

# Interface

**SEL** SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

Ano 11 - Edição 38 Set/Out 2016

## Proteção de Linhas na Velocidade da Luz

Páginas 6 e 7

### CURTAS

Jornal de Itaipu destaca  
tecnologia SEL  
Página 3

### EDUCAÇÃO E CARREIRA

Seminário SEL "The  
Need for Speed"  
Páginas 4 e 5

### SETOR TÉCNICO

Novo método de  
detecção de *inrush*  
Página 8



## SEL em ultra-alta velocidade

Por Fernando Ayello, Diretor Geral

**E**m 1982, o mercado acompanhou a fundação da SEL com a criação do primeiro relé de proteção totalmente digital. Essa invenção representou uma revolução para a indústria elétrica e há mais de 30 anos a SEL continua a fornecer soluções confiáveis, seguras que diminuem a complexidade dos sistemas de proteção e trazem redução de custos.

A matéria de Capa desta edição apresenta ao mercado a proteção de linhas no domínio do tempo, capaz de atuar em ultra-alta velocidade. O SEL-T400L utiliza ondas viajantes e grandezas incrementais para trazer o trip mais rápido do mercado: de 1 a 4 ms. É uma diminuição de até 16 vezes no tempo em que um relé tradicional leva para atuar.

Por falar em inovação, na revista deste bimestre você também poderá ler sobre a nova técnica desenvolvida pela SEL: detecção de *inrush* em transformadores de potência com baixo conteúdo harmônico. E para quem deseja atualizar seus conhecimentos, trazemos dicas de literatura técnica, vídeos tutoriais e eventos dos quais participaremos.

Confira, ainda, como foi o Seminário Técnico de Proteção e Automação da SEL que promoveu a discussão de assuntos inovadores e importantes para o setor.

Boa leitura!

### Expediente Interface

**Publicação da:** Schweitzer Engineering Laboratories, Comercial LTDA.

**Endereço:** Avenida Pierre Simon de Laplace, 633

Condomínio Techno Park - Campinas/SP

CEP 13.069-320 - Tel: (19) 3515-2000

marketing\_br@selinc.com.br | www.selinc.com.br

**Editorial e redação:**

BRSA - Branding & Sales: Agência de Comunicação Integrada

**Telefones:** (11) 5501-4007 / (19) 3294-1359

**Editora:** Samara Monteiro Mtb. 39.948 / **Textos:** Talita Matias e Stéphanie Thomazini

**Projeto Gráfico e Diagramação:**

Schweitzer Engineering Laboratories Comercial LTDA.

**Gráfica:** Silvamarts Composição Gráfica LTDA.

**Tiragem:** 5.500



**QUER RECEBER O INTERFACE?**

Acesse [selinc.com/pt/myaccount/](http://selinc.com/pt/myaccount/)

As imagens usadas nesse informativo foram retiradas do banco de imagens da Schweitzer Engineering Laboratories e do Jornal de Itaipu Eletrônico.



## Eventos com participação da SEL



**CritCom.** O CritCom Brasil desse ano acontece entre os dias 04 e 06 de

outubro, no Pavilhão Vemelho do Expo Center Norte, em São Paulo. O evento, que é focado em infraestrutura para Comunicação de Missão Crítica, trará as principais novidades para radiocomunicação, segurança cibernética, alerta de emergências, salas de controles e outras vertentes do setor.

A programação da feira também inclui diversas palestras sobre variados assuntos da área. Além de ter um estande, a SEL fará uma apresentação nomeada "Segurança Cibernética e Controle de Acesso em Sistemas Elétricos de Potência". A palestra, que acontece no dia 05 de outubro no período da tarde, mostrará como os sistemas de automação têm melhorado a operação e confiabilidade do sistema elétrico de potência, a importância do controle de acesso aos equipamentos na segurança, entre outros tópicos.



**XIII STPC.** Brasília foi escolhida para sediar o Seminário Técnico de Proteção e Controle (STPC), entre os dias

23 e 27 de outubro. Um dos mais tradicionais do setor de Proteção e Automação, o evento é ponto de encontro para concessionárias de energia elétrica, fabricantes e centros de pesquisas.

Durante o STPC serão debatidos temas como *Smart Grids*, segurança cibernética, Sistemas Especiais de Proteção (SEP), sincrofasores, análise de perturbações e automação de subestações.

