Por Cláudio S. Mardegan e Giuseppe Parise*

Capítulo IV

Técnicas para a redução da energia incidente

Existem várias técnicas para a redução da energia incidente. Essas técnicas estarão embasadas entre as apresentadas a seguir:

- Diminuição do tempo de eliminação da falta;
- Diminuição da magnitude da corrente de falta;
- Utilização de relés monitores de arco;
- Evitar o escalamento de um arco monofásico para um arco trifásico;
- Segurança em projeto, montagem, comissionamento, operação e manutenção.

Diminuição do tempo de eliminação da falta

Esta técnica pode ser feita sem substituição de equipamentos, com substituição de equipamentos ou com o acréscimo de novos equipamentos. A aplicação de cada uma dessas técnicas irá depender da concepção elétrica do sistema, do tipo de aterramento, dos equipamentos existentes na planta e do valor da energia incidente.

Técnicas de seletividade cronológica

A integração dos estudos de curto-circuito, seletividade e arc flash são extremamente importantes para a diminuição da energia incidente. Apresentam-se, a seguir, algumas técnicas para melhorar um sistema no que tange à proteção das pessoas quanto ao arc flash hazards aplicadas à seletividade cronológica:

- Ajustar o tempo dos disparadores de baixa tensão abaixo da corrente de arco (I-STD <Iarco);
- Utilizar disparadores com faixa de ajuste de corrente de tempo mais baixa (recomenda-se o início da faixa a partir de 1.5xIn);
- Substituir relés eletromecânicos por digitais;
- Utilizar relés digitais com ajustes otimizados;
- Mudança de grupo de ajustes.

Ajuste de tempo dos disparadores de baixa tensão abaixo da corrente de arco (I-STD < Iarco)

Como pode ser visualizado na Figura 1, após o novo ajuste de I-STD, o valor da energia incidente é menor. Na prática, esta técnica reduz o tempo do arco.

Disparadores com faixa de ajuste de corrente de tempo mais baixa (recomenda-se o início da faixa a partir de 1.5xIn)

A Figura 2 ilustra como a energia incidente fica menor. Na prática, esta técnica reduz o tempo do arco.

Substituição de relés eletromecânicos por digitais

Esta técnica permite um ajuste mais refinado dos tempos de seletividade, além de possuir mais elementos de sobrecorrente para serem utilizados. Na prática, esta técnica reduz o tempo do arco. Veja Figura 3.

Utilizar relés digitais com ajustes otimizados

A utilização da técnica de ajustes otimizados em relés digitais consiste na adição de mais um elemento de sobrecorrente para que o tempo de eliminação da falta seja o mesmo tanto na falta franca como na falta por arco. A Figura 4 ilustra esta situação.

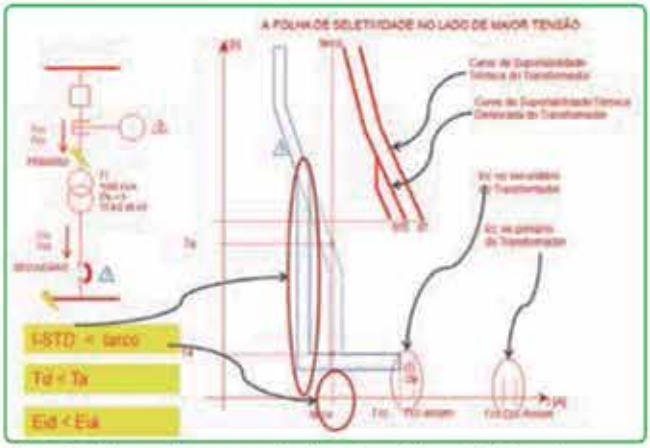

Figura 1 – Ajuste da corrente de short-time delay mais baixa do que a corrente de arco.

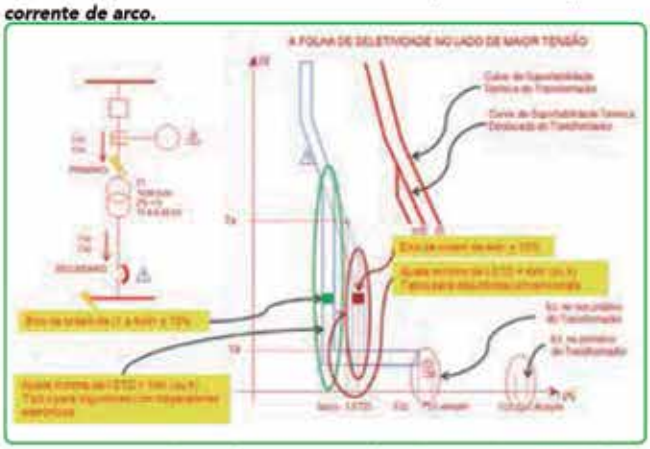

Figura 2 – Disparadores eletrônicos com faixa de STD (short time delay) mais baixa.

