

Esquemas de ligação à Terra em baixa tensão

A escolha correcta dos elementos de protecção de uma instalação eléctrica, minimiza ou elimina por completo o risco de incêndio, explosão ou choques eléctricos decorrentes do seu uso. O esquema de ligação à Terra, é um aspecto fundamental a ter em conta.

A Norma IEC 60364 estabelece a forma de ligação do neutro e a forma de efectuar as massas. O esquema de ligação à terra utilizado, limita a escolha das protecção para garantir a protecção de pessoas contra contactos indirectos.

A escolha do esquema de ligação depende de vários critérios como, as condições de funcionamento, a protecção de pessoas e bens, instalações com risco de incêndio ou explosão, continuidade de serviço ou compatibilidade electromagnética.

Com base nos critérios anteriores, podem ser definidos 3 diferentes tipos de esquemas de ligação à terra e são identificados por 2 letras:

A primeira letra indica a situação da alimentação em relação à terra, a segunda indica a situação das massas da instalação eléctrica em relação à terra, ou seja:

Primeira letra:

T - Ligação directa de um ponto à terra

I - Isolamento de todas as partes activas em relação à terra ou ligação de um ponto à terra por meio de uma impedância

Segunda letra:

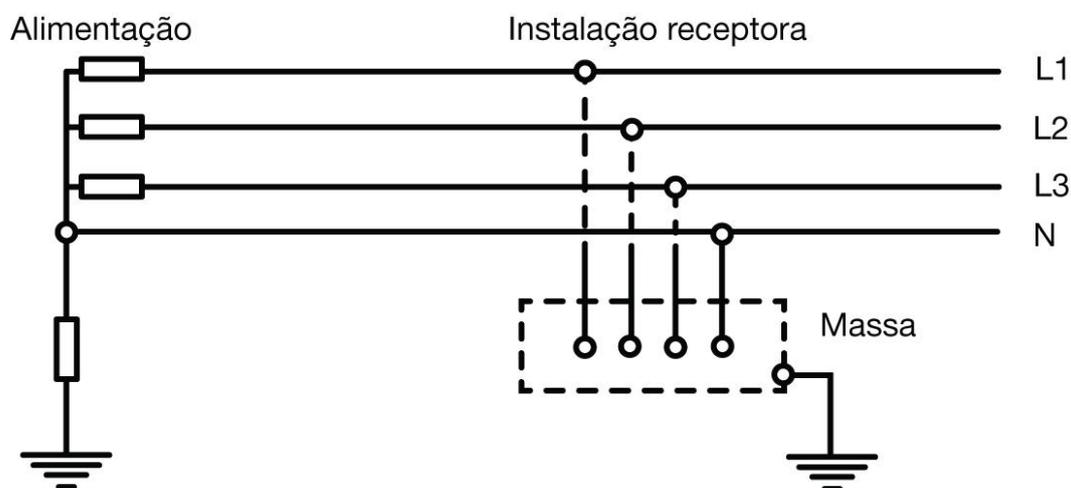
T- Massas ligadas directamente à Terra, independentemente da eventual ligação à terra

N- Ligação eléctrica directa das massas ao ponto da alimentação ligado à terra.

