

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Energia e
Automação Elétricas

ISSN 1413-2214
BT/PEA/0418

Simulação da Geração de
Energia Eólica com Gerador
Assíncrono na Rede da Enersul

Fabio Galizia de Campos
Aderbal de Arruda Penteado

São Paulo – 2004

1411561

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Fabio Galizia de Campos, sob orientação do Prof. Dr. Aderbal de Arruda Penteado Jr.: "Simulação da Geração de Energia Eólica com Gerador Assíncrono na Rede da Enersul", defendida em 07/06/2004, na EPUSP.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Campos, Fabio Galizia de

Simulação da geração de energia eólica com gerador assíncrono na rede da enersul / Fabio Galizia de Campos, Aderbal de Arruda Penteado. -- São Paulo : EPUSP, 2004.

7 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas ; BT/PEA/0418)

1. Conversores elétricos 2. Energia eólica 3. Geração de energia elétrica I. Penteado Jr., Aderbal de Arruda, II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas III. Título IV. Série
ISSN 1413-2214

CDD 621.3815322
621.312136
621.3121

SIMULAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA COM GERADOR ASSÍNCRONO NA REDE DA ENERSUL

F. G. R. de Campos, USP e A. A. Penteado Junior, USP

Resumo—Após o choque do racionamento de energia elétrica, constatou-se a iminente necessidade de diversificação das fontes de geração de energia elétrica e de seu uso racional. Buscam-se hoje novas fontes, como a eólica, uma alternativa promissora, cuja implantação é estimulada através do PROINFA.

O artigo trata desse tema, com enfoque no fato de que a geração eolielétrica atinge seu melhor desempenho quando emprega máquina assíncrona, com o controle através de eletrônica de potência.

Apresenta-se uma comparação de custos entre duas alternativas para a parte elétrica de uma turbina eólica, para evidenciar a economia obtida com rotor bobinado, em contraposição ao arranjo com rotor em gaiola.

Este trabalho apresenta ainda a simulação da conexão de geração eólica na rede da Enersul SA em dois pontos distintos, com estudos de regime permanente e curto-circuito: Em Naviraí com 2 MVA e em Campo Grande, com 15 MVA.

Palavras Chave—Energia Eólica. Geradores de Indução.

1. A ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é limpa, renovável, não emite gases poluentes ou aquecedores do meio ambiente e conta com fonte primária gratuita abundante em várias regiões brasileiras, que é a energia cinética que uma determinada massa de ar em movimento possui.

Estudos de Betz mostraram que apenas parte da energia cinética do vento ($E = 1/2 m \times V^2$) é aproveitada pela turbina, introduzindo o “coeficiente de potência” eólico C_p , que relaciona a energia cinética total do ar que passa pela turbina com a energia realmente aproveitada e cujo valor máximo teórico é $16/27 \approx 0,5926$ [3]. Assim é possível demonstrar que:

$$P = \frac{1}{2} C_p \times S \times \rho \times V^3 \quad (1)$$

Onde “P” é a potência extraída da turbina eólica, “S” a área varrida pelas pás da turbina, “V” a velocidade com que o ar chega à turbina e “ ρ ” sua densidade.

O coeficiente C_p é função não linear de duas grandezas:

- Ângulo de passo ou “pitch” (β) das pás da turbina que tenha este tipo de controle;
- “Razão de velocidade” (Tip Speed Ratio) λ que é o quociente entre a velocidade tangencial da ponta das pás da

hélice, dada por $(R \times \omega_r)$ onde ω_r é a velocidade angular da turbina eólica, e a velocidade estacionária do vento (V).

$$\lambda = (R \times \omega_r) / V \quad (2)$$

Isso mostra que, para cada velocidade do vento, existe uma rotação (ou velocidade angular) que propiciará melhor rendimento de potência (maior C_p) [7].

O primeiro parâmetro a ser dimensionado na turbina eólica é a “**velocidade nominal do vento**” para o sítio onde será instalado o equipamento. Ela é a velocidade do vento para a qual será determinada a **potência nominal do sistema**.

A potência do sistema completo de geração eólico (turbina, gerador, conversores, hidráulica) é dimensionada para a velocidade nominal de vento.

A Fig. 1 mostra a potência extraível de uma instalação em função da velocidade do vento.

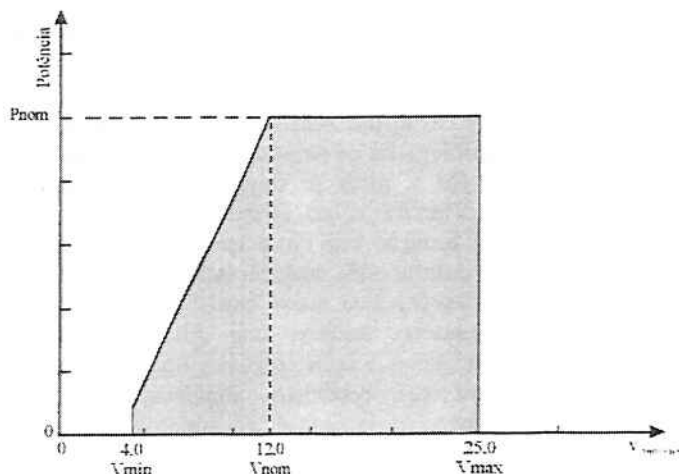


Fig. 1. Potência x Velocidade do Vento.

Por razões econômicas, a potência nominal do conjunto (ponto da velocidade nominal do vento) é atingida para velocidade do vento acima da velocidade média anual que deve ser de no mínimo 5,5 a 7,0 m/s para que o sistema seja economicamente viável [6].

Na Fig. 1, apresenta-se valores hipotéticos de “velocidade mínima” (V_{min}), “velocidade nominal” (V_{nom}) e “velocidade máxima” (V_{max}). Nela percebe-se que há quatro regiões de trabalho a serem consideradas:

A primeira vai de zero à velocidade mínima de geração (entre 2,5 e 4,5 m/s). Nesta faixa de velocidades, não há geração de energia elétrica.

A segunda vai de $V_{\min}$ a V_{nom} (normalmente entre 10 e 15 m/s), determinada através dos estudos dos ventos no local onde será instalado o sistema. Nesta faixa, a potência elétrica extraída do sistema varia proporcionalmente ao cubo da velocidade. É nesta faixa de trabalho que assume importância um bom sistema de controle da turbina eólica. Se ela for dotada de sistema de controle de passo (pitch), nesta região, o sistema procura manter o ângulo de passo (β) de forma a otimizar a curva $C_p \times \lambda$. Se a turbina for dotada de controle de rotação, ele procurará, de acordo com a velocidade do vento, obter a rotação ótima para se conseguir o valor de razão de velocidade (λ) que maximize o valor do coeficiente de potência (C_p).