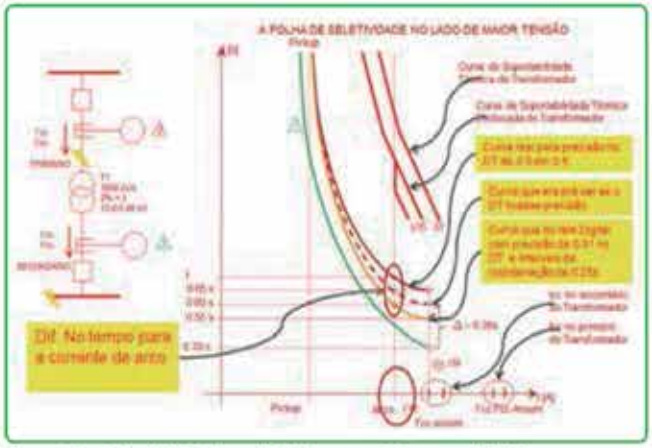

Figura 3 – Substituição de relés eletromecânicos por digitais.

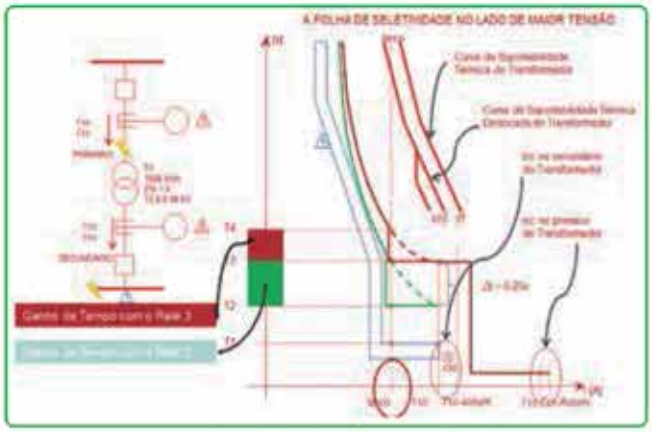

Figura 4 – Otimização dos ajustes dos elementos de sobrecorrente adicionando mais um elemento a tempo definido.

Técnica de seletividade lógica

A seletividade consiste em intertravar a atuação dos relés. O pickup do relé mais próximo da falta bloqueia a atuação do relé a montante e assim sucessivamente. O único relé que não está bloqueado é o mais próximo do ponto de falta e este da tripe abrindo o disjuntor e eliminando a falta. Caso haja falha na abertura do disjuntor, o bloqueio é removido e o primeiro relé à montante atua instantaneamente. A Figura 5 mostra as diferenças de tempo usando a seletividade convencional e a seletividade lógica.

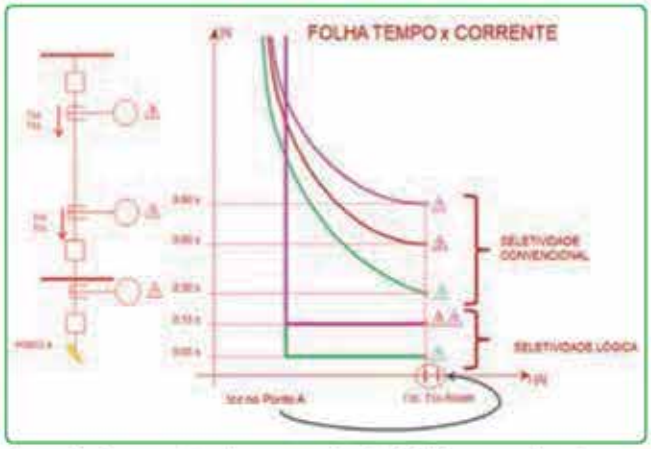

Figura 5 – Comparação dos tempos de seletividade convencional e seletividade lógica.

