



fonte: schneider-electric

O que é um DR?

Este dispositivo detecta fugas de corrente, - quando ocorre vazamento de energia dos condutores - desarmando o disjuntor onde está ocorrendo o problema, evitando que uma pessoa possa levar um choque.

O dispositivo DR (Diferencial Residual) protege as pessoas e os animais contra os efeitos do choque elétrico por contato direto ou indireto (causado por fuga de corrente). Ao detectar uma fuga de corrente na instalação, o Dispositivo DR desliga o circuito imediatamente.

Contato direto

A pessoa toca um condutor eletricamente carregado que está funcionando normalmente.

Contato indireto

A pessoa toca algo que normalmente não conduz eletricidade, mas que se transformou em um condutor acidentalmente (por exemplo, devido a uma falha no isolamento).

Quando o uso do DR é obrigatório?

De acordo com o item 5.1.3.2.2 da norma NBR 5410, o dispositivo DR é obrigatório desde 1997 nos seguintes casos:

1. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheira.
2. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas externas à edificação.
3. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos na área externa.
4. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas normalmente molhadas ou sujeitas a lavagens.

Observações:

a exigência de proteção adicional por dispositivo DR de alta sensibilidade se aplica às tomadas de corrente nominal de até 32A

quanto ao item 4, admite-se a exclusão dos pontos que alimentem aparelhos de iluminação posicionados a pelo menos 2,50m do chão

o dispositivo DR pode ser utilizado por ponto, por circuito ou por grupo de circuitos.

Acerte na escolha do dispositivo DR

A corrente nominal (I_n) do dispositivo DR deve ser maior ou igual à corrente do disjuntor.

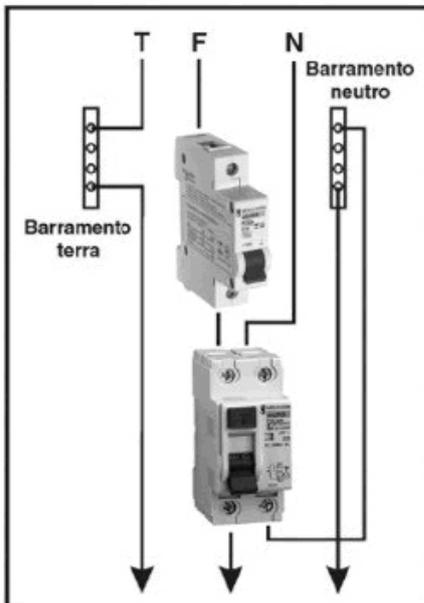
Compatibilidade entre dispositivo DR e disjuntor

Corrente nominal (I_n) do disjuntor Merlin Gerin	Corrente nominal do dispositivo DR Merlin Gerin
10A	25A
16A	
20A	
25A	
32A	
40A	40A
50A	63A
63A	

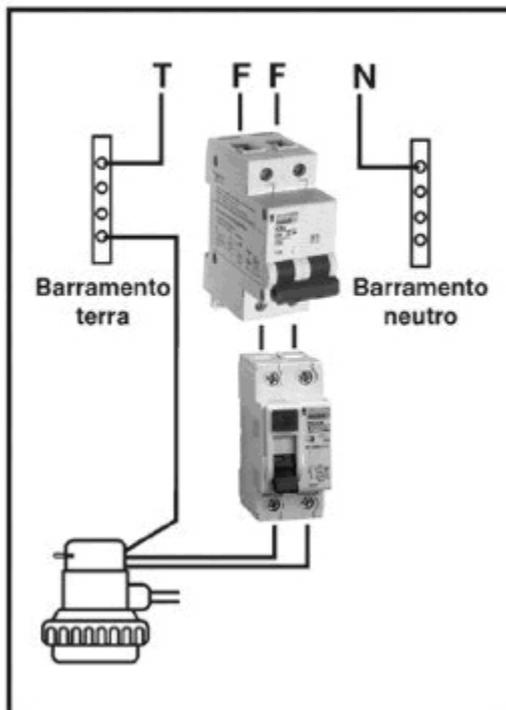
Disjuntor e dispositivo DR ideais para o exemplo

Esquema de instalação do DR

Instalação com dispositivo DR em 127V~



Instalação com dispositivo DR em 220V~ (entre fase e fase)



fonte: schneider-electric - inha rime

Dispositivo DR

O DR é um dispositivo que atua conforme a diferença de corrente entre os pólos. Há um toróide dentro do invólucro que, para cada pólo de entrada (fases e, quando tem, neutro), há uma bobina envolvendo o toróide. Dentre estas, há uma bobina auxiliar ligada a um relé (que faz a interrupção).