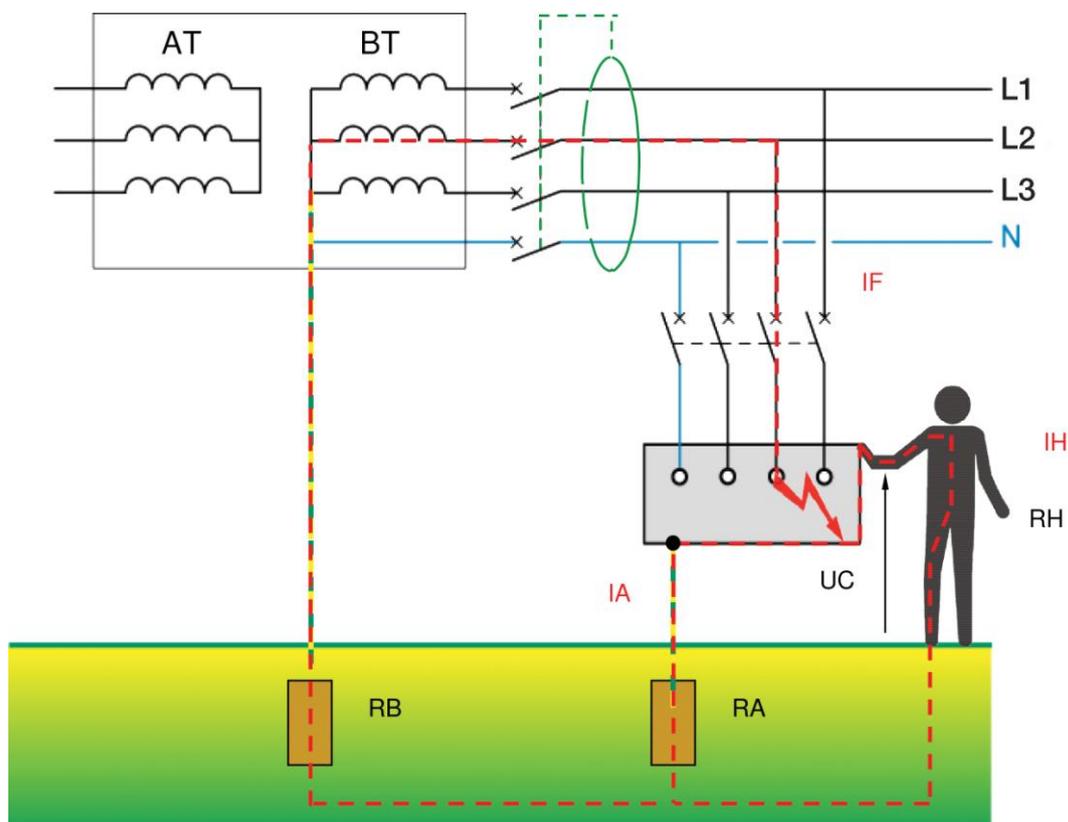
Esquema TT

Neutro e massas ligadas separadamente à terra.

É frequentemente usado em redes de distribuição.



No caso de um defeito à terra (contacto entre as massas e o condutor activo), o circuito de defeito é formado pelo condutor de fase, o condutor de protecção que liga a massa à terra, o circuito efectuado pela terra e o enrolamento secundário do transformador de potência juntamente com a sua ligação à terra.



Para este tipo de defeito, os dispositivos de protecção adequados são os interruptores diferenciais, disjuntores diferenciais ou relés diferenciais.

Se as terras entre as massas e o neutro não forem distintas, significa que a impedância do circuito de terra é quase nula, originando uma corrente muito próxima de um curto-circuito. Dado o valor elevado desta corrente, para efectuar o seu corte terá que ser utilizado um disjuntor diferencial ou interruptor diferencial desde que seja verificado, que o interruptor em coordenação com outro dispositivo de protecção a montante tem capacidade para cortar essa corrente, em segurança.

(Para saber o valor de corrente de curto-circuito máximo que o interruptor diferencial pode seccionar, coordenado com um dispositivo de protecção a montante [clique aqui](#))

O dispositivo diferencial irá actuar, quando a corrente de defeito atingir o valor $I\Delta n$, actuando num tempo reduzido (dependendo da corrente de defeito) por forma a garantir a protecção das pessoas.

Para saber qual a protecção diferencial a escolher, com base na resistência de terra e por forma a não exceder o valor máximo da tensão de contacto (50V), deve ser feito um pequeno cálculo:

$$UL = RA \times I\Delta n$$

Através deste cálculo resultam os seguintes valores:

Corrente diferencial $I_{\Delta n}$		RA (Ω)
20 A		2,5
10 A		5
5 A		5
3 A		17
Média sensibilidade	1 A	50
	500 mA	100
	300 mA	167
	100 mA	500
Alta sensibilidade	≤ 30 mA	> 500 (30 mA para $RA \leq 1667\Omega$)

Protecção do neutro

- Quando a secção do neutro é igual à das fases, não é necessário considerar protecção de neutro.
- Caso exista uma redução da secção no neutro em relação às fases, deverá considerar uma protecção contra sobreintensidades adequada a essa secção.

Para uma maior segurança deve-se cortar todos os condutores activos do sistema, incluindo o neutro.