Na baixa tensão, a seletividade lógica é conhecida como ZSI (Zone Selective Interlocking) e alguns disjuntores de alguns fabricantes permitem o emprego desta técnica quando o mesmo está equipado com esta ferramenta. Alguns softwares, como por exemplo, o Easypower, permitem utilizar esta técnica.

O exemplo do unifilar seguinte mostra a aplicação do ZSI. Veja as Figuras 6 a 11 ilustrando este princípio.

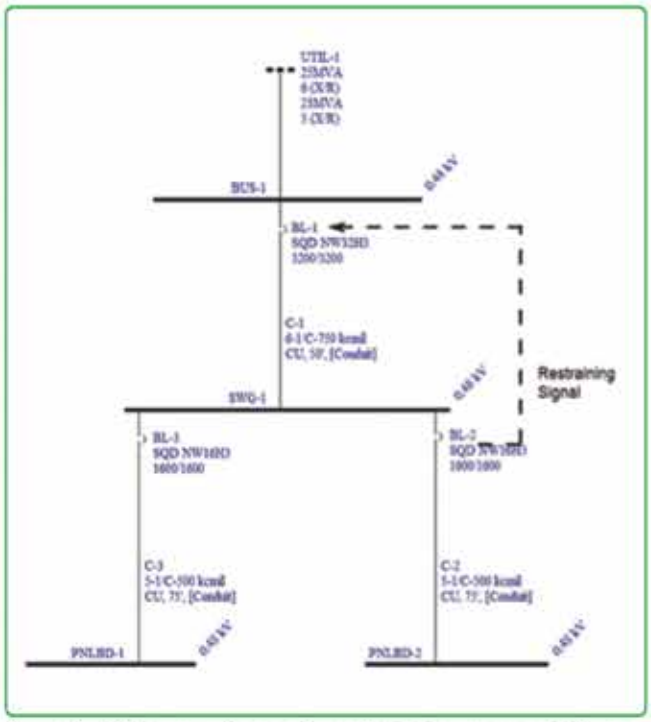

Figura 6 – Unifilar exemplo para demonstração do emprego da técnica de ZSI em baixa tensão.

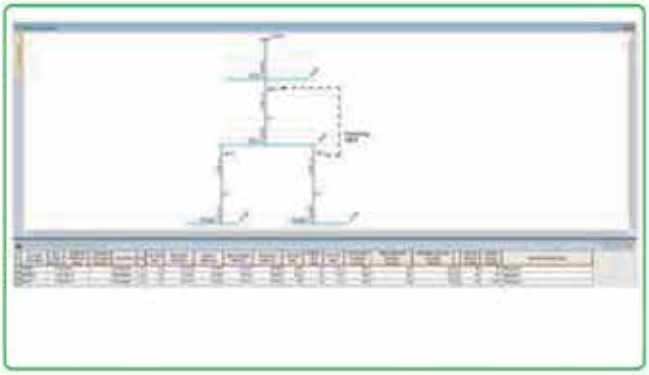

Figura 7 – Simulação de Arc Flash com o programa Easypower usando a solução convencional.

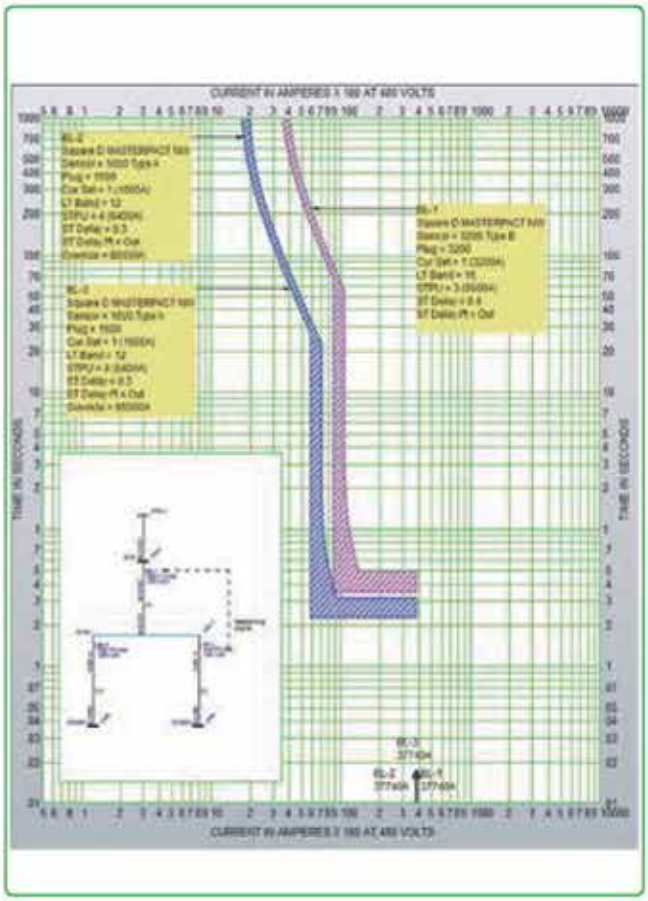

Figura 8 – Folha de seletividade mostrando a solução com seletividade convencional.