Se houver diferenças entre as correntes que entram no DR (acima do limite), haverá um resíduo de fluxo magnético no toróide, que induzirá uma tensão (e, conseqüentemente, uma corrente) na bobina auxiliar, alimentando o relé e desarmando o DR. O dispositivo apenas detecta correntes residuais, ele não atua em sobrecargas ou curto-circuitos. Há modelos disjuntores DR que atuam contra curto-circuito, sobrecarga e corrente residual.

A ligação do DR deve ser feita com as fases e o neutro (quando houver). Vale lembrar que o condutor de proteção (exceto o PEN (neutro e terra conjugado)) não entra no DR, senão ele seria incapaz de detectar justamente a corrente de fuga.

(Vale lembrar que corrente de fuga oriunda de choque elétrico (fase-terra) sempre é detectada pelo DR, se acima de sua sensibilidade). O DR não pode ser instalado em qualquer tipo de instalação, dependerá do esquema de aterramento adotado:

- **TT:** pode-se utiliza-lo, visto que o condutor de proteção (onde a corrente de fuga passará) não passa pelo DR.
- **TN-C:** não pode ser utilizado, pois como o condutor é conjugado, a corrente de fuga entrará no DR do mesmo jeito (pelo condutor PEN).
- **TN-S:** pode-se utiliza-lo. O condutor de proteção que conduzirá a corrente de fuga.
- **IT (neutro com impedância):** pode instalar, sendo que como a corrente de fuga neste sistema é pequena, possa ser que o DR não detecte (salvo quando há várias fugas num mesmo circuito).
- **IT (neutro isolado):** neste sistema, não faz muito sentido instalar DR, visto que a corrente de fuga, em geral, ou não existe ou é muito pequena (pois a impedância neutro-terra é muito alta).

Quando falo que num esquema de aterramento, um DR não possa ser utilizado, eu me refiro à condição de detecção de corrente de fuga oriundas de falhas de isolamento (e não de correntes que retornem pela terra, em si). Este tipo de corrente, que retornam pela terra, são características de choques elétricos (contato indireto em massas, ou contato direto com fase).

Para qualquer esquema de aterramento (exceto IT (neutro isolado ou com impedância)), podemos utilizar o DR para proteger os trabalhadores contra

choques elétricos (fase-terra): quando a vítima tocar na massa energizada, uma corrente tenderá a sair da massa, seguir pelo corpo e voltar ao sistema elétrica pela terra. Ou então contato direto na fase. É fácil perceber que o DR está em apenas um sentido do caminho (na ida da corrente, pela fase; a corrente de fuga não estaria retornando pelo neutro). Assim, haverá uma corrente residual sendo detectada por ele.

Vale lembrar que choques fase-fase ou fase-neutro não são detectados pelo DR (desde que a(s) fase(s) e/ou o neutro em questão sejam do mesmo circuito do DR). Em esquemas IT (neutro com impedância ou isolado), como já dito, a corrente de fuga é muito pequena (principalmente no último), às vezes imperceptível aos DRs (dada a alta impedância para retorno de corrente pela terra ao transformador). A instalação do DR deve ser estudada, visto que, se instalado nos alimentadores principais de uma instalação, e um equipamento apresentar fuga, o DR atuará e toda a instalação cairá. Assim, ficaria difícil para detectar a origem do problema.

Já ouvi falar que o DR detecta curto-circuito entre bobinas de um motor. Bom, a depender da intensidade do curto, o DR atua por causa da elevação da corrente (disjuntor DR). Porém, atuar por corrente residual, vejo um equívoco. Um motor trifásico, alimentado por três fases, caso haja uma falha na isolação, pode apresentar corrente de fuga entre bobinas. Porém, esta corrente retornará pelas próprias fases, o que não resultaria em diferença de corrente, pois a soma das correntes entre as fases seriam sempre igual a zero.

Caso a falha de isolação seja entre a bobina e a massa, aí claro que o DR atuará, pois a corrente de fuga estaria sendo conduzida pelo terra, e não retornando por alguma fase.

O DR deve ser instalado em áreas sujeitas a lavagens (chão molhado), por exemplo, cozinha, área de serviço e banheiro, e em tomadas externas à edificação (ou que alimentem máquinas situadas na área externa).

Em esquemas IT, a utilização do DR não é obrigatória, quando a continuidade é imprescindível à segurança de alguém (salas de cirurgia ou serviços de segurança, por exemplo).