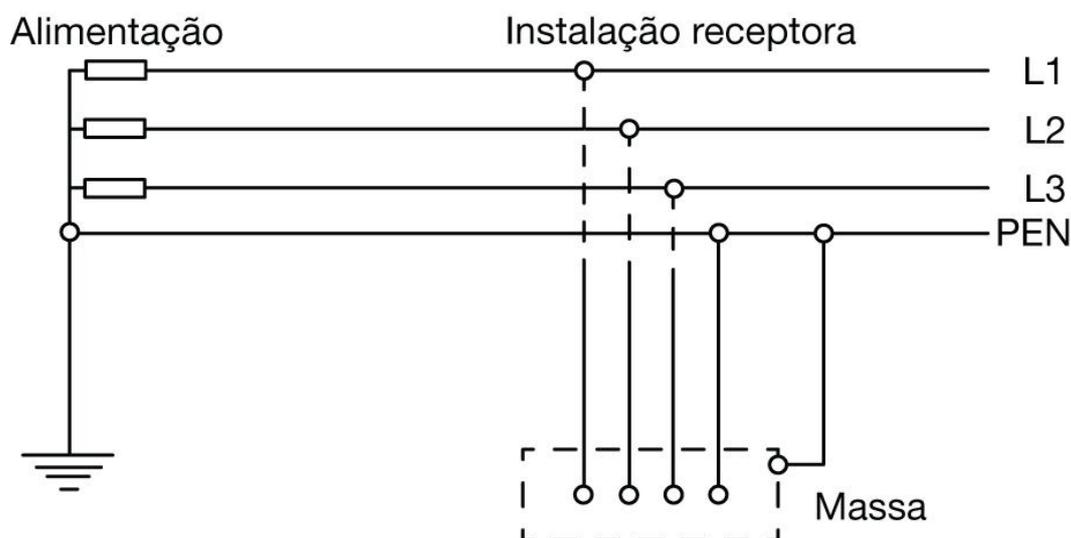
Esquema TN

Neutro ligado à terra e massas ligadas ao neutro.

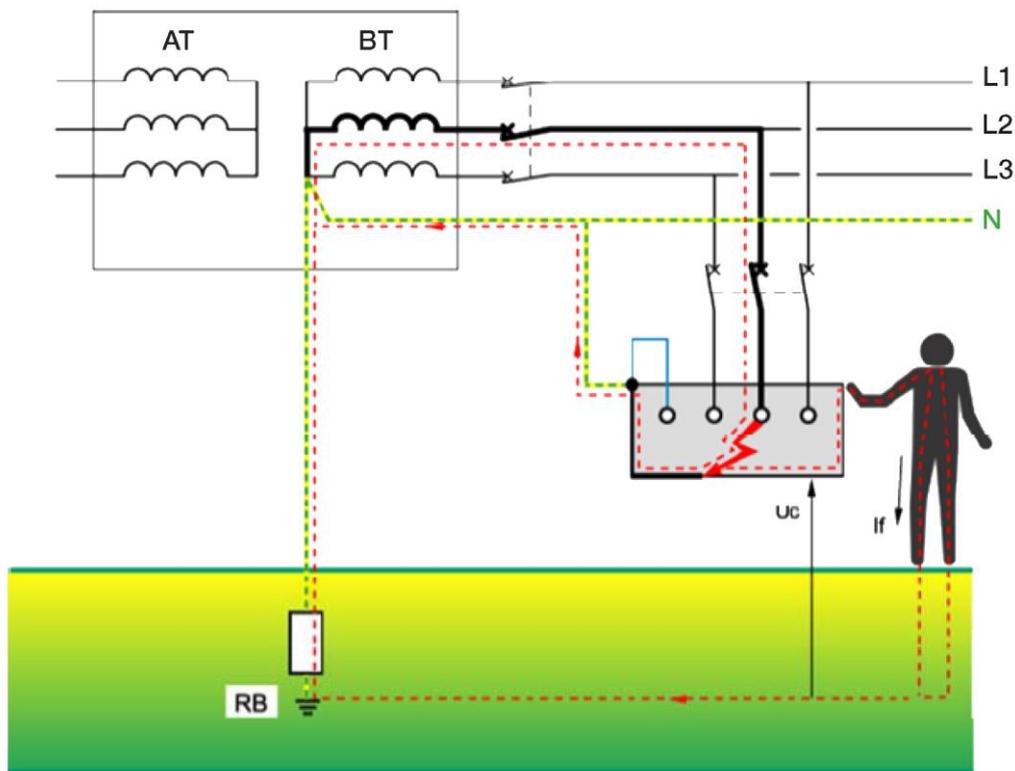
Nesses casos, a corrente de defeito é considerada como um curto-circuito.

