

# ATERRAMENTO TN-S: COMO FUNCIONA E QUAIS AS DIFERENÇAS PARA TN-C E TN-C-S

Entenda como funciona o aterramento TN-S, as diferenças para TN-C e TN-C-S, o condutor PEN, a separação entre neutro e PE, o uso de DR e a verificação conforme a NBR 5410.

## SUMÁRIO

<b>1. O QUE É O ATERRAMENTO TN-S?</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>2. COMO FUNCIONA O ESQUEMA TN DURANTE UMA FALTA À MASSA?</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>3. TN-S, TN-C E TN-C-S: QUAL É A DIFERENÇA?</b> . . . . .	<b>4</b>
3.1. ESQUEMA TN-S . . . . .	4
3.2. ESQUEMA TN-C . . . . .	5
3.3. ESQUEMA TN-C-S . . . . .	5
<b>4. COMPARAÇÃO ENTRE TN-S, TN-C E TN-C-S</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>5. COMO DEVE SER FEITA A SEPARAÇÃO DO PEN EM N E PE?</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>6. BARRAMENTO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO PRINCIPAL E ESQUEMA TN-S</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>7. CONDUTOR PE E CONDUTOR PEN NÃO SÃO EQUIVALENTES</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>8. ATERRAMENTO TN-S COM DR</b> . . . . .	<b>8</b>
<b>9. RELAÇÃO ENTRE TN-S, DPS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS</b> . . . . .	<b>8</b>
<b>10. GERADORES, UPS E CHAVES DE TRANSFERÊNCIA</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>11. COMO IDENTIFICAR SE UMA INSTALAÇÃO É REALMENTE TN-S?</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>12. COMO VERIFICAR A PROTEÇÃO NO ESQUEMA TN-S?</b> . . . . .	<b>10</b>
<b>13. ERROS COMUNS EM ATERRAMENTO TN-S E TN-C-S</b> . . . . .	<b>10</b>
13.1. CONSIDERAR QUE TODA INSTALAÇÃO COM HASTE É TN-S . . . . .	10
13.2. SEPARAR O PEN E REUNIR N E PE NOVAMENTE . . . . .	10
13.3. INSTALAR DR DIRETAMENTE EM TRECHO TN-C . . . . .	10
13.4. SECCIONAR O PE OU O PEN . . . . .	11
13.5. COMPARTILHAR NEUTRO ENTRE CIRCUITOS COM DR DISTINTOS . . . . .	11
13.6. USAR ELETROCALHA OU ESTRUTURA COMO SUBSTITUTO DO PE . . . . .	11
13.7. DIMENSIONAR O PE APENAS PELA CORRENTE DE CARGA . . . . .	11
13.8. IGNORAR AS FONTES ALTERNATIVAS . . . . .	11
<b>14. QUANDO REVISAR O ESQUEMA TN DA INSTALAÇÃO?</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>15. CONCLUSÃO</b> . . . . .	<b>11</b>

O **aterramento TN-S** é o esquema em que um ponto da alimentação – normalmente o neutro da fonte – é diretamente aterrado, as massas da instalação são conectadas a esse mesmo ponto por um condutor de proteção e as funções de neutro e proteção permanecem separadas em condutores distintos, N e PE. Diferentemente do TN-C, o TN-S não utiliza um condutor PEN no trecho considerado; no TN-C-S, o PEN existe apenas antes do ponto em que é separado em N e PE.

Em uma falta entre fase e massa, a corrente retorna à fonte pelo PE ou pelo PEN, e o dispositivo de proteção deve seccionar automaticamente o circuito dentro do tempo aplicável. A verificação depende da impedância do percurso da corrente de falta e da condição  $Z_s \times I_a \leq U_o$ . No TN-S, dispositivos DR podem ser aplicados conforme o projeto; no TN-C, o PEN precisa ser separado antes do DR.

