Dispositivo Restaurador da Tensão com Funções de Compensação de Reativos e Filtro Ativo de Harmônicos

S. U. Ahn – CPFL

L. Matakas; J. A. Jardini; W. Komatsu; M. Masuda; F. A. T. Silva; M. Galassi – USP; J. Camargo; E. R. Zanetti; F. O. Martinz – Expertise Engenharia

RESUMO

O desenvolvimento da engenharia elétrica tem proporcionado o uso cada vez mais intenso de equipamentos com maior eficiência, mas que, muitas vezes, causam distorções das formas de ondas da corrente e da tensão na rede elétrica e também são sensíveis á flutuações desta mesma rede. Os filtros ativos constituem uma opção tecnológica viável na mitigação destas distorções e também para estas flutuações.

Visando a melhoria da qualidade de energia e o desenvolvimento de tecnologias de mitigação das distorções este trabalho propõe-se a simular e desenvolver protótipos do mini-DVR (Dispositivo Restaurador da Tensão) para recompor os transitórios momentâneos de tensão, evitando paradas indevidas de instalações industriais devido à ocorrência de afundamentos e elevações momentâneas de tensão, durante os transitórios do sistema elétrico, atuar como filtro ativo e compensar parte dos reativos do sistema elétrico colaborando com a manutenção da estabilidade da tensão do sistema elétrico. São apresentados resultados de simulações em diferentes condições de operação da rede elétrica.

O programa de simulação utilizado é o ATP (*Alternative Transients Program*).

PALAVRAS-CHAVE

Restauração da Tensão. Filtro Ativo. Compensação de Reativos.

- L. Matakas (Pesquisador), trabalha no EPUSP/ PEA/ LEP Laboratório de Eletrônica de Potência (matakas@pea.usp.br).
- W. Komatsu (Pesquisador), trabalha no EPUSP/ PEA/ LEP Laboratório de Eletrônica de Potência (wilsonk@usp.br).

M. Masuda (Pesquisador), trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (masuda@pea.usp.br).

F. A. T. Silva (Pesquisadora), trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (fats@pea.usp.br).

I. INTRODUÇÃO

Equipamentos sensíveis a perturbações do sistema elétrico estão presentes em praticamente todas as indústrias. Dependendo da sensibilidade das cargas, uma simples variação na tensão, com duração de poucos milisegundos, pode interromper todo o processo e causar prejuízos que podem chegar a centenas de milhares de reais.

Estudos realizados nos EUA apontaram que as perdas relacionadas com fenômenos ligados a qualidade, mais acentuadamente aos transitórios de tensão, provocam anualmente prejuízos, para os americanos, da ordem de US\$ 120 bilhões anuais.

Por mais eficiente que seja o sistema de proteção da concessionária, sempre vai existir um transitório de tensão, até seja interrompido o defeito, da ordem de décimos de segundos que pode ser suficiente para desligar linhas inteiras de produção de muitas indústrias.

O trabalho visa avaliar, pesquisar e desenvolver um dispositivo que além de compensar os transitórios momentâneos de tensão, colaborando na manutenção do perfil normal da tensão funcionará como filtro ativo de harmônicos.

A aplicação deste dispositivo tornará as cargas insensíveis às perturbações provocadas por curtos circuitos, descargas atmosféricas, ou qualquer outro presente no sistema elétrico.

Tanto as indústrias quanto às concessionárias serão beneficiadas com este dispositivo. As Indústrias reduzirão seus prejuízos, reduzindo significativamente as interrupções do processo produtivo, utilizando a mesma quantidade de energia, aumentando a eficiência das suas plantas e se tornando cada vez mais competitivas. As concessionárias, além de aumentar a satisfação dos seus clientes, terão um aumento na receita, pois irão comercializar uma energia elétrica menos "interruptível"".

📕 II. DESCRIÇÃO DO PROJETO

Essa pesquisa é desenvolvida em parceria de 3 entidades cada qual é especialista numa área. A parceria é formada pela CPFL Piratininga, Escola Politécnica da USP e Expertise,

S.U. Ahn (Gerente do Projeto) trabalha na CPFL – Companhia Piratininga de Força e Luz (seun@piratininga.net).

J. A. Jardini (Coordenador do projeto), Prof. Dr. Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/ Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da USP/ GAGTD (jardini@pea.usp.br).

M. Galassi (Pesquisador), trabalha no EPUSP/ PEA/ LEP – Laboratório de Eletrônica de Potência (mauricio.galassi@poli.usp.br).