A terceira região é a de potência nominal do sistema, que vai de V_{nom} a V_{max} . O aumento da velocidade do vento nesta região não implica em aumento de potência elétrica extraída. Ao contrário, nesta faixa de velocidade, a diferença entre a potência eólica captada e a potência elétrica gerada, deve ser “desperdiçada”. Normalmente utiliza-se para este fim o controle de estol ou de passo (variação do ângulo β). V_{max} é determinada pela mecânica do sistema. É a velocidade (normalmente entre 25 e 30 m/s) determinada com uma margem de segurança, acima da qual há possibilidade de danos ao sistema.

A quarta e última região é a de velocidades acima da máxima, para a qual há necessidade de intervenção (freio mecânico, reorientação da direção da hélice ou outros) para proteção mecânica do sistema.

II. A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EÓLICA

São basicamente duas as opções de geração eólica atualmente empregadas de forma a contemplar a necessidade de gerar 60 Hz a partir de fonte mecânica com rotação variável. A primeira delas, através do uso de máquina assíncrona de indução com rotor em gaiola operando com conversor no estator para potência nominal [1], permitindo flexibilidade, porém com maior custo. A outra opção usa máquina duplamente excitada, com rotor bobinado, com enrolamento trifásico e anéis coletores no eixo para acesso através de escovas, permitindo alimentação de corrente (tensão) ao rotor.

Cabe ressaltar que, para a máquina com rotor de anéis, não há necessidade de que o conversor duplo (em arranjo de cascata subsíncrona) seja dimensionado para a potência nominal gerada. Com o conversor com potência de cerca de 30% a 40% da potência nominal da máquina, consegue-se variação na rotação na mesma proporção (30% a 40%) para cima e para baixo da rotação síncrona, suficiente para os objetivos, com considerável economia.

A cascata subsíncrona proposta é a tipo Scherbius [2], com dois conversores alimentados por tensão e controlados por corrente, conectados em arranjo do tipo “back-to-back” no circuito do rotor, segundo o esquema mostrado na Figura 2.

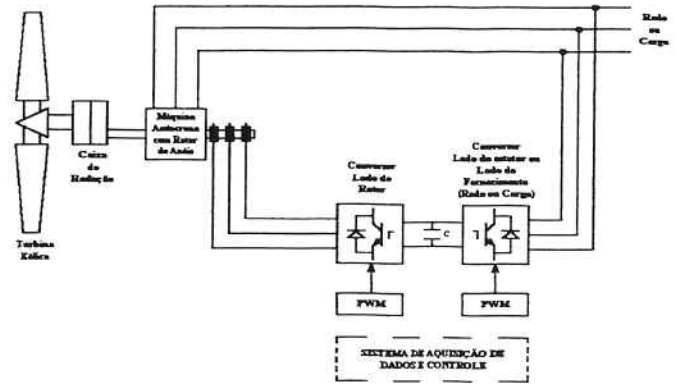


Fig. 2 Cascata subsíncrona proposta para geração eólica de energia elétrica.

É o arranjo que, atualmente, proporciona as maiores vantagens, tanto tecnológicas quanto econômicas. Com este arranjo é possível a operação do gerador em velocidade supersíncrona, subsíncrona e mesmo síncrona (neste caso com injeção de corrente contínua no rotor), com baixa distorção harmônica nas correntes do estator e rotor graças às chaves comutadoras de alta velocidade e ao PWM. Permite ainda controle independente de torque e excitação da máquina, através de controle vetorial do conversor do lado do rotor, bem como o controle do fator de potência da energia gerada, através do controle do deslocamento do ângulo de fase entre tensão e corrente no inversor do lado do fornecimento, o que torna o sistema totalmente adequado ao propósito de geração de energia elétrica de ótima qualidade a partir de uma turbina eólica [7].

Fornecendo corrente alternada com frequência adequada ao enrolamento do rotor, a máquina se comportará como uma máquina síncrona, apesar da velocidade variável no eixo. A frequência variável imposta ao rotor deve compensar a variação de velocidade do eixo, de forma que a soma das duas frequências (frequência elétrica da corrente de excitação do rotor (f_2) e frequência mecânica de rotação do eixo do rotor (f_3)) seja constante, no valor desejado (frequência “síncrona” desejada do estator (f_1)). Assim, f_2 é proporcional ao escorregamento (s) do rotor.

$$f_1 = f_2 + f_3 = \text{Freq. da Rede (Hz)} \quad (3)$$

Um conversor estático duplo entre a máquina e a rede propicia:

- 1) Geração de energia com o fator de potência desejado, inclusive capacitivo;
- 2) Ótimo aproveitamento energético na faixa de potência proporcional ao cubo da velocidade do vento;
- 3) Aproveitamento das rajadas de vento, aumentando a rotação do eixo da turbina que, ou poderá gerar mais potência (faixa de potência proporcional ao cubo da velocidade do vento), ou terá mais energia cinética rotacional que em seguida se transformará em energia elétrica gerada (faixa de potência nominal do sistema), mantendo o sistema gerando potência nominal por um tempo extra, mesmo depois que a velocidade do vento cair abaixo da nominal;
- 4) Aumento da vida útil das partes mecânicas da turbina como eixo, caixa de redução, lâminas e torre, já que as constantes variações de torque (ou variações da velocidade do

vento) serão convertidas em aceleração do eixo, sem causar estresse mecânico.

Acresce o fato de que o conversor estático com potência menor apresenta a vantagem de reduzir a quantidade de harmônicos injetados na rede, uma vez que somente a potência do rotor flui pelo conversor.

III. COMPARAÇÃO DE PREÇOS DO ACIONAMENTO ENTRE MÁQUINAS DE INDUÇÃO COM ROTOR EM GAIOLA E DE ANÉIS

Apresenta-se uma comparação de preços entre o conjunto máquina + conversores trifásicos para duas soluções distintas:

- Máquina com rotor em gaiola de esquilo;
- Máquina com rotor bobinado em anéis.

A solução com rotor em gaiola exige um conjunto conversor dimensionado para a potência nominal da máquina. Por outro lado, a máquina em si é mais simples, barata e exige menor manutenção.

Neste caso, o conjunto conversor é visto como sendo duas pontes trifásicas (IGBT) bidirecionais de 6 pulsos colocadas em "back-to-back" com circuito capacitivo intermediário, com controle digital, PWM e controle vetorial.

Para a comparação, foram verificados somente os custos das máquinas e dos conversores para cada solução, uma vez que para uma dada potência, o restante dos custos envolvidos de cada unidade geradora (fundações, torre, nacelle, hélice, etc.) são os mesmos e independem da tecnologia utilizada.

Muito embora façam parte integrante do custo total de uma fazenda eólica, também não se preocupou, nesta proposta de estudo, com a estimativa de custos preliminares ou de infra-estrutura para a instalação da fazenda, tais como medições, estudos de viabilidade, subestações, linhas de transmissão, estradas de acesso, etc.