Tipos de esquemas TN:

- TN-C



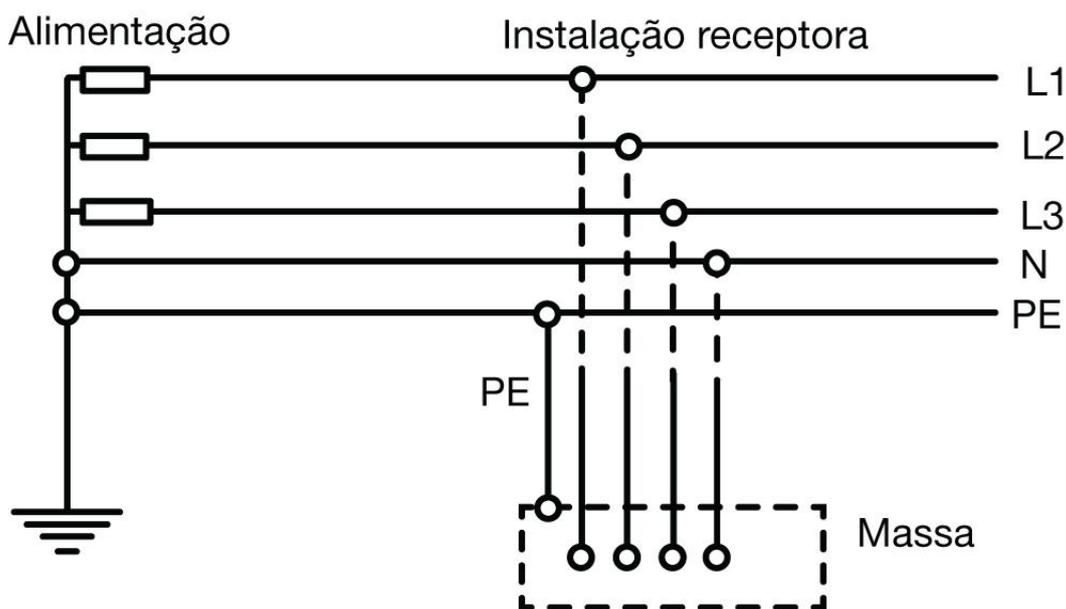
Se o condutor tem também a função de condutor de protecção, é proibido cortar o neutro (não protegido). Pois se este condutor for seccionado, não se fecha o circuito de defeito pelo neutro, o dispositivo de protecção pode não actuar e desta forma a protecção de pessoas pode ficar comprometida.



A protecção contra contactos indirectos, é assegurada pelos dispositivos de protecção contra sobrecorrentes como disjuntores ou fusíveis.

Para garantir a protecção das pessoas, deve ser calculada a corrente de defeito por forma a verificar se a actuação dos dispositivos é efectuada com o tempo adequado.