A existência de haste, malha ou condutor verde-amarelo não comprova, isoladamente, que a instalação seja TN-S. É necessário identificar a fonte, o ponto de aterramento, o percurso do PE ou PEN, os barramentos N e PE e eventuais conexões entre eles. Este artigo detalha essas condições e complementa o comparativo geral sobre [esquemas TN, TT e IT](#).

## 1. O QUE É O ATERRAMENTO TN-S?

No esquema TN, um ponto da alimentação é diretamente aterrado – normalmente o ponto neutro do transformador ou da fonte – e as massas da instalação são conectadas a esse ponto por condutores de proteção. A letra **T** indica que existe um ponto da alimentação diretamente ligado à terra. A letra **N** indica que as massas estão vinculadas ao ponto aterrado da alimentação.

As letras adicionais descrevem a disposição das funções de neutro e proteção:

No **TN-S**, portanto, o condutor neutro **N** e o condutor de proteção **PE** são distintos em toda a extensão considerada. O neutro conduz a corrente de funcionamento das cargas monofásicas e os desequilíbrios do sistema. O PE é destinado à proteção e não deve conduzir corrente de carga em operação normal, embora possa conduzir correntes de fuga, correntes associadas a filtros e, principalmente, correntes de falta.

## 2. COMO FUNCIONA O ESQUEMA TN DURANTE UMA FALTA À MASSA?

Considere uma falha de isolamento que coloque uma fase em contato com a carcaça metálica de um equipamento. No esquema TN, a corrente de falta deve retornar à fonte por um percurso predominantemente metálico:

**fase ponto da falta massa condutor PE ou PEN ponto neutro da fonte enrolamento da fonte.**

A proteção não depende apenas da resistência do eletrodo enterrado. O parâmetro decisivo é a **impedância total do percurso da corrente de falta**, incluindo a fonte, o condutor de fase, as conexões, o condutor de proteção e o retorno até a fonte.

A NBR 5410, em 5.1.2.2.4.2, estabelece a condição:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

em que:

Se a impedância do percurso for excessiva, a corrente de falta pode ser insuficiente para provocar a atuação do disjuntor ou fusível no tempo exigido. Por isso, a mera continuidade elétrica do PE não comprova, sozinha, a efetividade do seccionamento automático.

### 3. TN-S, TN-C E TN-C-S: QUAL É A DIFERENÇA?

A NBR 5410 reconhece três variantes do esquema TN. A diferença está na separação ou combinação das funções de neutro e proteção.

#### 3.1. ESQUEMA TN-S

No TN-S, os condutores N e PE são separados. As massas são ligadas ao PE, enquanto a corrente de carga retorna pelo neutro. Essa separação reduz a circulação intencional de corrente de carga por elementos vinculados à proteção e facilita a aplicação de dispositivos diferenciais residuais.

Em edificações com redes de dados, automação, CFTV, controle de acesso, sistemas supervisórios e outros equipamentos eletrônicos interligados, a separação entre N e PE também contribui para limitar correntes circulantes em blindagens, estruturas e condutores de equipotencialização.

O TN-S não elimina a necessidade de eletrodo de aterramento, BEP ou equipotencialização. A NBR 5410 exige infraestrutura de aterramento para a edificação e a vinculação das massas, estruturas metálicas, tubulações e linhas externas à equipotencialização principal.

### 3.2. ESQUEMA TN-C

No TN-C, as funções de neutro e proteção são combinadas no condutor **PEN** durante toda a extensão do esquema. Esse condutor conduz corrente de carga e também integra o percurso de proteção contra faltas.

A interrupção ou deterioração do PEN pode deslocar o potencial das massas conectadas e produzir uma condição perigosa. Por isso, a NBR 5410 restringe seu uso a instalações fixas e estabelece seção mínima de **10 mm<sup>2</sup> em cobre** ou **16 mm<sup>2</sup> em alumínio**, conforme 6.4.3.4.1.

A norma também determina que o PEN não seja seccionado e não admite que dispositivos DR assumam, em um trecho TN-C, a função de seccionamento automático para proteção contra choques. Para utilizar DR, o PEN precisa ser separado em N e PE antes do dispositivo.