A Tab. 1 apresenta os preços de cada acionamento, compreendendo máquina elétrica trifásica e dois conversores completos (lado do rotor e lado do fornecimento) em cada caso.

Tab. 1 Comparação de preços entre acionamento com máquina com rotor em gaiola e rotor de anéis.

Rotor em Gaiola					Diferença de Preços
Máquina		Conversor		Total(R\$)	
Pot. (kW)	Preço (R\$)	Pot. (kW)	Preço (R\$)	Preço Total(R\$)	
50	23.000,00	55	112.000,00	135.000,00	7.000,00
100	29.000,00	110	161.000,00	190.000,00	60.000,00
200	59.000,00	200	245.000,00	284.000,00	77.000,00
500	72.000,00	500	533.000,00	605.000,00	195.000,00
1000	159.000,00	1000	890.000,00	1.049.000,00	182.000,00
Rotor de Anéis					
Máquina		Conversor		Total(R\$)	
Pot. (kW)	Preço (R\$)	Pot. (kW)	Preço (R\$)	Preço Total(R\$)	
50	31.000,00	37	97.000,00	128.000,00	
100	48.000,00	55	112.000,00	160.000,00	
200	80.000,00	75	127.000,00	207.000,00	
500	165.000,00	200	245.000,00	410.000,00	
1000	398.000,00	400	469.000,00	867.000,00	

Os preços indicados representam o custo de aquisição de equipamentos novos.

Como se pode observar, desde o acionamento de 50 kW é economicamente vantajoso o uso do rotor bobinado em anéis.

Note que para esta comparação, utilizou-se, por conveniência, um conversor de 37 kW para o acionamento de 50 kW da máquina com rotor em anéis. Na verdade, um conversor de 20 kW (mais barato que o de 37 kW) já seria suficiente e deixaria o uso da alternativa em rotor de anéis ainda mais economicamente atraente.

Mesmo incluindo o custo adicional de manutenção para a vida útil da máquina com rotor bobinado, pode-se considerar que é economicamente vantajoso o uso destes acionamentos já a partir de dezenas de kW.

Observe-se que a maior diferença de preços entre os dois sistemas ocorre para o acionamento de 500 kW. Isto se deve à complexidade da máquina de rotor bobinado em anéis, que é crescente com o aumento da potência nominal.

Os preços aqui colocados são estimativos, base abr/2003 (€ 1,00 = R\$ 3,30), fornecidos por empresas fabricantes e comerciantes de equipamentos deste gênero.

O preço total estimado para um gerador de 1 MW é de cerca de US\$ 1'000.000,00, incluindo a parte civil.

Vê-se, então, que o conjunto máquina / conversores consome cerca de 30% do custo total da instalação.

IV. SIMULAÇÃO DE INSTALAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NA REDE DA ENERSUL

Foi realizada uma parceria com a empresa distribuidora de energia no estado de Mato Grosso do Sul: a ENERSUL – Empresa Energética de Mato Grosso do Sul SA, a fim de simular a inserção de geração eólica no sistema da empresa.

O trabalho conjunto consistiu em simular a instalação de geração eólica em dois pontos distintos no estado: O primeiro em Naviraí, região sudeste do estado e o segundo na capital, Campo Grande.

Os dois sítios são considerados economicamente viáveis do ponto de vista de quantidade e regularidade de ventos, segundo pesquisa no "Atlas Eólico do Brasil" [8], uma vez que apresentam velocidades médias anuais de vento em torno de 6,0 m/s em Naviraí e 7,0 m/s em Campo Grande, a 50 m do solo.

Nos dois casos, a simulação consistiu em ensaios de regime permanente e de curto-circuito.

As simulações foram feitas com softwares que a Enersul utiliza em sua rotina diária, o "ANAREDE" – Programa de Análise de Redes, versão V.08 – JAN 2003 do CEPEL, para Regime Permanente e "CC" – Programa de Curto-Circuito, versão Junho 1995 – Microcomputador, da COPEL, para curto-circuito.

As simulações utilizaram os bancos de dados da empresa, considerando toda sua malha local e dados equivalentes do restante da rede no local, com subestações, transformadores, linhas de transmissão, reguladores de tensão, barramentos, consumidores, cargas típicas, etc.

Conclui-se, então, que, para que se consiga simultaneamente a otimização do sistema e que os níveis de queda de tensão sejam toleráveis, quando da rejeição da geração, pode-se gerar energia elétrica com fator de potência unitário até 1,2 MW. A partir deste valor, deve-se diminuir o fator de potência gradativamente (gerando reativos indutivos) até $\cos \varphi = 0,96$ quando gera-se com potência nominal (2 MVA).

A grande vantagem do sistema de controle é sua flexibilidade, uma vez que é possível pré-programar no software de controle do gerador, valores de referência para a geração de reativos, conforme necessidade.

Na condição de máxima geração ($1,92 + j 0,55$ MVA), observa-se pela Tab. 2 que os níveis de tensão após rejeição da geração se aproximam muito do caso da rejeição de $1,2 + j 0$ MVA, que já foi discutido anteriormente, chegando-se à conclusão de se tratarem de níveis satisfatórios.

Pela Tab. 2, observa-se ainda o fluxo de potência do transformador 69/13,8 kV colocado entre as barras 990 e 1000 e o fluxo de potência no início do Alimentador 2 (entre as barras 1000 e 202). Com o aumento da potência de geração, os fluxos de potência diminuem, já que as cargas passam a ser alimentadas diretamente pelo gerador.

Desta forma, as perdas totais do sistema Enersul na área diminuem, chegando a 23% de redução quando a potência nominal é gerada (redução das perdas de 1,3 MW – sem geração eólica para 1,0 MW – com geração eólica máxima).

Simulação de curto-circuito:

Para as simulações de curto-circuito, é necessário fornecer ao software “CC” a informação das reatâncias envolvidas. Estes dados são inseridos no software em porcentagem e na base de 100 MVA.

A simulação foi feita com dois geradores de 1 MW de potência nominal.

Os valores informados na simulação são:

Linha: $z_0 = (53,68 + j 211,14) \%$, $z_1 = (33,80 + j 47,39) \%$. Gerador: $z_0 = z_1 = 1100 \%$. Transformador: $z_0 = z_1 = 400 \%$.

A alocação da geração (barra 206) está a 2.131 m da Subestação. O cabo utilizado nesta interligação é de alumínio CA (sem alma) 4/0 AWG.

A Fig. 3 mostra o esquema elétrico adotado para a simulação de curto-circuito. A barra 1 é a barra do gerador 1. A barra 2, a do gerador 2. A barra 3 é a barra de geração (que reúne os dois geradores). Desta barra partem os 2.131 m de cabo para a Subestação Navirai. Esta barra foi chamada de barra 206 na Tab. 2 da simulação de regime permanente.