F. Ortiz (Pesquisador), trabalha no EPUSP/ PEA/ LEP – Laboratório de Eletrônica de Potência (fernando@expertise-eng.com.br).

em projeto plurianual (3 anos) sendo que a atividade para cada uma das etapas é descrita a seguir. A primeira etapa está prevista para concluir em setembro de 2003.

A. Objetivos

Este projeto tem como objetivo principal avaliar, pesquisar e desenvolver um dispositivo para recompor os transitórios momentâneos de tensão, evitando paradas indevidas de instalações industriais devido à ocorrência de afundamentos e elevações momentâneas de tensão, durante os transitórios do sistema elétrico; atuar como filtro ativo; compensar parte dos reativos do sistema elétrico colaborando com a manutenção da estabilidade da tensão do sistema elétrico.

B. Metodologia

A metodologia do trabalho consiste em pesquisar, desenvolver e implementar três dispositivos DVR conforme as etapas abaixo indicadas.

1ª Etapa: Desenvolvimento de um mini restaurador dinâmico de tensão (Mini-DVR-01), para aplicação em Sistemas de Controle de Processos Industriais.

Nesta etapa será construído um dispositivo que terá a capacidade de restaurar a tensão para os sistemas de controles dos processos industriais, portanto de baixa potência, em torno de 5 kVA, que deverá atender uma boa parte das necessidades hoje existentes. Este protótipo será avaliado e testado em laboratório bem como na indústria.

2ª Etapa: Desenvolvimento de um mini-restaurador dinâmico da tensão (Mini-DVR-02), para aplicação em Sistema de Potência Industrial.

Nesta etapa será construído um dispositivo, que será um pouco mais robusto que o da etapa anterior, com capacidade em torno de 50 kVA. Ele terá a função de restaurar a tensão para equipamentos de potência como conversores de freqüência, que são equipamentos muitos sensíveis a afundamentos ou elevações de tensão. Este protótipo será avaliado e testado em laboratório bem como na indústria.

3ª Etapa: Desenvolvimento de um dispositivo com funções de Compensação de Reativos, Filtro ativo e Restaurador Dinâmico da Tensão (Mini-DVR-03) para aplicação em Sistemas de Potência Industriais.

Nesta etapa será construído um dispositivo, que será o mais completo que os desenvolvidos nas etapas anteriores, e terá funções de restaurar a tensão também para os equipamentos de potência, filtrar ativamente os harmônicos e compensar parte do reativo da carga relacionada a sua atuação. Este protótipo será avaliado e testado em laboratório bem como na indústria.

📕 III. SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO

O projeto encontra-se no seu primeiro ano e até o presente momento foram cumpridas as tarefas cujos resultados encontram-se apresentados nos itens a seguir.

A. Topologia do DVR

O diagrama unifilar do DVR da 1ª Etapa é mostrado na Figura 1.

O conversor DC/AC será constituído de 3 inversores monofásicos com 4 IGBT's, filtro LC e transformador monofásico de injeção. Esta montagem permite que se trabalhe com injeção de seqüência zero de tensão.

A possibilidade de uso de inversor trifásico (6 chaves, 3 fios de saída) e um inversor trifásico (6 chaves e 4 fios de saída) será invetigada nas etapas posteriores do trabalho.



FIGURA 1 – Diagrama Unifilar do Mini-DVR

O retificador de carregamento do capacitor da 1ª versão será constituído de um retificador trifásico a diodo com limitação resistiva. O conversor DC/AC e uma resistência de descarga ligados ao link DC se encarregam de descarregar o capacitor durante a ocorrência da elevação momentânea da tensão.

Nas próximas etapas será considerada a utilização de um conversor AC/DC bidirecional e controlado.

As chaves estáticas e contatores de "bypass" serão colocadas em paralelo com os primários dos trafos de injeção permitindo a proteção do DVR em caso de sobrecorrente na linha principal por afundamentos temporários com duração superior ao estipulado.

Estão previstos disjuntores de manobra para que o DVR possa ser substituído ou reparado sem discontinuidade da alimentação da carga.

Os TP's e TC's indicados na Figura 1 estão em número bem superior ao mínimo necessário, destinando-se ao controle do DVR e a monitoração das diversas tensões e correntes do sistema.