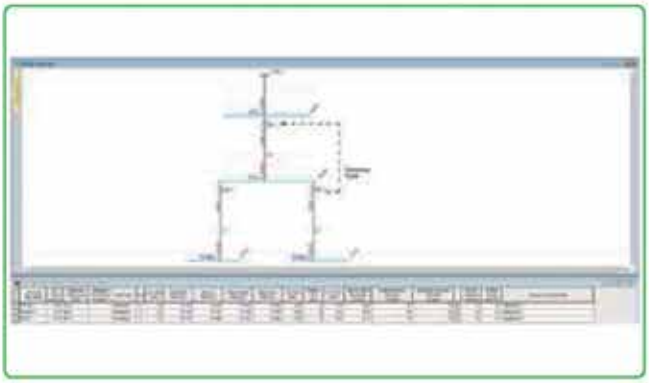

Figura 9 - Simulação de Arc Flash com o programa Easypower usando a técnica de ZSI.

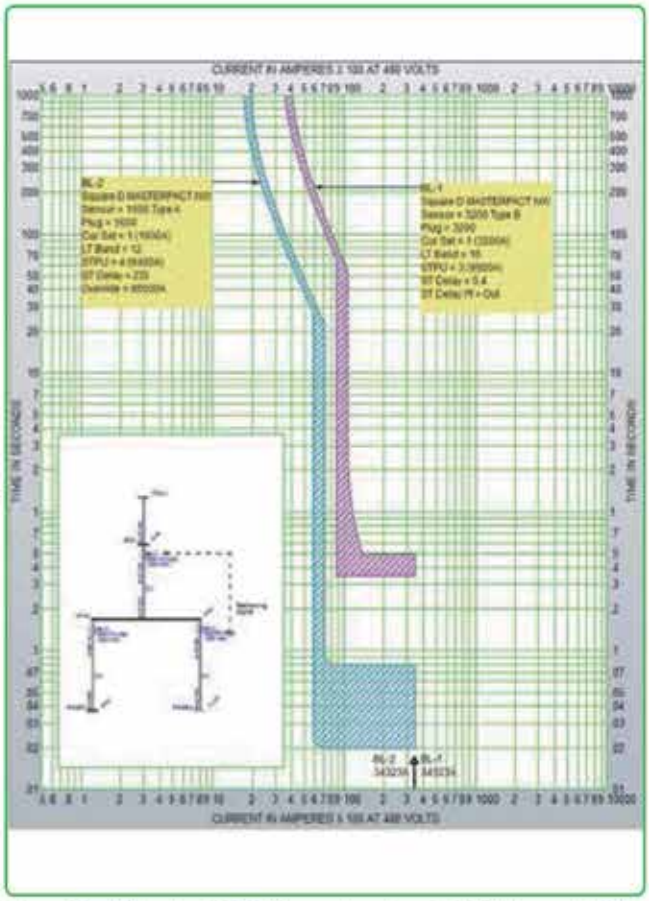

Figura 10 – Folha de seletividade mostrando a seletividade usando ZSI e curto-circuito no PNLBD-2.