A barra 1000 é a barra da Subestação, na outra ponta dos 2.131 m de cabo e é o secundário do trafo 69/13,8 kV (da linha que vem de Caarapó).

Para limitar a corrente que circula no gerador em caso de curto-circuito fase-terra, é necessária a inserção de uma impedância de aterramento (Z_N). Estes tipos de impedância são geralmente chamados de reatância de Peterson [4].

Neste trabalho ela não foi calculada nem considerada nas simulações, uma vez que não afeta a componente de sequência positiva.

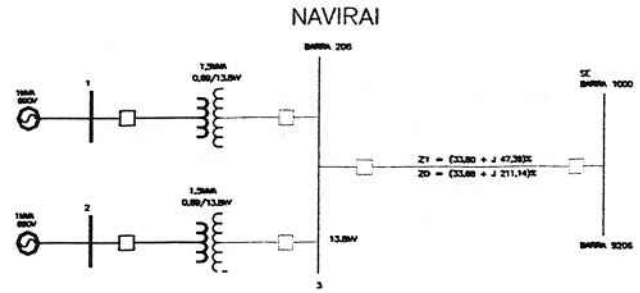


Fig. 3 Esquema elétrico adotado para a simulação de curto-circuito em Navirai.

Para a apresentação dos resultados das simulações adotou-se a seguinte simbologia:

S_{3f} = Potência aparente de curto-circuito trifásico. Em parênteses é indicada a fase do vetor.

S_{ft} = Potência aparente de curto-circuito fase-terra. Em parênteses é indicada a fase do vetor.

As simulações em Navirai indicaram os seguintes resultados:

1) Curto-circuito no gerador (resultado idêntico para os dois geradores):

$$S_{3f} = 24,6 (-85,7^\circ) \text{ MVA}$$

$$S_{ft} = 27,1 (-86,8^\circ) \text{ MVA}$$

2) Curto-circuito na barra 3 da simulação (barra 206 da Fig. 3):

$$S_{3f} = 39,7 (-72,2^\circ) \text{ MVA}$$

$$S_{ft} = 37,5 (-75,0^\circ) \text{ MVA}$$

3) Curto-circuito na barra 1000 da Subestação (Fig. 3):

$$S_{3f} = 53,3 (-75,7^\circ) \text{ MVA}$$

$$S_{ft} = 66,0 (-78,2^\circ) \text{ MVA}$$

Verificou-se um discreto aumento na potência de curto-circuito na SE Navirai (barra 1000 da Fig. 3) que sem a adição dos geradores eólicos era:

$$S_{3f} = 41,0 \text{ MVA}$$

$$S_{ft} = 53,0 \text{ MVA}$$

Os resultados encontrados indicaram um nível de curto-circuito adequado.

B.15 MVA em Campo Grande

O município de Campo Grande é a capital, maior cidade e maior carga consumidora do estado de MS, com cerca de 36% da carga total do estado.

Em Campo Grande, devido à proximidade da malha de 138 kV e do maior nível de curto-circuito, é possível alocar um maior volume de geração, quando comparada com a região de Navirai.

Coincidentemente, nesta região se encontram os ventos tidos como dos mais fortes e constantes do estado [8], com velocidades médias anuais em torno de 7,0 m/s a 50 m do solo.

Escolheu-se, para alocação da fazenda eólica de 15 MVA em Campo Grande, a Subestação “Campo Grande Industrial”.

Nesta região, há uma barra de 34,5 kV, onde foi alocada a geração (através de um transformador 34,5/0,69 kV).

A partir desta barra, segue, em zona rural, ao longo do contorno ferroviário de Campo Grande, região desabitada, uma rede de distribuição (em 34,5 kV) com comprimento de 26,5 km, até a Usina William Arjona (térmica a gás).

Esta linha é utilizada para atender os serviços auxiliares da usina e é pouco carregada, tendo capacidade de fluxo de potência de até 20 MVA.

A fazenda eólica poderia ser colocada em qualquer ponto ao longo desta linha de transmissão.

Porém, como a linha é pouco carregada, escolheu-se alocar a fazenda eólica no ponto mais próximo ao transformador 13,8/34,5 kV (na barra 1807), para evitar excesso de elevação de tensão ao longo da linha, provocada pelo fluxo de potência.

Regime permanente:

A Tab. 3 mostra os resultados obtidos na simulação.

Tab. 3 Simulação da conexão de geração eólica de 15 MVA em Campo Grande.

Barra/Pot.	Tensão (p.u.)							
	0	2,5+j0	4,0+j0	4,0+j0	5,0+j0	10,0+j0	15,0+j0	15,0+j0
1078	1,038	1,048	1,050	1,014	1,014	1,037	1,051	1,043
230 kV								
1801	1,029	1,029	1,029	1,029	1,030	1,029	1,029	1,021
13,8 kV								
1807	1,022	1,022	1,023	1,023	1,023	1,022	1,021	1,015
34,5 kV								
Geração								
1808	1,023	1,023	1,023	1,023	1,024	1,023	1,022	1,016
Serv. Aux.								
Usina								
W. Arjona								
Fluxo de Potência	Potência (MW / MVar)							
	0	2,5+j0	4,0+j0	4,0+j0	5,0+j0	10,0+j0	15,0+j0	15,0+j0
1891-1801	8,3+j1,6	5,8+j1,3	4,3+j1,2	4,3+j1,2	3,3+j1,1	-1,7+j1,2	-6,7+j1,8	
Trafo 138/13,8								
1801-1807	5,2+j1,2	2,8+j1,2	1,2+j1,0	1,2+j1,0	0,2+j1,0	-4,8+j1,2	-9,8+j1,5	
Trafo 13,8/34,5								
Perdas (MW)	17,3	17,2	17,0	17,2	17,2	16,7	16,3	
Mercado (MW)	517,0	517,1	517,4	516,4	516,7	516,8	517,0	
Carga Própria (MW)	534,3	534,3	534,4	533,6	533,9	533,5	533,3	

A simulação foi feita para período de carga pesada (pior caso).

Os pontos de medição de tensão escolhidos foram as barras 1078 (230 kV em Anastácio – MS – Eletrosul); 1801 (13,8 kV – Campo Grande Industrial); 1807 (34,5 kV - Campo Grande Industrial - Geração); 1808 (serviços auxiliares, Usina W. Arjona).

Como no caso anterior, a tensão nas barras aumenta com o crescimento da potência gerada.

Quando a potência gerada atinge 4 MW, a tensão na barra 1078 atinge 1,05 p.u.

Para que se continue a aumentar a potência de geração, é necessário, então, desligar o banco de capacitores de 7,2 MVar localizado em “Campo Grande Almoarifado”.