B. Dimensionamento do Inversor

A potência aparente do inversor é dada por (1) cuja dedução será apresentada em artigo futuro:

$$S_{INV3\phi} = \frac{S_{c \arg a} \cdot \alpha_{1\phi} \cdot (1 + k_C) \cdot (1 + k_L)}{\gamma}$$
(1)

onde:

$$\gamma = \frac{V_{capmin}}{V_{capmix}}, \qquad 0 \le \gamma \le 1$$
 (2)

Onde:

 $S_{c \arg a} = \text{potência de carga}$

 $\alpha_{1\phi}$ = afundamento da tensão

 k_c = corrente do capacitor em pu tomando como base a corrente do secundário do DVR

 k_L = queda de tensão no inductor em pu tomando como base a tensão secundária no DVR

Nota-se pela fórmula o efeito do filtro e da máxima descarga do capacitor de armazenamento na potência construtiva do inversor. Seria ideal trabalhar com L e C pequenos (e pequenos) e γ próximo da unidade.

Valores de L e C pequenos implica em freqüência de corte do filtro alta, exigindo frequências de chaveamento maiores o que não é factível para conversores de elevada potência.

Conforme discutido no próximo item, valores menores de γ implicam na necessidade de maior capacitor para armazenamento. Então como uma solução de compromisso será adotado γ =0,7.

C. Cálculo do Capacitor do Link DC

A energia no capacitor é dada por:

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \cdot C \left(V_{capmáx}^2 - V_{capmán}^2 \right)$$
(3)

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V_{capmáx}^2 \left(1 - \gamma^2 \right) \tag{4}$$

A potência ativa do restaurador é utilizada no dimensionamento do capacitor do inversor. Como o maior valor de potência a ser injetado pelo capacitor ocorre para o caso trifásico, tem-se:

$$\varepsilon = P_{c \arg a} \cdot \alpha_{3\phi} \cdot \Delta t \tag{5}$$

De (3), tem-se:

$$C = \frac{2 \cdot P_{carga} \cdot \alpha_{3\phi} \cdot \Delta t}{V_{capmáx}^2 (1 - \gamma^2)}$$
(6)

Dados $P_{c \arg a} = 10kW, V_{capmáx} = 350V$, os valores de capacitância para 2 valores de g são dados na tabela 1

TABELA 1

Valores de capacitância para valores de g								
g	Relação de espiras ()	Corrente no inversor	Potência do	Capacitância do				
			inversor (kVA)	link DC (mF)				
	2.48	11.64	8.642	56.022				
	3.19	9.05	6.722	150.38				

D. Potência do transformador série

Para

 $S_{3\phi carga} = 10kVA \alpha_{3\phi} = 0.35pu, \alpha_{1\phi} = 0.5pu, V_{capmáx} = 350V, k_c = k_L = 0.1pu$ são calculados os seguintes parâmetros de acordo com as equações anteriormente desenvolvidas:

• Relação de espiras;

O transformador deverá ser construído com taps para flexibilizar a relação de espiras e potência do transforma-

dor e inversor. Serão considerados para o projeto taps para as relações de espiras 2:1, 2.5:1 e 3:1.

• Corrente e potência aparente nos transformadores monofásicos.

Para a potência trifásica dada, tem-se:

$$I_L = \frac{S_{DVR3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{10kVA}{\sqrt{3} \cdot 220V}$$

$$I_L = 26.243A$$

A potência do transformador monofásico é dada para a condição na qual o afundamento momentâneo de tensão é igual a 0.5 pu:

$$V_{DVR _ pri} = 127 \cdot 0.5 = 63 .5V = V_{sec_ TR}$$

 $I_{L} = 26 .243 A$
(3)
 $S_{TR + \phi} = 1.667 kVA$

Como se deve garantir que o transformador não sature para esta condição, a potência do transformador é multiplicada por dois. Assim, a potência de cada transformador é igual a $S_{TR1\phi} = 2 \times 1.667 \, kVA = 3.333 \, kVA$

E. Dimensionamento do Filtro de saída do Inversor

Admitindo-se a queda de tensão de 10% no indutor e corrente drenada pelo capacitor igual a 10% do valor de base, as reatâncias indutiva e capacitiva são iguais a :

$$X_L = 0.1 \cdot Z_B = 1.488\Omega$$
$$X_C = 10 \cdot Z_B = 148.8\Omega$$

Assim, para f = 60Hz, L = 3.947mH e $C = 17.826\mu F$. A freqüência de ressonância do filtro é dada por:

$$\omega_o^2 = \frac{1}{L \cdot C}$$

O projeto do filtro é feito fixando o valor da indutância em e admitindo-se a freqüência de ressonância do filtro igual a 1kHz. Deste modo, obtém-se da expressão anterior:

$$C = \frac{1}{L \cdot \omega_r^2} = 6.417 \mu F$$

F. Sistema de controle

A figura 2 mostra o diagrama de controle simplificado sem considerar o sistema de proteção.