### 3.3. ESQUEMA TN-C-S

No TN-C-S, as funções de neutro e proteção permanecem combinadas em parte da instalação e são separadas a partir de um ponto definido. O trecho anterior à separação é TN-C. O trecho posterior é TN-S.

Esse arranjo é frequente quando a alimentação chega à edificação por um condutor PEN e a separação ocorre no ponto de entrada ou no quadro de distribuição principal. A NBR 5410, em 5.4.3.6, determina essa separação em edificações alimentadas por linha em TN-C, ressalvada uma exceção muito específica para destinações nas quais se possa descartar com segurança o uso presente ou futuro de equipamentos eletrônicos interligados por linhas de sinal.

Depois da separação, o neutro não pode ser novamente ligado ao PE, ao BEP, ao eletrodo ou a outra parte aterrada da instalação. Uma reconexão a jusante cria caminhos paralelos para a corrente de neutro e descaracteriza o trecho TN-S.

## 4. COMPARAÇÃO ENTRE TN-S, TN-C E TN-C-S

Critério TN-STN-CTN-C-S Neutro e proteção Separados Combinados no PEN Combinados em parte e separados depois Corrente de carga no condutor de proteção Não deve circular intencionalmente no PE Circula no PEN Circula no PEN somente antes da separação Aplicação de DR Possível, conforme projeto Não admitida como proteção por seccionamento no trecho TN-C Possível após a separação entre N e PE Risco associado à interrupção do PEN Não se aplica ao trecho TN-S Elevado Presente no trecho TN-C Reconexão entre N e PEN Não permitida Funções ainda combinadas Não permitida após o ponto de separação Barramentos N e PE distintos PEN PEN na entrada e barras N/PE distintas após a separação

A comparação não significa que a escolha possa ser feita apenas por preferência. A arquitetura deve considerar a forma de fornecimento, a fonte, os dispositivos de proteção, as cargas, as linhas de sinal, as fontes alternativas e as regras da distribuidora.

**O esquema TN deve ser identificado a partir da fonte e do percurso da corrente de falta.**

A presença de eletrodo, barramento ou condutor verde-amarelo não define, isoladamente, se a instalação é TN-S, TN-C-S, TT ou IT.

### [Comparar os esquemas TN, TT e IT](#)

## 5. COMO DEVE SER FEITA A SEPARAÇÃO DO PEN EM N E PE?

A separação precisa ocorrer em um ponto definido e documentado. Conforme 6.4.3.4.4 da NBR 5410, devem existir terminais ou barras distintas para PE e N, e o condutor PEN deve ser ligado à barra destinada ao condutor de proteção.

Em termos práticos, a sequência correta é:

1. o PEN chega ao ponto de separação;
2. o PEN é conectado à barra PE ou ao conjunto que acumula a função de BEP;
3. a partir desse ponto deriva-se o condutor neutro para uma barra N distinta;
4. a barra N permanece isolada do invólucro metálico e das partes aterradas;
5. os circuitos a jusante seguem com N e PE separados.

Essa organização evita que a interrupção ou a remoção da barra de neutro rompa simultaneamente a função de proteção. Também assegura que o PE permaneça diretamente relacionado à equipotencialização e ao percurso de retorno da corrente de falta.

A barra N não deve ser ligada novamente à carcaça do quadro, à barra PE ou a outro eletrodo a jusante. O erro pode ocorrer em quadros secundários, equipamentos, grupos geradores, UPS, chaves de transferência e painéis reformados sem atualização do diagrama unifilar.

## 6. BARRAMENTO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO PRINCIPAL E ESQUEMA TN-S

O **barramento de equipotencialização principal – BEP** reúne os elementos que precisam compartilhar uma referência de potencial na entrada da edificação. A NBR 5410 inclui nessa equipotencialização estruturas metálicas, armaduras, tubulações, condutos, blindagens, condutores de proteção e os elementos associados às linhas externas.