Desligando este banco, a tensão na barra 1078 cai para 1,014 p.u. e volta a subir conforme aumenta a potência gerada, chegando novamente a 1,051 p.u. na potência máxima gerada de 15 MW.

A Tab. 3 mostra ainda que não há problemas de nível de tensão no caso de rejeição da geração.

O fluxo de potência do transformador 138/13,8 kV colocado entre as barras 1891 e 1801 atinge, nesta simulação, o valor zero quando a potência gerada é de 8,3 MW, situação em que a potência gerada se iguala à da carga. No transformador 13,8/34,5 kV as potências de geração e carga na barra se igualam com a potência gerada de 5,2 MW. Para potências geradas acima destes valores, os fluxos de potência se invertem nos respectivos transformadores.

Vê-se também que as perdas diminuem em cerca de 6% no sistema da Enersul, quando da geração em potência nominal (cai de 17,3 MW para 16,3 MW).

Curto-circuito:

A simulação foi feita com quinze geradores de 1 MW de potência nominal.

Para esta simulação, os dados de cada gerador e transformador foram os mesmos usados na simulação de Navirai.

Aqui, porém, os geradores são ligados diretamente à barra da Subestação Campo Grande Industrial (34,5 kV), ou seja, a barra de geração é a própria barra da subestação.

A Fig. 4 mostra o esquema elétrico adotado para a simulação de curto-circuito. Cada gerador tem sua barra (de 01 a 15). Por simplicidade, foram apresentados na figura apenas os geradores 01 e 15.

A barra de 1807 é o secundário do trafo 138/34,5 kV (da Subestação Campo Grande Industrial). Esta é a barra de geração.

CAMPO GRANDE INDUSTRIAL

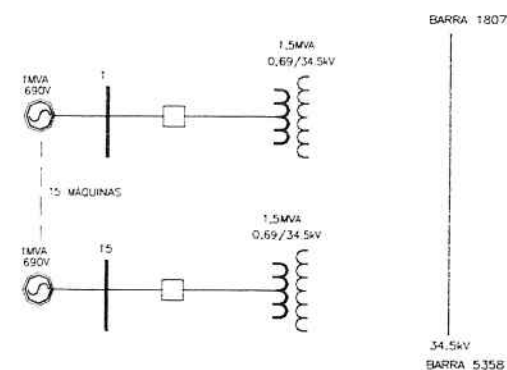


Fig. 4 Esquema elétrico adotado para a simulação de curto-circuito em Campo Grande.

Para a simulação, novamente os dados são inseridos no software em porcentagem e na base de 100 MVA e correspondem a:

Gerador: $z_0 = z_1 = 1100\%$. Transformador: $z_0 = z_1 = 400\%$.

As simulações em Campo Grande indicaram os seguintes resultados:

1) Curto-circuito no gerador (resultado idêntico para os quinze geradores):

$$S_{3f} = 30,5 (-90,0^\circ) \text{ MVA}$$

$$S_R = 17,1 (-90,0^\circ) \text{ MVA}$$

2) Curto-circuito na barra 1807 da Subestação:

$$S_{3f} = 156,1 (-89,8^0) \text{ MVA}$$

$$S_{ft} = 200,1 (-89,8^0) \text{ MVA}$$

A simulação efetuada indicou expressivo aumento na potência de curto-circuito na SE Campo Grande Industrial (barra 1807 da Tab. 3) que, sem a adição dos geradores eólicos era:

$$S_{3f} = 51,7 \text{ MVA}$$

$$S_{ft} = 59,2 \text{ MVA}$$

Os resultados encontrados indicaram um nível de curto-circuito adequado e mesmo com o grande aumento da potência de curto-circuito na Subestação, não há necessidade de troca de equipamentos de proteção em qualquer ponto da rede da Enersul.

V. CONCLUSÃO

Em meados de 2003, a Terra já somava mais de 31.000 MW de potência eólica instalados, evitando geração térmica e a correspondente dispersão anual de mais de 200 milhões de toneladas de dióxido de carbono [5].

No Brasil, entretanto, apesar da enorme quantidade de vento disponível em vários sítios, a energia eólica é muito pouco utilizada.

Atualmente (04/2004), segundo a ANEEL, existem apenas 10 usinas eólicas em funcionamento no Brasil, que geram pouco mais de 28 MW, o que representa 0,03% da capacidade de geração brasileira. Existem, porém, 152 projetos outorgados no período de 1998 a 2002, cuja construção ainda não se iniciou e que quando em funcionamento agregarão cerca de 7.700 MW na capacidade de geração do país. [9].

Acredita-se que com a regulamentação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA (Lei 10.438/02 modificada pela Lei 10.726/03), o investimento e as pesquisas científicas na área aumentem significativamente.

Este programa tem como primeira meta agregar ao Sistema Elétrico Interligado Nacional, 3.300 MW de capacidade com base em fontes eólicas, PCH e biomassa, com compra da energia gerada garantida pelo prazo de quinze (15) anos.

A preocupação deste trabalho é contribuir para a viabilização dessa perspectiva. Nesse sentido, a simulação da instalação de geração elétrica a partir de fonte eólica no estado de Mato Grosso do Sul foi bastante animadora.

Ela mostrou que é possível instalar geração de energia eólica no estado, na rede da Enersul, sem a necessidade de outros investimentos, como rodovias de acesso, linhas de transmissão, FACTS, subestações ou substituição da proteção existente na rede.

Mostrou ainda a grande vantagem da instalação de geração distribuída em uma rede em atividade.

VI. BIBLIOGRAFIA

Periódicos:

- [1] R. S. Peña, R. Cardenas, R. Blasco, G. Asher, J. Clare. (2001). A cage induction generator using back-to-back PWM converters for variable

speed grid connected wind energy system. *IECON'01: The 27th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, pp 1376-1381

- [2] R. S. Peña, J. Clare, G. M. Asher. (1996, May). Doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters and its application to variable-speed wind-energy generation. *IEE Proc.-Electr. Power Appl.*, Vol.143, No. 3, pp 231-241

Livros:

- [3] G. Boyle, *Renewable Energy – Power for a Sustainable Futures*. Oxford: Oxford University, 1996
[4] G. Kindermann. *Curto-Circuito*. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2ª. Edição, 1997

Relatos Técnicos:

- [5] <http://www.spectrum.ieee.org/WEBONLY/publicfeature/aug03/wind.html>
[6] L. Guey-Lee Forces Behind Wind Power. EIA. Disponível: http://www.eia.doe.gov/cneaf/solar/renewables/rea_issues/wind.html

Registro de Arquivos de Conferências:

- [7] F. G. R. de Campos e A. A. Penteado Junior, "A geração de energia eólica com gerador assíncrono com rotor de anéis conectado a um conversor quatro quadrantes" apresentado no XVII SNPTEE, Uberlândia-MG, Brasil, 2003. Disponível no CD-ROM do Seminário