Rosamaria Wu Chia Li e Jonas Gruber*

Instituto de Química - Universidade de São Paulo - Caixa Postal 2077 - 05599-970 - São Paulo -

Marco Antonio de Lucca e Alcides S. Lisboa

Instituto de Química - Universidade de São Paulo - Caixa Postal 70529 - 05013-990 - São Paulo -

Recebido em 24/4/97 aceito em 1/11/97

THE GROUND-FAULT CIRCUIT INTERRUPTER AND ITS UTILITY IN THE CHEMICAL LABORATORY. The use of GFCI, ground-fault circuit interrupter, in the chemical laboratory is described, to improve the electrical safety of equipments such as rotary evaporators and constant temperature baths.

Keywords: ground-fault circuit interrupter; safety; chemical laboratory.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado uma crescente preocupação com a segurança nos laboratórios químicos, especialmente quanto ao descarte de resíduos, prevenção de incêndios e diminuição da exposição dos usuários a substâncias tóxicas.

Provavelmente devido ao fato de os membros de comissões de prevenção de acidentes serem químicos por formação, pouca atenção tem sido dada aos riscos potenciais decorrentes do uso de equipamentos elétricos e das próprias instalações elétricas, os quais muitas vezes não possuem um sistema de aterramento eficiente, são subdimensionadas, e localizam-se fisicamente próximas a tubulações de água, esgoto e gás. Outro fator agravante é o uso de equipamentos projetados para uso doméstico, tais como geladeiras, *freezers* e fornos de microondas. A atmosfera da maioria dos laboratórios químicos é muito mais corrosiva do que a encontrada nas residências, acarretando maiores riscos de acidentes, incluindo os provocados pela eletricidade.

Assim, são comuns os relatos de alunos e funcionários sobre choques elétricos ocorridos geralmente ao manusearem equipamentos nos quais existe um contato com água, como por exemplo rotoevaporadores, banhos termostatzados, etc.

Ao longo dos anos, as normas de eletricidade têm aumentado sua rigidez quanto aos fatores de segurança, tanto para instalações caseiras como industriais. Desse modo, por exemplo, nos EUA, todas as construções a partir de 1979 devem utilizar tomadas de três orifícios (fase, neutro e terra) e, a partir de 1975, qualquer equipamento eletro-eletrônico que entra em contato com água (aquecedores, banheiras de hidro-massagem, bombas, iluminação de piscinas etc.) deve estar ligado à rede elétrica através de um dispositivo diferencial residual (DR). Cabe ressaltar que a norma brasileira NB-3 (NBR 5410)¹ já incorporou estas mesmas exigências.

Nesta nota discutiremos o princípio de funcionamento desse dispositivo (DR), o tipo de proteção que oferece e sua utilidade em laboratórios químicos.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O dispositivo à corrente diferencial residual (DR) tem a função de interromper, num determinado prazo de tempo, a corrente elétrica fornecida a uma carga (aquecedor, bomba, lâmpada), quando uma corrente que flui para a terra (choque

ou fuga devido ao mal funcionamento de algum aparelho) excede um valor predeterminado. Esta corrente é geralmente muito menor do que a requerida para acionar a proteção de sobrecorrente (fusível ou disjuntor) do circuito de alimentação.

Na figura 1 estão esquematizados os blocos que compõem um DR típico. Como se pode observar, o dispositivo é ligado em série com a alimentação dos equipamentos a serem utilizados. Dessa forma, no caso de 220 V, as duas fases passam pelo dispositivo, enquanto que em 110 V, apenas uma fase e o neutro. De acordo com o princípio de conservação da carga (elétrons não podem ser criados e nem destruídos), toda a corrente elétrica que flui para o equipamento (I_1) deve retornar para a fase 2 ou neutro (I_2), após ter passado pelo mesmo. O dispositivo DR possui um transformador diferencial que acusa diferenças, entre as duas correntes acima citadas, e transfere esta informação para o circuito eletrônico que comanda o disjuntor. Este disjuntor permanecerá fechado (permitindo a passagem de corrente elétrica para o equipamento) enquanto não houver diferenças entre as duas correntes.

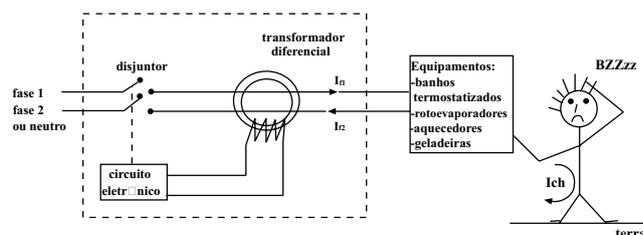


Figura 1. Diagrama esquemático do dispositivo DR.