A barra PE do quadro principal pode acumular a função de BEP quando o quadro estiver localizado próximo ao ponto de entrada da alimentação e atender às condições normativas. Essa possibilidade não transforma o neutro e o PE em um único barramento a jusante. No TN-S, as funções continuam separadas.

Em um TN-C-S, o PEN que chega à edificação deve ser incluído na equipotencialização principal. Depois da separação, o PE permanece vinculado ao BEP, enquanto o neutro deve conservar sua isolação em relação às massas e às partes aterradas.

Para aprofundar essa integração, consulte [Equipotencialização ou Equalização de Potenciais](#) e a solução de [Aterramento e Equipotencialização](#).

## 7. CONDUTOR PE E CONDUTOR PEN NÃO SÃO EQUIVALENTES

O PE exerce função de proteção. O PEN acumula as funções de proteção e neutro. Essa diferença altera dimensionamento, continuidade, identificação e possibilidade de seccionamento.

A NBR 5410 estabelece que:

Quando dispositivos de sobrecorrente realizam a proteção por seccionamento automático, o PE deve acompanhar os condutores vivos na mesma linha elétrica ou permanecer em sua proximidade imediata. Essa disposição reduz a impedância e a área do laço de falta.

## 8. ATERRAMENTO TN-S COM DR

No TN-S, o dispositivo DR pode ser aplicado porque os condutores ativos e o PE possuem funções distintas. O DR verifica o equilíbrio das correntes que atravessam seu circuito magnético. Em uma falta para a massa, parte da corrente retorna pelo PE, produzindo corrente diferencial e provocando a atuação do dispositivo quando os critérios de sensibilidade e tempo são atendidos.

O PE não deve ser tratado como condutor ativo e não deve atravessar o toro do DR junto com fases e neutro. O neutro do circuito protegido deve atravessar o dispositivo e não pode ser compartilhado com circuitos protegidos por outros DR.

Uma ligação N-PE realizada a jusante pode desviar parte da corrente de neutro pelo PE, por eletrocalhas, blindagens ou estruturas. Isso pode causar atuações indevidas, correntes circulantes e tensões inesperadas. Também pode mascarar erros de instalação quando o teste se limita ao botão incorporado no dispositivo.

No TN-C, a NBR 5410 não admite atribuir ao DR a função de proteção por seccionamento automático. A conversão para TN-C-S deve ocorrer imediatamente a montante do DR: o neutro passa pelo dispositivo e o PE permanece externamente a ele.

O artigo [Disjuntor DR, IDR e DDR](#) detalha as diferenças entre os dispositivos e os critérios de aplicação.

## 9. RELAÇÃO ENTRE TN-S, DPS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

O esquema de aterramento influencia a forma de conexão dos dispositivos de proteção contra surtos. A posição da separação entre N e PE, a existência de SPDA, a tensão do sistema, a suportabilidade dos equipamentos e a distância entre DPS e barramentos afetam a seleção e o arranjo da proteção.

Conexões longas entre DPS, fases, neutro e PE aumentam a tensão residual efetiva sobre o equipamento. Por isso, não basta escolher um DPS por corrente de descarga. O quadro deve permitir conexões curtas, coordenação com a proteção de retaguarda e integração com a equipotencialização.

Em instalações eletrônicas, o TN-C tende a favorecer correntes de carga em elementos vinculados à equipotencialização e em blindagens conectadas em diferentes pontos. Por essa razão, 5.4.3.6 da NBR 5410 determina, como regra para edificações alimentadas em TN-C, a separação do PEN na entrada ou no quadro principal.

A separação entre N e PE não autoriza a criação de um “terra eletrônico” isolado. Aterramentos funcionais e equipotencializações destinadas à compatibilidade eletromagnética devem permanecer vinculados, direta ou indiretamente, ao BEP.

Consulte também o artigo [DPS: proteção contra surtos, NBR 5410, SPDA e aterramento](#).

## 10. GERADORES, UPS E CHAVES DE TRANSFERÊNCIA

Fontes alternativas podem alterar o percurso da corrente de falta. Um gerador ou transformador pode estabelecer uma nova referência de neutro, enquanto uma UPS pode possuir diferentes modos de operação, bypass ou transformador de isolamento. O esquema de aterramento deve ser analisado em cada condição operacional.