Especialistas da SEL farão três apresentações no STPC. Os tópicos abordados por eles serão: "Os Avanços na Confiabilidade e Segurança para Energização de Transformadores", "Velocidade da Proteção de Linhas: Podemos nos Livrar das Limitações dos Fasores?" e o "Desempenho dos Elementos de Proteção de Linha no Domínio do Tempo para Faltas do Mundo Real".

Confira mais detalhes sobre estes eventos em: [selinc.com/pt/events](http://selinc.com/pt/events)



Curtas

## Jornal de Itaipu destaca tecnologia SEL para proteção de barramentos



A atualização tecnológica da proteção de barras da Itaipu Binacional, realizada com equipamentos da SEL, foi assunto de ampla cobertura no Jornal de Itaipu Eletrônico (JIE), veículo de comunicação oficial da empresa.

A modernização foi realizada para aumentar a confiabilidade e modernizar o sistema de proteção

dos barramentos de 500 kV da usina.

Como o sistema antigo já estava em uso há mais de 30 anos, os equipamentos estavam obsoletos. Havia dificuldade para encontrar peças de reposição no mercado, já que os fabricantes mudam os equipamentos de acordo com o surgimento de novas tecnologias e funcionalidades.

O jornal enfatiza que com a obsolescência dos equipamentos, a troca foi iminente e os produtos de alta tecnologia da SEL foram selecionados para compor esse sistema de proteção. Os relés estáticos foram substituídos por painéis com equipamentos digitais da SEL. O novo sistema, altamente tecnológico é composto por quatro pares de painéis de proteção e dois painéis de comunicação e supervisão.

Para ler a matéria na íntegra, acesse:

<http://goo.gl/l20qfr>

## SEL estreia série de tutoriais sobre relés de proteção

O canal no YouTube da SEL traz mais uma novidade: uma série de tutoriais sobre relés de proteção com orientações conduzidas por especialistas da empresa. Um dos primeiros vídeos lançados é um tutorial sobre

a melhor forma de comunicar com os dispositivos inteligentes da SEL por meio das portas de comunicação serial e Ethernet. Já outro vídeo mostra como atualizar o *firmware* dos relés da SEL, utilizando o software AcSElerator Quickset®.

Outros tutoriais podem ser conferidos no link [youtube.com/selincbr](https://youtube.com/selincbr)



Literatura Técnica

## Como reduzir o impacto das vulnerabilidades do GPS

Os dispositivos eletrônicos inteligentes utilizam relógios sincronizados via GPS para efetuar um melhor controle e monitoramento do sistema de potência com tempos de resposta mais rápidos, visando gerenciar de forma eficaz as perturbações e, conseqüentemente, minimizar os blecautes no sistema.

O problema é que o sistema GPS tem sofrido algumas ameaças intencionais conhecidas como *jamming* e *spoofing*. Além disso, também pode sofrer interferências devido a causas naturais, tais como

erupções solares e raios.

Escrito por especialistas da SEL, o artigo “Mitigando as Vulnerabilidades do GPS” explica o que fazer quando isso acontecer com aplicações que dependem do GPS como, por exemplo, sincrofases, *Sampled Values* e localização de faltas através de ondas viajantes.

Leia o artigo completo em:

[selinc.com/pt/literature/technical-papers](https://selinc.com/pt/literature/technical-papers)



## Velocidade ultrarrápida e segurança em pauta



### Seminário técnico da SEL reúne profissionais de todo o País para mostrar inovações que tornam o sistema elétrico mais seguro, confiável e econômico

**E**squemas de Controle de Emergência, proteção de linhas no domínio do tempo, segurança cibernética e redes definidas por software foram alguns dos assuntos abordados durante o Seminário Técnico da SEL, no último 17 de agosto. O evento foi realizado em Campinas, no Techno Park, mesmo condomínio que abriga a nova sede da SEL. O objetivo do seminário já estava descrito em seu tema *The Need for Speed* – abordar como vencer desafios e garantir proteção de altíssima velocidade para o sistema elétrico, um imperativo do qual o setor não pode abrir mão.

O público (130 participantes) foi composto por engenheiros e técnicos de companhias atuantes na cadeia produtiva de energia elétrica – geração, transmissão e distribuição. Os participantes – em sua maioria, profissionais que trabalham na especificação, projeto, implantação, operação e manutenção de sistemas de proteção, controle e automação de subestações – puderam conhecer as últimas inovações do setor com palestrantes como Ricardo Abboud, Gerente Técnico Internacional da empresa nos EUA e Dave Dolezilek, Diretor Técnico Internacional da SEL.

