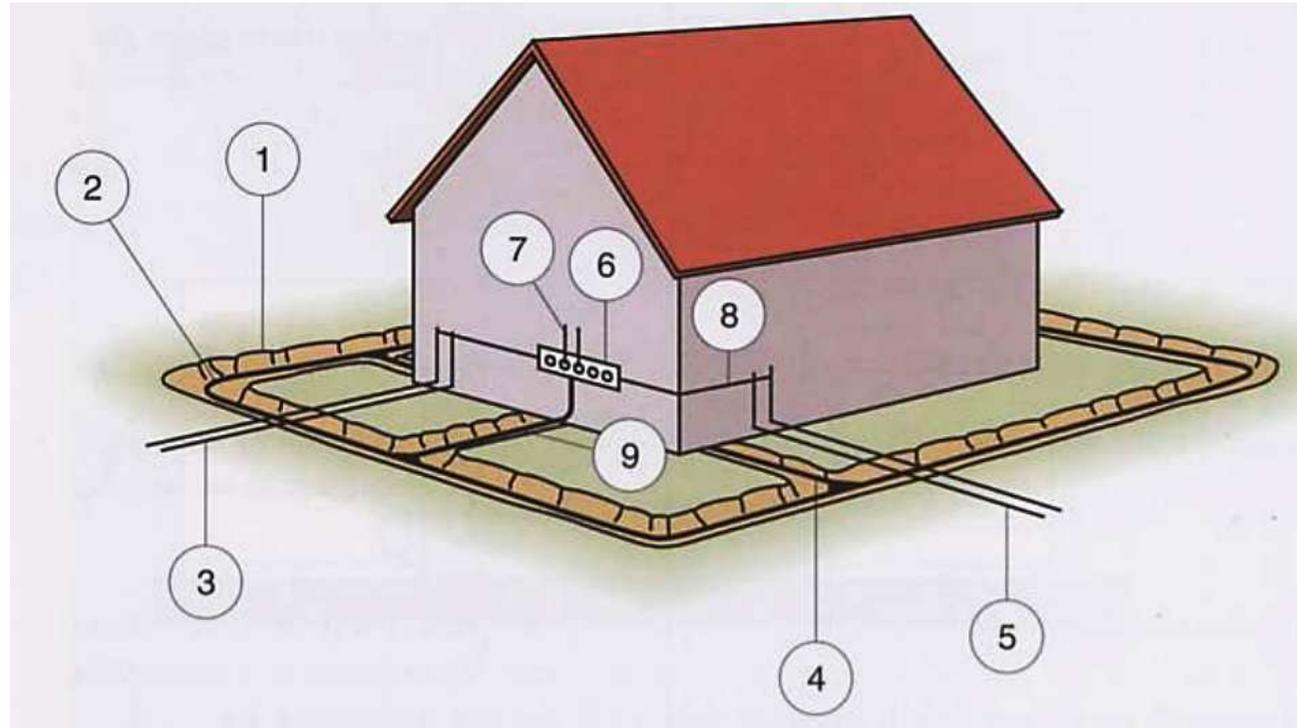


- 1 – Vareta com pelo menos 2 m de comprimento;
- 2 – Condutor de terra;
- 3 – Barra de ligação equipotencial (devem ser ligados condutores de terra, condutores de proteção, condutores das ligações equipotenciais principais, o condutor de ligação à terra de mastros e antenas);
- 4 – Condutor equipotencial principal;
- 5 – Ligações de tubagem de água, ar condicionado, ...



Ligações à terra e condutores de proteção

Exemplo



- 1 – Vala com profundidade mínima de 0,80 m;
- 2 – Condutor de terra;
- 3, 4, 5 – Canalização de água, eléctrica, ...;
- 6 – Barra de ligação equipotencial;
- 7, 8, 9 – Condutores de protecção, de equipotencialidade e de terra.