- TN-S

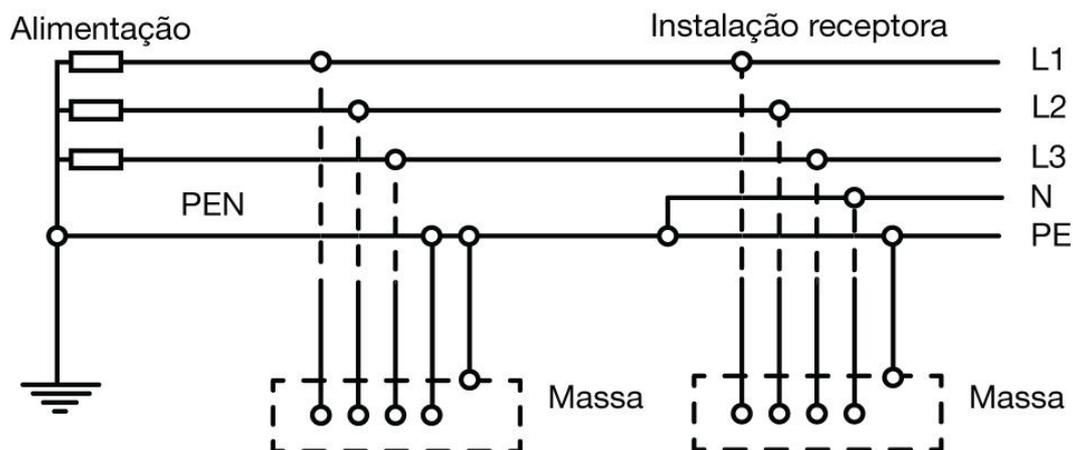


A distribuição do condutor de neutro é separada do de protecção. Neste caso, o corte do neutro é obrigatório.

Este regime é adequado quando:

- A secção dos condutores fase não é inferior a 10 mm² em cobre, e 16 mm² em Alumínio.
- O receptor é alimentado por uma canalização móvel.

▪ **TN-C-S**



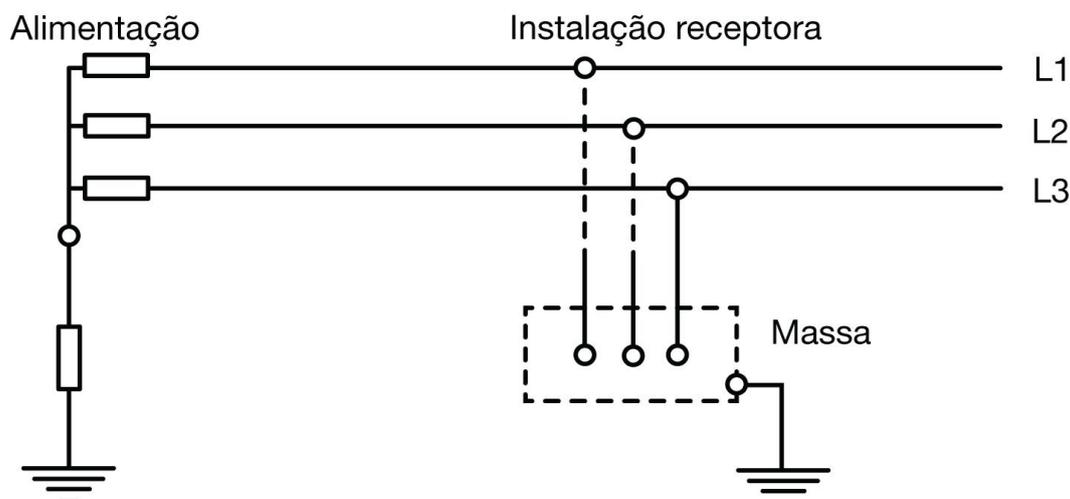
As funções de neutro e protecção são combinadas num único condutor.

No caso de TN-S e TN-C-S, a protecção a utilizar inclui dispositivos de protecção contra sobrecorrentes, ou dispositivos de protecção por aparelhos diferenciais, quando a corrente de defeito não tem um valor suficiente para actuar os dispositivos de protecção contra sobrecorrentes ou em circuitos finais onde não se consegue controlar este valor.