#### Tecnologia, desafios e transformações

Na primeira parte do evento, o palestrante Ricardo Abboud falou sobre transformações nos sistemas de potência e os novos desafios para o setor, assim como a relevância de Esquemas de Controle de Emergência (ECE) para a estabilidade do sistema elétrico.

A proteção de linhas no domínio do tempo por meio de ondas viajantes e grandezas incrementais, pauta da matéria de Capa desta edição, foi o assunto da palestra de Abboud. Ele explicou os princípios de operação da nova tecnologia, um avanço em relação aos dispositivos baseados em fasores. “Além da altíssima velocidade trazida pela proteção no domínio do tempo, essa tecnologia trabalha com uma frequência de amostragem de 1 MHz, tornando possível entender de modo abrangente fenômenos do sistema elétrico e até descobrir outros, não visíveis nos equipamentos atuais”, afirmou.

O assunto foi um dos que mais chamou a atenção dos participantes durante o evento. Para Otávio Wilges, gerente de automação, telecom e novas tecnologias da Energisa, conhecer essa nova tecnologia foi o ponto alto do evento. Segundo ele, “o nome SEL aporta excelência, por isso, já aguardava que o evento

trouxesse conhecimentos à frente do mercado”.

O engenheiro de proteção e controle Renan Bernardes, da Elektro, destacou a evolução representada pela proteção de linhas no domínio do tempo para o setor e contou que a empresa já utiliza algumas das tecnologias da SEL apresentadas durante o evento.

Já Rudson de Oliveira, gestor da unidade de automação da Cosern, acredita que o evento trouxe a oportunidade de discutir tendências e desafios no mercado de automação. “Nosso setor tem uma rotatividade baixa e é preciso investir na capacitação de colaboradores”, afirma. Segundo ele, a empresa foi uma das primeiras a automatizar subestações no Brasil e, atualmente, além de estar 100% digitalizada, está implementando a norma IEC 61850.

O gestor José Mário Souza Melo, da Celpe, por sua vez, contou que duas coisas no evento o surpreenderam: a palestra sobre as subestações digitais do futuro, que abordou a redução de cabos de controle e os desafios e soluções para aplicação de *Sampled Values*; e a inovação proposta pela proteção dada pela junção de ondas viajantes e grandezas incrementais para linhas de alta tensão. Mário falou ainda sobre os projetos realizados em conjunto com a SEL, responsável pelo retrofit de seis subestações – a última delas na fase de Testes de Aceitação em Fábrica (TAF).

### Segurança cibernética

Em um mundo cada vez mais conectado, a segurança cibernética tornou-se um ponto de atenção para concessionárias de energia. Por isso, o assunto também mereceu amplo espaço no Seminário da SEL. Os participantes puderam conhecer mais sobre

as melhores práticas para implantação de um sistema de segurança cibernética que forneça defesa em profundidade. Além disso, em outra palestra do especialista Ricardo Abboud, ele fez uma análise de casos reais de ataques cibernéticos em concessionárias, tornando mais prática a palestra.

As redes SDN (*Software Defined Network*), capazes de tornar mais determinísticas as redes de comunicação também estiveram em pauta. Conforme o palestrante Dave Dolezilek, com um tempo de recomposição perto de zero após uma falha, as redes SDN adicionam mais confiabilidade ao sistema de proteção.

Outra inovação apresentada aos profissionais no seminário foi a tecnologia TiDL (*Time-Domain Link*). A solução é um dos lançamentos da SEL ainda para este ano, e trata-se de um módulo *plug-and-work* para conexão direta aos relés da SEL, que enviará os valores de corrente, tensão e status por um link dedicado de fibra ótica. O TiDL irá simplificar a complexidade de configuração das *mergings units* e reduzirá consideravelmente o número de horas de engenharia e comissionamento. Além disso, o módulo assegura maior segurança cibernética e dispensa sincronismo de tempo externo.

O seminário também trouxe oportunidades para troca de experiências e relatos sobre projetos com a SEL. Alessandro Rodrigues, especialista em manutenção de proteção de Furnas, relatou sua experiência com o pós-venda da SEL: “após um defeito em um equipamento SEL, já com 12 anos de uso, o Hospital de Produtos procedeu a troca em apenas 10 dias, enquanto Furnas esperava que a substituição fosse levar mais de um mês e gerar custos”.