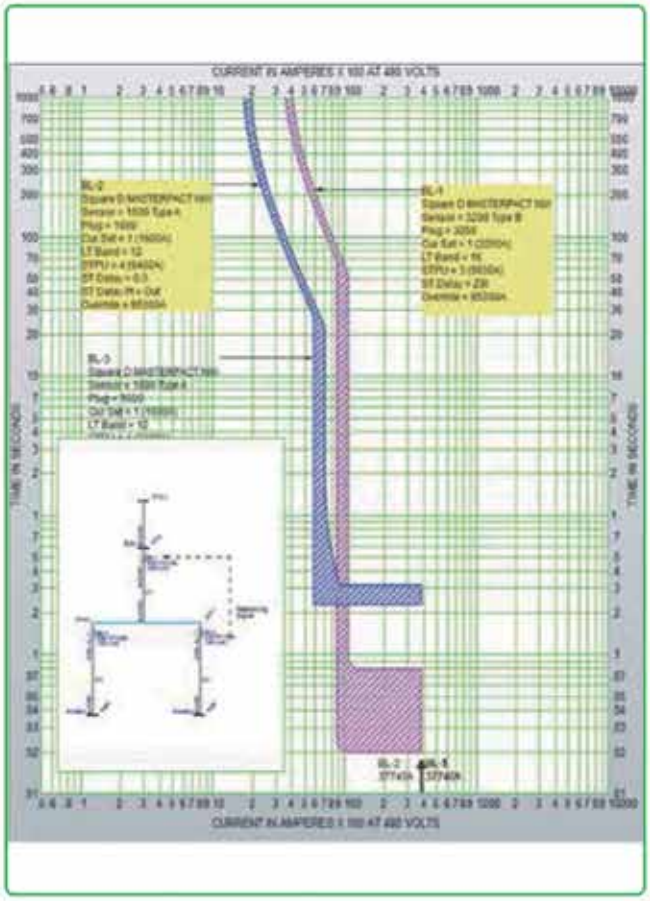

Figura 11 – Folha de seletividade mostrando a seletividade usando ZSI e curto-circuito no SWG-1.

Utilização de relés com tempo definido para a proteção de terra

Como mais de 90% das faltas em sistemas industriais são iniciadas como faltas à terra, a utilização de relés com característica (tempo x corrente) de tempo definido para a proteção de faltas à terra constitui-se uma forma eficiente de se proteger o sistema, visto que a corrente de arco é sempre menor que a da falta franca e, assim, a utilização de relés de tempo inverso apenas iria aumentar o tempo e, consequentemente, a energia incidente.

Utilização de relés diferenciais de barra

Com o advento dos relés digitais, a utilização de proteções diferenciais de barra fica mais estável e a atuação indevida desta proteção fica minimizada. Devido à sua alta velocidade de atuação, é uma excelente ferramenta para proteção de arco.

Utilização de disjuntores com menor tempo de interrupção

A utilização com menor tempo de interrupção, seja na AT, na MT ou na BT, reduz o tempo de interrupção e, consequentemente, reduz a energia incidente

Mudança de grupos de ajustes dos relés / IEDs

Em algumas empresas, em que a alta gerência tem elevado respeito pela vida humana, utilizam-se as seguintes técnicas para redução da energia incidente:

- Quando em parada, aciona-se uma chave de comando que comanda a mudança do grupo de ajustes dos relés/IEDs para instantâneo, visto que não há produção na planta e existe um contingente elevado de pessoas que não conhecem profundamente os riscos da planta;
- Nas subestações onde não ficam operadores, colocam-se microswitches nas portas destas subestações de tal modo que quando alguém abre a porta da subestação comuta-se o grupo de ajustes para instantâneo.

Diminuição da magnitude da corrente

A diminuição da magnitude da corrente de falta por arco pode ser conseguida com a utilização de resistores de aterramento de alto valor (RAV, em inglês HRG High Resistance Grounding) na baixa tensão e de baixo valor (LRG – Low Resistance Grounding) em média tensão.

A utilização de disjuntores de baixa tensão equipados para o WFR (reconhecimento da forma de onda) é uma excelente ferramenta para as cargas terminais, pois os mesmos atuam em um tempo tão rápido e assim não permitem o crescimento da corrente de falta. O princípio do método WFR, que significa Wave Form Recognition. Em outras palavras, o disjuntor faz o reconhecimento da forma de onda e atua num tempo muito baixo, como no ZSI. A diferença é que não faz comunicação com o disjuntor à montante. Dessa maneira, esta função é utilizada para disjuntores mais próximos da carga.

Utilização de relés monitores de arco

O tempo de atuação dos relés de sobrecorrente convencionais somado ao tempo de interrupção do disjuntor acaba por ser muito elevado. Os relés sensores de arco são dispositivos construídos com microprocessadores, com o objetivo de reduzir o tempo de eliminação da falta, normalmente, são fotossensíveis e atuam quando a intensidade luminosa aumenta acima de um valor predeterminado. Atualmente, estes dispositivos também podem ser ajustados para atuar por luz + corrente. Mostram-se a seguir as principais partes do mesmo.