Endereços eletrônicos:

- [8] Atlas Eólico do Brasil
[http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/mapa\(2\).pdf](http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/mapa(2).pdf)
[9] <http://www.ancel.gov.br>

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEA/9301 - Alguns Aspectos do Problema de Planejamento de Sistemas de Transmissão sob Incertezas - CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN, ERNESTO JOÃO ROBBA
- BT/PEA/9302 - Vibrações em Motores Elétricos Provocadas por Forças Magnéticas - ORLANDO SILVIO LOBOSCO, HENRIQUE PRADO ALVAREZ
- BT/PEA/9303 - Corrente Contínua em Alta Tensão: Aplicação de Equipamentos Elétricos e Modelos para Análises de Confiabilidade - LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9504 - Automação e Informatização Aplicadas a Controle e Supervisão de Processos de Pesagem - EVALDO ARAGÃO FARQUI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/9505 - Modernização e Reabilitação de Usinas Hidrelétricas - DJALMA CASELATO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9506 - Estudo do Campo Elétrico Provocado por Linhas de Transmissão em Corrente Alternada - CELSO PEREIRA BRAZ, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9507 - Aspectos Sobre Processos Automatizados de Pesagem Rodoferroviária: Uma Proposta de Modernização de Postos em Operação - SERGIO LUIZ PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9508 - Usinas Hidrelétricas em Rotação Ajustável: Novas Premissas para o Planejamento Energético - MARCO ANTONIO SAIDEL, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9509 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação de Subestações pela integração de Módulos de Software e Hardware Existentes no Mercado Brasileiro - L. C. MAGRINI, J. A. JARDINI, S. COPELIOVITCH, N. KABA FILHO
- BT/PEA/9510 - Proposta de um Modelo para Estudos de Aplicação de Compensadores Estáticos em Sistemas de Potência - JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, LUIS CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9511 - Metodologia e Testes para Redução das Distâncias Elétricas entre Fases de Barramentos de Subestações de 138kV Abrigadas, ANDRÉ NUNES SOUZA, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9512 - Avaliação da Severidade da Poluição para o Dimensionamento da Isolação das Redes Elétricas - ARNALDO G. KANASHIRO, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9513 - Processos Auto-Adaptativos para Cálculo de Campos Eletromagnéticos pelo Método dos Elementos Finitos - LUIZ LEBENSZTAJN, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9514 - Investigação Experimental sobre os Arcos Sustentados em Sistemas Elétricos de Baixa Tensão - FRANCISCO H. KAMEYAMA, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9515 - Fast Voltage Compensation: A Mean to Improve the Quality of Energy Supply - H. ARANGO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9516 - Modelo Avançado para Planejamento de Sistemas Energéticos Integrados Usando Recursos Renováveis - LUIZ ANTONIO ROSSI, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9601 - Metodologias para Planejamento de Sistemas de Distribuição: Estado-da-Arte e Aplicações - PAULO ROBERTO NJAIM, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9602 - Integração de Relés Digitais em Sistemas de Automação de Subestação - JERÔNIMO CAMILO SOARES JR., JOSÉ A. JARDINI, LUIZ C. MAGRINI
- BT/PEA/9603 - Paradigma de Planejamento sob Incertezas - Aplicação ao Planejamento dos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - ALBERTO BIANCHI JUNIOR, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9604 - Um Sistema de Controle de Velocidade para Motor de Indução Trifásico - CELSO KAZUMI NAKAHARADA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9605 - Controle Vetorial de Motores de Indução, Independente das Alterações de Parâmetros da Máquina - NERY DE OLIVEIRA JÚNIOR, WALDIR PÓ
- BT/PEA/9606 - Compactação de Subestações de 145 kV Através da Redução das Distâncias entre Fases - GERVASIO LUIZ DE CASTRO NETO, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9607 - Curvas de Carga de Consumidores Industriais - Agregação com Outras Cargas - RONALDO PEDRO CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9608 - Utilização de Curvas de Carga de Consumidores Residenciais Medidas para Determinação de Diversidade de Carga, e Carregamento de Transformadores de Distribuição - EDUARDO LUIZ FERRARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9609 - Comportamento Elétrico de Cabos Cobertos e Pré-Reunidos pelo Método dos Elementos Finitos - JOÃO JOSÉ DOS SANTOS OLIVEIRA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9701 - Repotenciação de Hidrogeradores: Uma Proposta de Metodologia de Análise e Implantação - FÁBIO SALOMÃO FERNANDES SÁ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.

- BT/PEA/9702 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação para um Sistema de Automação para um Centro de Operação da Distribuição - PAULO SÉRGIO MIGUEL SURUR, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9703 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição Utilizando Programação Matemática Probabilística - MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9704 - Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas ao Problema de Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica - SALETE MARIA FRÖES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9705 - Aproveitamento Funcional de Sistemas de Controle e Proteção Digitais em Subestações de Distribuição - JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9706 - Avaliação de Algoritmo para Proteção Diferencial de Transformadores - LUÍS SÉRGIO PIOVESAN, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/9707 - Sistema de Proteção para Falhas de Alta Impedância - CAIUS VINICIUS SAMPAIO MALAGODI, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/9708 - Um Ambiente para Planejamento da Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - KLEBER HASHIMOTO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9709 - Análise do Custo - Benefício da Instalação de Equipamentos de Proteção em Redes Aéreas de Distribuição - ANTONIO CLAUDINEI SIMÕES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9710 - Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - para o Setor Elétrico - MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9711 - Análise de Defeitos no Motor de Indução Trifásico para Predição de Falhas Incipientes - JOSÉ ANTONIO URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9712 - Gerenciamento de Transformadores de Distribuição com Análise na Perda de Vida - CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN, VLADIMIR DUARTE BELCHIOR
- BT/PEA/9713 - Uma Nova Metodologia para a Avaliação de Sistemas de Aterramento Metro-Ferrovíarios - JOSÉ AUGUSTO PEREIRA DA SILVA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9714 - Um Exemplo de Decomposição de Fluxos em Transformadores - NICOLAU IVANOV, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9715 - Custos de Transporte de Energia Elétrica - Análise de Metodologias - DÁRIO TAKAHATA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9716 - Bancada de Ensaio para a Avaliar o Comportamento de Acionamentos Controlados por Inversores PWM - JOSÉ ANTONIO CORTEZ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9717 - Integração de Técnicas de Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos ao Sistema de Gerenciamento da Manutenção Industrial - JOSÉ A. URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9801 - Análise de Confiabilidade para Gerenciamento Operacional de Sistemas Automatizados de Pesagem Rodoviar - RUBENS LOPES ROLIM, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9802 - Projeto de um Ondulador Híbrido e Estudo de Onduladores Derivados de Solenóide, para Utilização em Laser a Elétrons Livres - FRANCISCO SIRCILLI NETO
- BT/PEA/9803 - Configuração de Redes de Distribuição de Energia Elétrica com Múltiplos Objetivos e Incertezas através de Procedimentos Heurísticos - CARLOS C. BARIONI DE OLIVEIRA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9804 - Conceituação e Aplicação de Metodologia de Gerenciamento pelo Lado da Demanda em uma Empresa Distribuidora de Energia Elétrica - FERNANDO MONTEIRO DE FIGUEIREDO, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9805 - Acoplamento Circuito Elétrico - Método dos Elementos Finitos em Regime Transitório Utilizando a Metodologia de Dommel - NANCY MIEKO ABE, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9806 - Modelo de Arco Elétrico Aplicado ao Estudo da Interrupção da Corrente em Disjuntores de Média Tensão - LUCILIUS CARLOS PINTO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9807 - Proteção para Falta de Alta Impedância Utilizando o Sistema de Rádio Troncalizado - MARCO ANTONIO BRITO, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/9808 - Contribuição ao Estudo e Projeto dos Motores Síncronos de Relutância - IVAN EDUARDO CHABU, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9809 - Cabos Cobertos: Metodologia para a Determinação da Espessura da Cobertura - ANTONIO PAULO DA CUNHA, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9810 - Eletrificação Rural - Avaliações em São Paulo - MARCELO APARECIDO PELEGRINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9811 - Política de Eletrificação Rural em São Paulo - LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9812 - Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares - ANDRÉ LUIZ MONTEIRO ALVAREZ, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/9813 - Diretrizes para a Regulação da Distribuição de Energia Elétrica - JAMES S. S. CORREIA, LINEU BELICO DOS REIS