A decisão sobre seccionamento do neutro, quantidade de polos da chave de transferência e conexão entre neutro e PE depende da arquitetura das fontes. Uma ligação adequada em um modo pode criar paralelismo indevido de neutros em outro.

Entre os problemas recorrentes estão:

Essas interfaces precisam constar do diagrama unifilar, do memorial e da lógica de transferência. O esquema não deve ser inferido somente pela posição de uma barra no quadro.

## 11. COMO IDENTIFICAR SE UMA INSTALAÇÃO É REALMENTE TN-S?

A identificação deve começar na fonte e avançar até os circuitos terminais. A simples presença de condutores verde-amarelos não comprova o esquema.

Um levantamento técnico deve verificar:

1. onde o ponto neutro da fonte está aterrado;
2. como as massas são conectadas a esse ponto;
3. se a alimentação chega com N e PE separados ou por PEN;
4. onde ocorre eventual separação do PEN;
5. se as barras N e PE permanecem distintas a jusante;
6. se existem conexões N-PE em quadros secundários ou equipamentos;
7. se o PE acompanha os condutores ativos;
8. como geradores, UPS e outras fontes são integrados;
9. se os DR abrangem todos os condutores ativos do circuito;
10. se os diagramas representam a condição executada.

Medições de continuidade ajudam a localizar interrupções e conexões, mas precisam ser interpretadas com o circuito desenergizado e com conhecimento da arquitetura. Uma baixa resistência entre N e PE pode ser esperada a montante do ponto de separação e representar uma não conformidade a jusante.

## 12. COMO VERIFICAR A PROTEÇÃO NO ESQUEMA TN-S?

A verificação final deve combinar inspeção e ensaios. A NBR 5410 exige ensaio de continuidade dos condutores de proteção e das equipotencializações. Para esquemas TN, a conformidade do seccionamento automático deve ser verificada pela impedância do percurso da corrente de falta e pelas características do dispositivo de proteção associado.

A medição de resistência do eletrodo, embora importante para a infraestrutura de aterramento e para outras funções, não substitui a verificação de **Zs** no esquema TN. O que precisa ser demonstrado é que a corrente de falta será suficiente para provocar a atuação da proteção no tempo aplicável.

A verificação pode envolver:

O artigo [Ensaio Elétrico em Instalações](#) apresenta a sequência de verificação final prevista pela NBR 5410. Quando houver divergência entre o diagrama e a instalação, a [Inspeção de Instalações Elétricas](#) permite documentar barramentos, conexões, dispositivos e percursos antes de definir a adequação.

**Continuidade do PE não substitui a verificação do seccionamento automático.**

A avaliação deve relacionar impedância do percurso da falta, curva ou ajuste da proteção, tempo de atuação e condição real dos barramentos e condutores.

[Ver escopo da Inspeção de Instalações Elétricas](#)

## 13. ERROS COMUNS EM ATERRAMENTO TN-S E TN-C-S

### 13.1. CONSIDERAR QUE TODA INSTALAÇÃO COM HASTE É TN-S

O eletrodo não define sozinho o esquema. É necessário identificar a relação entre fonte, massas, neutro e proteção.

### 13.2. SEPARAR O PEN E REUNIR N E PE NOVAMENTE

Depois da separação, o neutro não pode ser ligado ao PE, ao eletrodo ou à carcaça de quadros secundários.

### 13.3. INSTALAR DR DIRETAMENTE EM TRECHO TN-C

O PEN precisa ser separado antes do dispositivo. O neutro atravessa o DR; o PE não.

#### 13.4. SECCIONAR O PE OU O PEN

Condutores de proteção não devem receber dispositivos de manobra. A continuidade da proteção precisa ser permanente.

#### 13.5. COMPARTILHAR NEUTRO ENTRE CIRCUITOS COM DR DISTINTOS

O compartilhamento cria desequilíbrios e atuações indevidas, além de dificultar a identificação das correntes de retorno.