### No Domínio do Tempo

**Proteção de linhas no domínio do tempo alia grandezas incrementais e ondas viajantes para atuar até 16 vezes mais rápido que IEDs que trabalham com fasores**

**O**s sistemas de energia elétrica estão mudando. Cada dia mais, fontes renováveis de energia são inseridas no sistema e mudam sua dinâmica, levando-o a trabalhar mais próximo do seu limite de estabilidade.

A estabilidade do sistema de potência tem impulsionado a busca por uma proteção de linhas de transmissão mais rápida. As faltas precisam ser eliminadas em um tempo menor que o valor crítico de eliminação do defeito, ou então, o sistema pode perder a estabilidade e possivelmente ir a um blecaute.

Já em 1976, um estudo da concessionária americana BPA - *Bonneville Power Administration* – mostrava que em uma determinada linha de transmissão, uma redução de um ciclo (16 ms em um sistema de 60Hz) no tempo de eliminação da falta permitia o aumento da potência transferida em 250 MW. Isso significa que, a cada milissegundo economizado no tempo de eliminação da falta, os limites de estabilidade da transmissão subiriam até 15MW. Apenas 1 MW é suficiente para fornecer energia a 800 casas. Isso quer dizer que se o relé levar 10 ms a menos para decidir o desligamento do disjuntor, 120 mil casas podem continuar recebendo energia elétrica.

A eliminação mais rápida da falta não só aumenta a

quantidade de potência que pode ser transferida, como traz grandes vantagens do ponto de vista da segurança ao reduzir riscos de incêndio e danos em todos os tipos de equipamentos no sistema elétrico de potência, melhorando o aproveitamento dos ativos da subestação.

**Porém, como alcançar tempos de disparo de proteção mais rápidos? Teremos que nos livrar das limitações dos fasores?**

Os relés tradicionais baseiam-se em fasores de corrente e tensão e dependem da observação de um ciclo completo de 16 ms (sistemas de 60Hz) para realizar uma medição precisa e atuar devidamente. Em situações particulares, os algoritmos podem responder em meio ciclo da senoide, ou seja, 8 ms.

Ricardo Abboud, Gerente Técnico Internacional da SEL, reforça que o sistema elétrico é interligado e um distúrbio transitório pode ter efeitos em cadeia. “Um curto-circuito causa oscilações na tensão, este efeito pode evoluir para uma perda de sincronismo entre os geradores do sistema. O atraso demasiado para eliminar a falta, obriga a abertura de mais interligações. Caso a decisão dos relés não seja rápida o suficiente, existem chances de blecaute”, afirma.

Para se libertar das limitações dos fasores, é necessário basear a operação dos elementos de

proteção em medições de tensões e correntes instantâneas, ou seja, trabalhar no domínio do tempo. A medição destes sinais instantâneos requer alta amostragem, até então, impossível de ser alcançada.

Com a evolução tecnológica, poderosos processadores digitais passaram a permitir a implementação dos mais exigentes algoritmos de proteção. Capazes de trabalhar com altas taxas de amostragem (1 MHz) e uma alta capacidade de processamento numérico ( $\geq 1$  bilhão de multiplicações por segundo), os novos processadores digitais tornaram realidade o anseio por velocidade na atuação da proteção.

A nova tecnologia de proteção de linhas no domínio do tempo da SEL integra dois elementos baseados em grandezas incrementais e dois baseados em ondas viajantes para garantir tempos de atuação da proteção entre 1 e 4ms. Esses elementos emitem um sinal de trip em ultra-alta velocidade, o mais rápido do mercado, para garantir a estabilidade, maximizar a transferência de potência e melhorar a utilização dos ativos do sistema elétrico.

### Enxergando o que antes era invisível

Com uma amostragem digital de 1 MHz, muitos

efeitos invisíveis à tecnologia atual poderão ser detectados e analisados, como por exemplo, a detecção antecipada de uma possível falha (*flashover*) na cadeia de isoladores ou TRVs (*Transient Recovery Voltage*) em disjuntores de alta tensão. “O TRV é um parâmetro crítico para a interrupção da falta em um disjuntor de alta tensão. Suas características podem conduzir a uma interrupção da corrente com sucesso ou a uma falha que acarretaria a explosão do disjuntor e uma indisponibilidade do sistema de transmissão. Detectá-lo com antecedência, traz maior disponibilidade e segurança operacional ao sistema elétrico”, afirma Andrei Coelho, engenheiro de proteção da SEL.