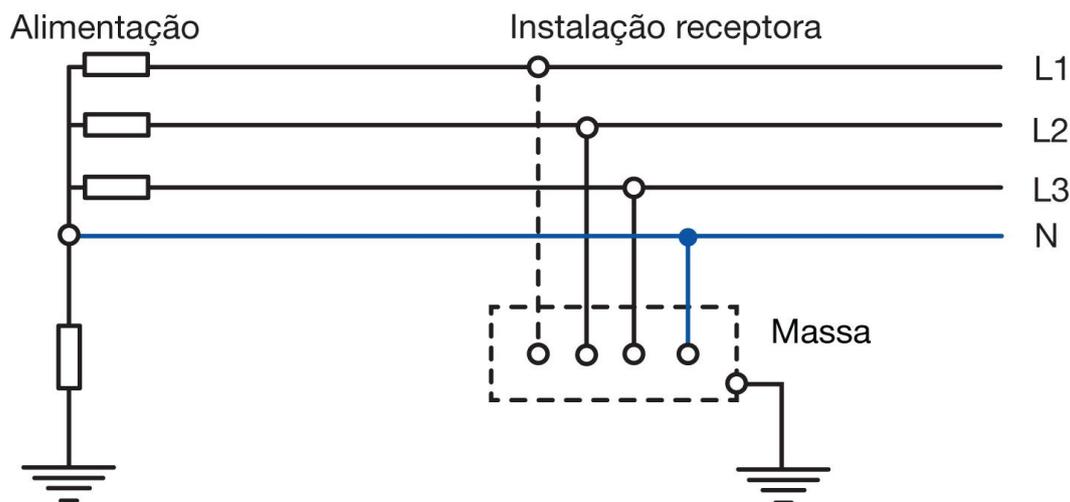
Nos casos anteriores, o condutor de protecção não pode ser ligado ao diferencial. No caso de TNC-S, a ligação do condutor de protecção PE com o neutro deve ser feita antes do dispositivo de protecção diferencial. O condutor de protecção PE não deve ser ligado ao interruptor diferencial, nem passar pelos toros dos relés diferenciais.

Esquema IT

Neutro não distribuído



Neutro distribuído



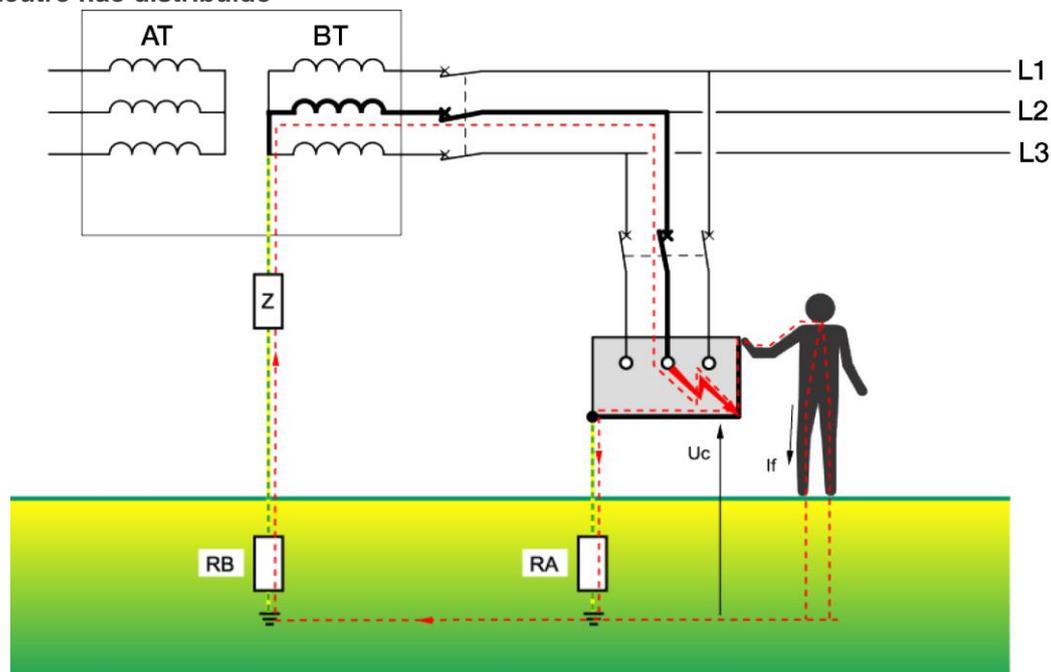
Neutro isolado e massas interligadas através de um condutor de protecção.

Neste caso o neutro não está ligado à terra, ou encontra-se ligado através de uma impedância muito alta ("Neutro impedante"). As ligações entre as massas, normalmente, são interligadas através de um condutor de protecção.