FIGURA 2 - Sistema de controle do Mini-DVR

II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica |887

O bloco I é responsável pelo cálculo dos Vref's de cada inversor monofásico. Existem diversas estratégias que estão sendo estudadas, por exemplo, pode-se compensar apenas as amplitudes mantendo-se as fases originais; pode-se compensar harmônicas presentes na rede, pode-se fazer injeção de tensão minimizando a potência ativa entregue pelo DVR etc.

Os blocos II, III, IV e V são responsáveis por manter a tensão no trafo de injeção igual ao V_{DVRref}

Será utilizada a estrutura com malhas concatenadas. A malha interna (bloco II) se encarrega de manter a corrente no indutor no valor pré-estabelecido pela malha de controle de tensão (bloco II) de modo a garantir que a tensão do capacitor do filtro siga $V_{\text{DVRref.}}$.

A vantagem desta estratégia é de proporcionar uma resposta rápida e limitar a corrente do inversor (bloco III)

O bloco anti-saturação estima a corrente de magnetização do transformador de injeção adicionado um sinal à referência do PWM de modo a evitar que eventuais componentes de tensão contínua sejam aplicadas ao transformador, saturando-o.

Estas malhas estão sendo simuladas e os resultados serão publicados em breve.

G. Implementação do Controle

Será utilizado o DSP da Analog Devices modelo ADSP 21992, que é dedicado ao controle de equipamentos que envolvem Eletrônica de Potência.

Este dispositivo dispões de CPU de 16 bits, 160MHz, ponto fixo, 3 canais de PWM, 8 entradas analógicas, 16 entradas/saídas digitais configuráveis.

H. Simulações

Para simulações estão sendo utilizados os softwares: PSIMCAD e o ATP.

O PSIMCAD é adequado para simulações em sistemas de eletrônica de potência e seu controle, porém é inadequado para simulação de sistemas de potência.

Por este motivo está sendo utilizado pela equipe responsável pelo software de controle do DVR.

Paralelamente está sendo implantado o sistema no ATP que proporcionará a simulação do DVR dentro do sistema de potência.

Ressalta-se que o ATP não sendo um software dedicado à eletrônica de potência exigirá maior esforço para simulação do sistema de controle.

I.Simulações Preliminares do DVR no ATP

O objetivo das simulações foi verificar a atuação do Mini DVR na presença de afundamentos ou elevações da tensão que surgem no barramento de carga após a aplicação de curto-circuito (fase-terra, fase-fase-terra, fase-fase e trifásico) em sistemas de 13,8 kV.

Inicialmente foram efetuadas as simulações de uma forma simplificada com o intuito de facilitar a representação do sistema. A principais simplificações foram:

- Sistema de retificação, portanto os capacitores foram representados por fonte de tensão constante.
- Sinal de referência da tensão na carga (VPOSZ) representado por 3 fontes senoidais equilibradas e de seqüência positiva e amplitude constante
- O sistema opera em malha aberta sem as malhas mostradas no item F (figura 2). Assim o sinal VDELT (que no futuro corresponderá ao sinal V_{DVRref}) corresponde na simulação ao sinal V_{PWMref} da figura 2.

I.1 Dados Utilizados

Os dados utilizados para o Mini-DVR foram aqueles definidos no item B anterior. Os dados referentes ao sistema encontram-se na tabela 2.

TABELA 2

Dados	do	sistema	simu	lad	0
Duuob	uu	Sistenia	Junta	Luu	10

Linha aérea e Linha 1		
$r_{0} = 0,268611 \text{ W/km}$		
$l_{o} = 5,02060 \text{ mH/km}$		
$c_0 = 0,0046 \text{ mF/km}$		
Transformador 2		
V = 13,8 / 0,23 kV		
S = 50 MVA		
Z% = 5%		
D Y(Aterrado)		

I.2 Resultados das Simulações de Curto-Circuito para Verificação da Compensação pelo DVR no Barramento de Carga.