ou fuga devido ao mal funcionamento de algum aparelho) excede um valor predeterminado. Esta corrente é geralmente muito menor do que a requerida para acionar a proteção de sobrecorrente (fusível ou disjuntor) do circuito de alimentação. Na figura 1 estão esquematizados os blocos que compõem um DR típico. Como se pode observar, o dispositivo é ligado em série com a alimentação dos equipamentos a serem utilizados. Dessa forma, no caso de 220 V, as duas fases passam pelo dispositivo, enquanto que em 110 V, apenas uma fase e o neutro. De acordo com o princípio de conservação da carga (elétrons não podem ser criados e nem destruídos), toda a corrente elétrica que flui para o equipamento (I_1) deve retornar para a fase 2 ou neutro (I_2), após ter passado pelo mesmo. O dispositivo DR possui um transformador diferencial que acusa diferenças, entre as duas correntes acima citadas, e transfere esta informação para o circuito eletrônico que comanda o disjuntor. Este disjuntor permanecerá fechado (permitindo a passagem de corrente elétrica para o equipamento) enquanto não houver diferenças entre as duas correntes.

Quando, por alguma falha do equipamento, uma pessoa que entra em contato com o mesmo, recebe um choque elétrico (ch), isto é, parte da corrente I_1 , ao invés de retornar para a fase 2 (ou neutro), circula para a terra via o corpo da pessoa, tornando a corrente I_2 menor que I_1 , mais precisamente $I_2 = I_1 - I_{ch}$. O transformador diferencial comunicará ao circuito eletrônico a existência de uma diferença de correntes, que por sua vez abrirá o disjuntor, interrompendo rapidamente a chegada de energia elétrica ao equipamento e à vítima.

A norma NBR 5410¹ recomenda dispositivos DR de alta sensibilidade com $\Delta N \leq 30$ mA. Isto significa que a corrente elétrica será interrompida se houver fuga igual ou maior do que 30 mA. Outra especificação importante na escolha do DR é o tempo de atuação diferencial, ou seja, o tempo que o

E-mail: jogrub@quim.iq.usp.br

dispositivo demora para desligar a corrente após constatada a sua fuga. Na maioria dos modelos comerciais este tempo é da ordem de 0,04 segundos. importante destacar que choques elétricos com essa duração só se tornam perigosos quando a corrente atinge 200 mA², valor bem acima dos 30 mA necessários para sensibilizar o DR.

Assim, um dispositivo DR com sensibilidade de $\Delta_N \leq 30$ mA e tempo de atuação de 0,04 s garantirá o desligamento da corrente elétrica sempre que houver uma fuga de corrente igual ou maior do que 30 mA e fará isso num tempo de 0,04 s, de forma que eventual choque elétrico não represente perigo de vida nem grande incómodo para quem o receber.

TIPOS DE DISPOSITIVOS DR E EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Existem no mercado diversos tipos de dispositivos DR³, que diferem basicamente quanto às seguintes especificações: Δ_N (sensibilidade), tempo de atuação, voltagem de operação (se 110 ou 220 V) e corrente máxima permitida (nos contatos do disjuntor). Esta última especificação determina o tamanho e formato físico do dispositivo.

todos os DRs apresentam um botão para teste que simula uma fuga de corrente, e um botão de *reset* para rearmar o dispositivo, depois que a causa da fuga de corrente já tenha sido eliminada.

Em nosso laboratório instalamos dispositivos DR de alta sensibilidade ($\Delta_N \leq 5$ mA e tempo de atuação diferencial de 0,04 s) nos banhos dos rotoevaporadores e nos banhos termostatizados. Como estes consomem uma corrente relativamente baixa (5 A), utilizamos um modelo dimensionado para

até 10 A, que é conectado ao próprio cabo de alimentação, substituindo a tomada original de 3 pinos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

importante notar que este tipo de dispositivo não evita o choque elétrico, mas o torna inofensivo. Não podemos deixar de salientar que as demais medidas que evitam situações de choque, tais como o excelente isolamento de todos os cabos e plugues, além de um eficiente aterramento, continuam a ser imprescindíveis para uma segura instalação elétrica, especialmente quando se trata de equipamentos que entram em contato com a água, como por exemplo, aquecedores de banhos termostatizados, rotoevaporadores, chapas de aquecimento, etc.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à A E e ao CN q pelas bolsas concedidas, bem como à imone accarias da C - pela correção do manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. NB-3, □Instalações Elétricas de Baixa Tensão□, NBR 5410 1990 - ABN .
2. EC 479-1, *Effects of Current Passing Through the Human Body*, CE 19 4.
3. Alguns exemplos de dispositivos DR encontrados no mercado nacional: *bticino*, linha *alvavita*, modelo D 2015 *Comtherm*, modelo 100 30.