#### 13.6. USAR ELETROCALHA OU ESTRUTURA COMO SUBSTITUTO DO PE

Estruturas e condutos podem integrar a equipotencialização, mas não substituem automaticamente o condutor de proteção exigido para o circuito.

#### 13.7. DIMENSIONAR O PE APENAS PELA CORRENTE DE CARGA

O PE deve suportar a corrente de falta até a atuação do dispositivo de proteção. Sua função não é transportar a corrente normal da carga.

#### 13.8. IGNORAR AS FONTES ALTERNATIVAS

O esquema deve ser válido em todos os modos de operação previstos, e não apenas durante a alimentação pela rede pública.

### 14. QUANDO REVISAR O ESQUEMA TN DA INSTALAÇÃO?

A revisão é recomendada quando houver:

Em instalações antigas, o diagnóstico deve distinguir correções pontuais de uma necessidade mais ampla de revisão do projeto elétrico, da equipotencialização e da coordenação das proteções.

### 15. CONCLUSÃO

O aterramento TN-S não se resume à instalação de um condutor PE separado. Seu desempenho depende de um ponto de alimentação corretamente referenciado, de equipotencialização geral, de continuidade do PE, de baixa impedância do percurso de falta e de dispositivos capazes de seccionar a alimentação dentro do tempo exigido.

No TN-C, o condutor PEN acumula funções críticas e está sujeito a restrições específicas. No TN-C-S, a separação entre N e PE deve ocorrer em ponto definido, com barras distintas

e sem recombinação posterior.

A identificação, o projeto e a verificação do esquema devem considerar também DR, DPS, equipamentos eletrônicos e fontes alternativas. Uma instalação só pode ser classificada e considerada segura quando a arquitetura documentada corresponde às conexões reais e quando os ensaios confirmam a efetividade da proteção.

### **Defina o esquema de aterramento a partir da condição real da instalação.**

A A3A Engenharia pode avaliar a fonte, o ponto de separação do PEN, os barramentos N e PE, o percurso da corrente de falta e a integração com DR, DPS e fontes alternativas.

### [Solicitar avaliação técnica](#)

[1] ABNT. ABNT NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão, versão corrigida com Errata 1:2008.

**O que é aterramento TN-S?** É a variante do esquema TN em que o ponto da alimentação é diretamente aterrado, as massas são ligadas a esse ponto por condutores de proteção e as funções de neutro e PE permanecem separadas ao longo da instalação. **Qual é a diferença entre TN-S e TN-C?** No TN-S, neutro e PE são condutores distintos. No TN-C, as duas funções são combinadas no condutor PEN, que conduz corrente de carga e também participa da proteção contra faltas. **O que é o esquema TN-C-S?** É o esquema em que neutro e proteção são combinados em um PEN em parte da instalação e separados em N e PE a partir de um ponto definido. Depois da separação, N e PE não podem ser reunidos novamente. **Pode instalar DR em aterramento TN-C?** Não se admite atribuir ao DR a proteção por seccionamento automático em um trecho TN-C. O condutor PEN deve ser separado em N e PE imediatamente a montante do dispositivo. **Qual é a seção mínima do condutor PEN?** Segundo a NBR 5410, o PEN só é admitido em instalações fixas e sua seção não pode ser inferior a 10 mm<sup>2</sup> em cobre ou 16 mm<sup>2</sup> em alumínio. **Uma haste de aterramento transforma a instalação em TN-S?** Não. O esquema é definido pela relação entre a fonte, a terra, as massas, o neutro e os condutores de proteção. A presença de um eletrodo não comprova que N e PE estejam separados corretamente. **Como verificar a proteção em um esquema TN-S?** A verificação inclui continuidade do PE, inspeção das barras e conexões, medição ou cálculo da impedância do percurso da corrente de falta e conferência das características dos dispositivos de proteção.

### **Soluções relacionadas**

### **Serviços de engenharia**

**Conteúdos correlatos**

**Materiais complementares**

## Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.