A análise do desempenho do Mini-DVR foi efetuada com a aplicação de curtos monofásicos, bifásicos para a terra, bifásicos e trifásicos na Linha 1 nos seguintes pontos: início (0 km), 1 km e 5 km de distância da barra do transformador 1 (Barra TY1). Neste trabalho será ilustrada, a título de exemplo, somente a situação de curto monofásico a 1 km da barra TY1.

O sistema simulado, bem como o controle do Mini-DVR utilizado podem ser vistos na figura 3. Nesta etapa, os capacitores CC (C1) foram modelados por fonte CC com amplitude de 350 V.

As tensões de referência (VPOSZ) das fases A,B e C foram mantidas constantes em 127 V e desafadas de 120º entre si.



FIGURA 3 – Configuração utilizada na simulação

Os valores das variáveis referentes ao curto monofásico a 1 km da barra encontram-se ilustrados nas figuras 4 a 8 seguir:







FIGURA 5 – Tensão na Barra de entrada do filtro – SERED











FIGURA 8 – Corrente de carga

I.3 Considerações e Próximos passos

Pelos resultados apresentados, embora com algumas simplificações verifica-se que o dispositivo mantém a tensão na carga próxima ao seu valor nominal, conforme pode ser constatado na forma de onda da tensão de carga da figura 6, que resulta nos seguintes valores eficazes para as respectivas componentes fundamentais:

 $V_{A1} = 125,16 [V]; V_{B1} = 122,32 [V]; V_{C1} = 120,20 [V]$ A distorção de tensão harmônica total por fase para este caso é:

 $DTHT_{A} = 1,24\%; DTHT_{B} = 1,73\%; DTHT_{C} = 1,538\%$

A queda de tensão observada no lado da carga conforme pode ser verificado na figura 6 é devida à impedância do conjunto transformador e inversor e distorções harmônicas. Para esta correção deverá ser implementada uma malha adicional no sistema de controle do Mini-DVR, que será objeto de próxima implementação na simulação do mini-DVR.Outras implementações também estão previstas para serem efetuadas, entre elas, a estratégia de controle para definição do sinal de referência e o sistema de controle digital.

🔲 IV.SUMÁRIO FINAL

Os equipamentos já foram projetados e encontra-se em fase de fabricação para posterior montagem no painel.

Os semicondutores e seus disparadores já foram adquiridos.

As placas de interface digital/analógica do sistema DSP com o DVR já foram projetadas e estão em fase de montagem.

A familiarização com a implementação de dispositivos de eletrônica de potência e controle no ATP está sendo conduzida e os primeiros resultados foram mostrado neste artigo.

As malhas de controle estão sendo simuladas no PSIMCAD e seus resultados serão mostrados em fase posterior.

Está em andamento a familiarização com o aprendizado com o sistema de desenvolvimento e linguagem de programação do DSP escolhido.

Enquanto se aguarda o recebimento de equipamentos e a montagem destes serão efetuados testes do software do DSP utilizando para tal um DVR monofásico de baixa potência (100VA).

V. BIBLIOGRAFIA

- [1] Fitzer, Chris, et al. Mitigation of Saturation in Dynamic Voltage Restorer Connection Transformers; IEEE Transactions On Power Electronics, Vol. 17, No. 6, November 2002
- [2] Middlekauff,S.W.; Collins Jr, E. Randolph; "System and customer impact: considerations for series custom power devices"; IEEE Transactions on Power Delivery, vol.13, pp278-282, Jan1998.
- [3] Nakajima, Tatsuhito, et al; A new control method preventing transformer DC magnetization for voltage source selfcommutated converters; IEEE Transactions On Power Delivery, Vol. 11, No. 3, July 1996