- BT/PEA/9814 - Distribuição da Tensão de Impulso em Enrolamentos de Transformadores de Distribuição - PEDRO LUÍS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/9815 - Estudo Comparativo entre os Diversos Métodos de Determinação do Rendimento de Motores de Indução - FRANCISCO ANTONIO MARINO SALOTTI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9816 - A Nodal Analysis Approach Applied to Electric Circuits Coupling in Magnetodynamic 2D FEM - MAURÍCIO CALDORA COSTA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9817 - Informatização e Automação dos Órgãos Gestores de Mão de Obra - EDUARDO MARIO DIAS, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9818 - Frequência de Ocorrência de Sobretensões Originárias de Descargas Atmosféricas em Linhas de Distribuição - NELSON MASSAKAZU MATSUO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9819 - Um Método de Imposição de Pólos no Estudo da Estabilidade de Redes Elétricas a Pequenas Perturbações - PERCIVAL BUENO DE ARAUJO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9820 - Inter-Relação do Planejamento Agregado de Investimentos com o Planejamento Localizado de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - JUCEMAR SALVADOR SIMÕES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9821 - A Produção de Energia Através das Células de Combustível - JOSÉ LUIZ PIMENTA PINHEIRO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9822 - Automação de Processos - Revisão e Tendências - SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9823 - Metodologia para Seleção e Gerenciamento de Transformadores e Distribuição, Aplicando Técnicas de Redes Neutrais Artificiais - SE UN AHN, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9901 - Contribuição ao Modelamento e Simulação de Motores em Ímãs Permanentes e Comutação Eletrônica de Alta Rotação - WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/9902 - Estudos de Sistemas de Potência e Automação: Plantas Industriais de Grande Porte - MAURÍCIO G. M. JARDINI, JOSÉ A. JARDINI
- BT/PEA/9903 - Synchronous Machines Parameters Identification Using Load Rejection Test Data - E. C. BORTONI, J. A. JARDINI
- BT/PEA/9904 - Identificação de Locais e Opções Tecnológicas para Implantação de Termoelétricas no Sistema Elétrico Brasileiro: Contribuição ao Estado da Arte e Aplicação ao Caso do Gás Natural - ELIANA APARECIDA FARIA AMARAL FADIGAS, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9905 - Sistema de Manutenção Preventiva de Subestações: Uma Abordagem Semântica para o Monitoramento Integrado - ELIAS RÔMA NETO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9906 - Previsão das Perdas Magnéticas na Presença de Harmônicos - MARCELO S. LANCAROTTE, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9907 - Comportamento do Aterramento de Sistemas e Equipamentos de Distribuição sob Impulso - CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9908 - Modelo de Sistema de Supervisão e Controle Operacional de Terminais de Contêineres - LEVI SALVI, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/9909 - Medição de Altas Correntes em Frequência Industrial: Instrumentação, Dispositivos de Medição e Calibrações - HÉLIO EIJI SUETA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/9910 - Conversores Auto-Comutados Aplicados em Derivações de Sistemas de Transmissão de Corrente Contínua e Alta Tensão - WILSON KOMATSU, WALTER KAISER
- BT/PEA/9911 - Análise de Desempenho de Sistemas de Aterramento em Alta Frequência pelo Método dos Elementos Finitos - ANGELO PASSARO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/9912 - Simulação de Motores "Shaded Pole": Uma Nova Abordagem Analítico-Numérica - PASCHOAL SPINA NETO, SÍLVIO IKUO NABETA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9913 - Estimadores de Estado para Sistemas de Potência: Análise do Estado da Arte - CLEBER ROBERTO GUIRELLI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9914 - Análise sobre o Comportamento de Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas Utilizando o Método dos Elementos Finitos - SEBASTIÃO C. GUIMARÃES JR., LUCIANO MARTINS NETO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9915 - Automatização do Atendimento a Reclamações de Interrupção de Energia Elétrica - H. K. Kiyohara, L. C. Magrini, E. P. PARENTE, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9916 - Controle Digital de Tensão e Reativos - PAULA S. D. KAYANO, LUIZ CARLOS MAGRINI, LINEU BELICO DOS REIS, ANTONIO JOSÉ GOMES CARMO, ELIAS DE SOUZA NETO
- BT/PEA/9917 - Localizadores Digitais de Falhas em Linhas de Transmissão - CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9918 - Religamento Monopolar em Linhas de Transmissão - Propostas de Uma Ferramenta para Investigações Paramétricas - IVANIL POMPEU, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9919 - Viabilidade Técnica de Abertura Monopolar Permanente em Linhas de Transmissão Extra Alta Tensão - FABIANA AP. DE TOLEDO SILVA, JOSÉ ANTONIO JARDINI