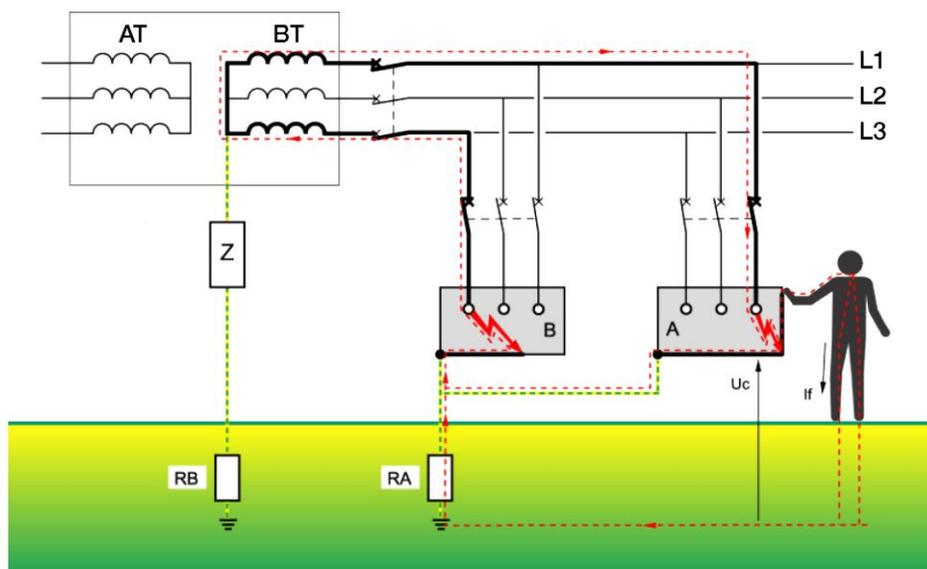
Em caso de defeito de isolamento no condutor activo, a corrente de defeito terá um valor reduzido, originando que não seja obrigatório a abertura automática do circuito no primeiro defeito.

A Impedância de isolamento varia com, o tipo de receptores instalados, com o comprimento e envelhecimento das canalizações, com as condições de humidade, etc..

▪ Neutro não distribuído



Se existir um primeiro defeito, a tensão U_c deve ser limitada devendo ser inferior a 50 V. Nos sistemas em que o neutro do transformador está ligado à terra através de uma impedância Z , esta passa a fazer parte do circuito de defeito. Quanto maior o Z menor será o U_c .



É aconselhável limitar o defeito rapidamente, uma vez que uma situação de segundo defeito levaria ao disparo das protecções. Se existir um defeito fase-fase, esta corrente comporta-se como um curto-circuito normal entre fases.

▪ Neutro Distribuído

No caso de neutro distribuído, é necessário proteger este condutor com um disjuntor que corte todos os pólos e um controlador permanente de isolamento (CPI). Este último deve ser ligado ao neutro da instalação e o mais próximo possível da origem da instalação.

Para a protecção contra correntes de defeito, podem ser usados disjuntores. Se forem usados dispositivos com protecção diferencial a sua sensibilidade deve evitar a abertura ao primeiro defeito.

O neutro isolado é a solução que garante a melhor continuidade de serviço na instalação. Por esta razão, este esquema é utilizado em hospitais (nomeadamente blocos operatórios), redes eléctricas em aeroportos, minas, instalações com risco de incêndio ou explosão, barcos e indústrias onde a interrupção da actividade é dispendiosa ou perigosa.

Resumo das condições técnicas dos regimes

	Regime TT	Regime TN-C-S	Regime IT
Técnica funcionamento	Abertura ao primeiro defeito	Abertura ao primeiro defeito	Sinalização do primeiro defeito. Abertura do segundo defeito.
Técnica de protecção	Ligação de todas as massas metálicas à terra	Ligação de todas as massas metálicas à terra. Distribuição uniforme das terras	Ligação de todas as massas metálicas à terra. Abertura ao segundo defeito.
Abertura do circuito para protecção de pessoas	Por interruptores diferenciais	Por protecção de sobreintensidade *	Por protecção de sobreintensidade
Usos	Geral, Rede de distribuição	Instalações temporárias e de emergência	Salas de operação, processos industriais e instalações que exijam continuidade de serviço.
Aplicação	Indicado para locais com risco de incêndio e explosão	TN-C desaconselhado se existirem harmónicas (terceira ou múltiplas), pois podem provocar uma falta de equipotencialidade no condutor PEN e nas estruturas metálicas.	Indicado para locais com risco de incêndio e explosão

* diferenciais somente como complemento, quando o defeito não é suficiente para fazer o disparo das protecções de sobreintensidades.