VI. BIOGRAFIA

- Se Un Ahn nascido em Inchon, Coréia do Sul , 1957. Graduado pela Escola de Engenharia Mackenzie (São Paulo) em 1981. Obteve os títulos de Mestre e Doutor em engenharia elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1993 e 1997 respectivamente) Trabalha desde 1986 como engenheiro de pesquisas de sistemas de distribuição na empresa CPFL Piratininga (ex Eletropaulo e Bandeirante), todas empresas de concessionárias de energia elétrica. As atividades profissionais incluem ainda uso de curva de carga e planejamento da expansão do sistema elétrico.
- José Antonio Jardini, nasceu em 27 de março de 1941, formado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP (EPUSP) em 1963. Mestre em 1970, Doutor em 1973, Livre Docente/ Prof Associado em 1991 e Professor Titular em 1999 todos pela EPUSP Departamento de engenharia de Energia e Automação Elétricas (PEA). Trabalhou de 1964 a 91 na Themag Eng. Ltda atuando na área de estudos de sistemas de potência, projetos de linhas e automação. Atualmente é professor da escola Politécnica da USP do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas onde leciona disciplinas de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Foi representante do Brasil no SC38 da CIGRE, é membro da CIGRE, Fellow Member do IEEE, e Distinguished Lecturer do IAS/IEEE.
- Mario Masuda, nascido a 25 de junho de 1948 em Tupã, São Paulo, Brasil. Formado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) em 1973. Trabalhou de 1973 a 91 na Themag Eng. Ltda atuando na área de estudos de sistemas de potência e estudos e projetos de linhas. Trabalhou de 1991 a 1997 como autônomo executando projetos, supervisionando e ministrando curso de instalação de cabos de fibras ópticas em Linhas de Transmissão (OPGW). De 1997 a 2002 trabalhou na Furukawa Empreendimentos e Construções Ltda em projetos, supervisão e instalação de cabos de fibras ópticas em linhas de transmissão (OPGW). Atualmente trabalha como pesquisador pelo grupo GAGTD na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Fabiana Aparecida de Toledo Silva nascida em Franca, São Paulo, Brasil, em 18 de setembro de 1964. Formou-se pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em 1987. Recebeu pela EPUSP -Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas (PEA) o título de PhD em 1999. Atualmente, além de Professora Universitária, trabalha como pesquisadora dos Grupos GAGTD e GEPEA na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

- Lourenço Matakas Jr, nascido em São Paulo, Brasil, em 27 de setembro de 1960. Formou-se pela EPUSP em 1983, lá obtendo os graus de mestre e doutor em 1989 e 1998 respectivamente. Trabalhou de 1984 a 1989 na FDTE/EPUSP desenvolvendo projetos envolvendo veículos elétricos, reatores eletrônicos, fornos a indução e retificadores com elevado fator de potência. Na Universidade de Tóquio, Japão, freqüentou o programa de doutorado de 1990 a 1992, sendo contratado como professor assistente de 1993 a 1995, pesquisando a associação de conversores estáticos. Desde 1996 é professor da EPUSP, PUC-SP e Universidade São Judas, lecionando disciplinas relativas à eletrônica de potência, eletrônica e automação industrial. Suas áreas de atuação atuais são: qualidade de energia, controle e modelamento de conversores e sua aplicação em redes elétricas.
- Wilson Komatsu, nascido em São Paulo, Brasil, formou-se pela EPUSP em 1986, lá obtendo os graus de mestre e doutor em 1992 e 2000 respectivamente. Trabalhou de 1987 a 1989 na FDTE/EPUSP desenvolvendo projetos de fornos a indução. Desde 1989 é professor da EPUSP, lecionando disciplinas relativas à eletrônica de potência e controle. Suas áreas de atuação atuais são: qualidade de energia, controle e modelamento de conversores e sua aplicação em redes elétricas.
- Maurício Galassi, natural de São Paulo, Brasil, nascido em 22 de Agosto de 1978. Cursou graduação do curso de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, formando-se em 2002. Cursa atualmente Mestrado de Engenharia de Energia e Automação Elétricas na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Atualmente trabalha como pesquisador do grupo LEP na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Josué de Camargo, nascido na capital de São Paulo, Brasil, em 28 de abril de 1958. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Trabalhou por 18 anos na Companhia Paulista de Força e Luz, possui diversos trabalhos na área de regulação de tensão e compensação de reativos, especialmente envolvendo compensação reativa série. Atualmente trabalha na Expertise Engenharia atuando na área de pesquisa aplicada a sistemas de Distribuição de Energia Elétrica, relacionados à temas voltados a qualidade da energia elétrica.
- Eric Rubens Zanetti nascido em Batatais, São Paulo, Brasil, 28 de dezembro de 1978. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente trabalha na Expertise Engenharia atuando na área de pesquisa aplicada a sistemas de Distribuição de Energia Elétrica, relacionados à temas voltados a qualidade da energia elétrica.
- Fernando Ortiz Martinz nascido em São Paulo, Brasil, 03 de julho de 1975. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) com ênfase em Sistemas de Energia Elétrica. Atualmente trabalha na Expertise Engenharia atuando na área de pesquisa aplicada a sistemas de Distribuição de Energia Elétrica.