É possível gerar oscilografias nesta taxa de amostragem com duração de até 1,2 segundos e também visualizar as formas de onda de tensões e correntes em tempo real. “Ao disponibilizar as formas de ondas em tempo real, o novo relé de proteção irá funcionar como um osciloscópio para sistemas elétricos de alta tensão.”, afirma Coelho. Essas informações podem ser acessadas através de uma interface Ethernet conectada a um computador.

Para mais informações assista ao vídeo sobre o SEL-T400L em [youtube.com.br/selincbr](https://youtube.com.br/selincbr).

### Como funciona a proteção no domínio do tempo?



#### SEL-T400L Relé de Proteção no Domínio do Tempo

A proteção de linhas no domínio do tempo, diferentemente da proteção baseada em fasores, não usa componentes fasoriais de tensão e corrente, mas sim as tensões e correntes instantâneas, baseadas em grandezas incrementais e em ondas viajantes, demandando uma alta amostragem dos sinais (1 MHz).

As grandezas incrementais são sinais que aparecem devido a uma falta, ou seja, são o resultado das grandezas medidas no momento da falta subtraindo-se o efeito pré-falta. As ondas viajantes se propagam em altíssima velocidade,

 **1ms**  
TEMPO DE ATUAÇÃO

 **24**  
AJUSTES DE PROTEÇÃO

  
LOCALIZAÇÃO DE FALTAS PRECISA  
(entre duas torres)

 **1.0MHz**  
DE AMOSTRAGEM

partindo do ponto em que se localiza o defeito até os terminais da linha de transmissão.

Para atuar, o relé possui algoritmos que fazem os cálculos em tempo real, dispensando a necessidade de observar um ciclo completo para a estimação correta do fasor.

# Novo método de detecção de *inrush* aumenta a segurança e confiabilidade da proteção de transformadores



**A** corrente de *inrush*, também conhecida como corrente de magnetização transitória é gerada na energização de um transformador de potência. Neste momento, têm-se o surgimento de uma corrente elétrica transitória com magnitude elevada, que pode ser confundida pela proteção diferencial do transformador como uma corrente de defeito. Identificá-la rapidamente e bloquear ou restringir a operação do elemento diferencial, evitando um desligamento indesejado do equipamento, é um requisito primordial aos IEDs de proteção diferencial de transformadores.

Essas correntes de *inrush*, na maioria das vezes, são detectadas devido à presença de harmônicas. Segundo Paulo Lima, engenheiro de aplicação da SEL, “os relés tradicionais utilizam a presença de harmônicas para detectar a corrente de *inrush* e assim bloquear ou restringir a atuação da proteção diferencial durante a energização do transformador”.

Novos materiais ferromagnéticos utilizados na construção de transformadores mais modernos (mais eficientes e com menores perdas de energia durante a operação), trouxeram um novo desafio à proteção diferencial de transformadores: correntes de *inrush* com baixo conteúdo de harmônicas, impossibilitando a aplicação dos tradicionais mecanismos de bloqueio ou restrição do elemento diferencial.

Diante deste desafio, a SEL desenvolveu uma nova

técnica de identificação dessas correntes independente da presença de harmônicas. De acordo com Lima, “o novo método de detecção utiliza outro princípio, baseado na forma de onda da corrente (*wave-shape based*) e não na detecção de harmônicas”. Durante a energização do transformador existe um instante em que todas as correntes ficam com o valor próximo a zero e não variam mais senoidalmente.

Nesse momento, o relé identifica que essas correntes ficaram constantes – e próximas de zero – o que caracteriza um *inrush* e não uma falta, em que a corrente varia durante todo o tempo. Somado a isso, um algoritmo para identificação de faltas internas no transformador durante a energização, permite um rápido desbloqueio da proteção diferencial - em torno de 4 milissegundos, enquanto os métodos anteriores demoravam o equivalente a 16 milissegundos. “O grande diferencial desse método é a garantia da detecção da corrente de *inrush*, independentemente do tipo e do material utilizado no transformador, associado à capacidade de desbloqueio rápido no caso de faltas internas durante a energização. Permitindo assim uma aplicação segura e, ao mesmo tempo, confiável da proteção diferencial de transformadores”, concluiu Lima.

Para saber mais, solicite o artigo técnico completo enviando um e-mail para [marketing\\_br@selinc.com](mailto:marketing_br@selinc.com)