O sistema de proteção de arco possui as seguintes partes:

Unidade de processamento

Esta unidade processa os sinais recebidos e atua em tempos de:

- 2 ms (Schneider), 2.5 ms (ABB) e 2 a 5 ms (SEL) para a saída de estado sólido digitais;
- 15 ms (ABB) e 7 a 13ms (SEL) para a saída a relés.

Fibras sensoriais

Este tipo de detector de luz é composto por cabo de fibra ótica, em que sua capa é retirada (decapada). Possui alta sensibilidade, de até 8000 lux, e sua faixa de captação abrange um raio de 4 m. Normalmente, é instalada em loop que possui auto supervisão de integridade. Os comprimentos podem chegar até 85 m dependendo do fabricante.

Sensores pontuais

Este tipo de detector de luz é composto por um sensor ótico pontual e, normalmente, utiliza três sensores por compartimento, um para o barramento, um para o dispositivo de interrupção e outro para o cabo. Possui alta sensibilidade, até 8.000 lux, e sua faixa de captação abrange um raio de 4 m. Também possui auto supervisão de integridade e permite fácil e rápida substituição. A figura 6.12 mostra uma aplicação típica.

Sensores de lapela

☑ É um acessório do relé de arco;
☑ O operador da subestação que trabalha a quente deve utilizá-lo;
☑ Coloca o sensor em sua roupa e a outra extremidade conecta no relé;
☑ O comprimento do cabo é de 5 m.

Segurança em projeto, montagem, comissionamento, operação e manutenção

Como pode ser observado, a implementação das etapas

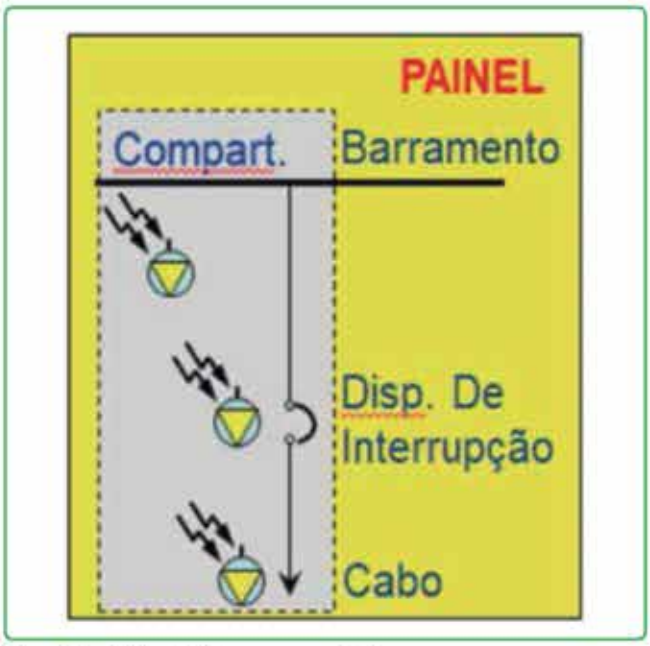

Figura 12 – Utilização de sensores pontuais.

anteriores exige que estas técnicas sejam implementadas preferencialmente na etapa de projeto, passando pela montagem, comissionamento, operação e manutenção.

a) Na etapa projeto idealizam-se estas técnicas;

b) Na etapa montagem implementam-se estas técnicas;

c) Na etapa comissionamento testa-se a sua eficácia;

d) Na etapa de operação treinam-se as pessoas;

e) Na etapa de manutenção, mantêm-se esses sistemas em condições operacionais.

CLÁUDIO S. MARDEGAN é engenheiro especialista formado pela Unifei, especialista em proteção de sistemas elétricos industriais e qualidade de energia. É membro sênior do IEEE e chairman do Capítulo 6 do Buff Book, atual 3004 series (3004.6) sobre Ground Falut Protection. É chair ainda do Capítulo 13 – Protection Coordination e vice-chair de Surge Protection do IEEE. É diretor da EngePower Engenharia e Comércio Ltda.

GIUSEPPE PARISE é engenheiro eletricista e, desde 1973, trabalha no Departamento de Engenharia Elétrica na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Sapienza em Roma, onde é Professor Pleno de Sistemas Elétricos de Potência. Tem mais de 320 artigos publicados e é autor de duas patentes e três prêmios de artigos do IEEE/IAS PSD. É membro ativo do IEEE Industry Applications Society (past Member at Large of Executive Board).

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em
www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e outros comentários
podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br