- BT/PEA/9920 – Avaliação do U-Net em Custers com Rede My com Rede Myrinet – PAULO A. GEROMEL, SERGIO T. KOFUJI
- BT/PEA/9921 – SAG – Sistema de Apoio Gerencial via Internet – ADRIANO GALINDO LEAL, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9922 – Desequilíbrio de Tensão em Redes Secundárias de Distribuição – PAULO VINÍCIUS SANTOS VALOIS, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9923 – Sistema Não Lineares Controlados pela Lógica Difusa: Uma Aplicação em Acionamentos Constituídos por Motores Assíncronos – WERNER W. PACHECO LUJAN, CÍCERO COUTO MORAES
- BT/PEA/9924 – Arborecência em Cabos Elétricos de Média e Alta Tensão – JOÃO JOSÉ ALVES DE PAULA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/9925 – Estudo para Otimização de Desempenho de Plantas Industriais Automatizadas – ANTONIO ORLANDO UGULINO, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9926 – Simulação e Análise de Desempenho de Processos Visando a Otimização de Sistemas Integrados de Produção – CÍCERO COUTO DE MORAES, SERGIO LUIZ PEREIRA, JOSÉ ROBERTO R. DE GODOY
- BT/PEA/9927 – Automação Moderna de Processos: Análise de Necessidade, Viabilidade e Tendências Tecnológicas – SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9928 – Modelo de Compensação Série Controlada Aplicado ao Estudo do Amortecimento de Oscilações em Sistemas de Potência – JOSÉ ROBERTO PASCON, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9929 – Cálculo de Trajetórias de Elétrons em Estruturas Magnéticas – YASMARA CONCEIÇÃO DE POLLI, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/0001 – Monitoramento de Transformadores de Potência Direcionado à Manutenção com Base nas Condições – SERGIO COSTA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0002 – Redes Neurais Artificiais Aplicadas a Estudos de Subestações de Alta Tensão Abrigadas Frente a Ensaios de Impulsos Atmosféricos – ANDRÉ NUNES DE SOUZA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0003 – Relé Diferencial para Transformador de Potência Implementado com uma Rede MLP – RICARDO CANELOI DOS SANTOS, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/0004 – Minimização de Resíduos Sólidos Urbanos e Conservação de Energia – PAULO HÉLIO KANAYAMA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0005 – Modelamento de Conversores CC/CC por meio da Chave PWM – LUIZ FERNANDO P. DE MELLO, WALTER KAISER
- BT/PEA/0006 – Estudo de Surtos em Redes Secundárias de Distribuição Causados por Descargas Atmosféricas Diretas na Rede Primária – WELSON BASSI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEA/0007 – Modelagem da Magnetohidrodinâmica em 3D pelo Método de Elementos Finitos – SERGIO LUÍS LOPES VERARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0008 – Metodologia para Avaliação do Comportamento e Vida Útil de Motores Alimentados por Fontes Assimétricas de Tensão – JOSÉ LUIZ ANTUNES DE ALMEIDA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0009 – Esquema de Aterramento Híbrido (EAH) – FRANCISCO CARLOS PARQUET BIZZARRIA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/0010 – Ferro-Ressnância em Redes Subterrâneas de Distribuição – REGINA LÚCIA LAMY, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0011 – A Análise do Ciclo de Vida e os Custos Completos no Planejamento Energico – CLÁUDIO ELIAS CARVALHO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0012 – A Agregação de Valor à Energia Elétrica através da Gestão Integrada de Recursos – ANDRÉ LUIZ VEIGA GIMENES, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0013 – Tochas a Plasma: Características Básicas para Projeto e Construção – MIGUEL BUSSOLINI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/0014 – Um Estudo de Correntes Induzidas em Meios Maciços Ferromagnéticos – Aplicação no Projeto de Freios de Correntes Parasitas – ALVARO BATISTA DIETRICH, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0015 – Incorporação de Sistemas de Co-Geração aos Sistemas Elétricos de Potência: Um Roteiro para Avaliação de Viabilidade Técnico-Econômica – LUIZ DONIZETI CLEMENTINO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0016 – Metodologia para Análise da Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica em Baixa Tensão – ALEXANDRE ANGRISANO, RONALDO P. CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0017 – Análise de Índices de Qualidade no Planejamento Agregado de Investimentos em Ambiente de Incertezas – CARLOS ALEXANDRE DE SOUSA PENIN, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0018 – Controle de Descarregadores de Navios Utilizando Lógica Fuzzy – ANTONIO DAGOBERTO DO AMARAL JÚNIOR, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0019 – The Energy Absorption Capacity of Metal Oxide Surge Arresters An Approach for Switching Surges – MANUEL LUÍS BARREIRA MARTINEZ, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR

- BT/PEA/0020 – Utilização Racional de Energia Elétrica em Instalações Elétricas Comerciais Empregando Sistemas de Automação – JOEL ROCHA PINTO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0021 – Sistema Automatizado para Aquisição de Dados de Consumo de Energia Elétrica, Água e Gás – JOSÉ WALTER PARQUET BIZARRIA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0022 – Estudo de Ignitores de Pulsos Superpostos para Lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão – ALEXANDER FERNÁNDEZ CORREA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0023 – Desenvolvimento de Medidor Eletrônico de Energia Elétrica de Custo Competitivo Associado a Estudos sobre Medições de Energia Elétrica – DOUGLAS ALEXANDRE DE A. GARCIA, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0024 – Uma Visão Educacional do Método dos Elementos Finitos Aplicado ao Eletromagnetismo – LUIZ NATAL ROSSI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0025 – An Application of the Finite-Element Method to Desig a Switched Reluctance Motor – PEDRO P. DE PAULA, SÍLVIO I. NABETA, JOSÉ R. CARDOSO
- BT/PEA/0026 – Algoritmos de Alta Velocidade para a Proteção de distância de Linhas de Transmissão – ERVALDO GARCIA JÚNIOR, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/0027 – Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados para a Monitoração da Tensão em Regime Permanente – SÍLVIO XAVIER DUARTE, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0028 – Análise da Confiabilidade e Manutenibilidade de Topologias do Sistema de Telefonia Fixa – RICARDO ELIAS CAETANO, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0029 – Aspectos Tecnológicos Referentes à Repotenciação de Usinas Termoelétricas – MÁRCIO NESTOR ZANCHETA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR
- BT/PEA/0030 – Controle de Iluminação Utilizando Dimerização por Lógica Fuzzy, Compensando a Iluminação Natural – ANDRÉ VITOR BONORA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0031 – Identificação do Nível de Redundância das Medidas de um Sistema, para Efeito da Estimação de seus Estados – JOÃO BOSCO AUGUSTO LONDON JUNIOR, NEWTON GERALDO BRETAS
- BT/PEA/0101 – Aplicação do Controlador de Subestação a um Sistema Digital Integrado de Supervisão e Controle – RENATO CAMPANINI TEIXEIRA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0102 – Uma proposta de um Filtro Ativo de Tensão para Aplicações em Redes Elétricas – JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0103 – Causas de Falhas e Critérios de Reaproveitamento de Transformadores de Distribuição de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – MIGUEL ANGEL HERNANDEZ TORRES, MARCOS ROBERTO GOUVÊA
- BT/PEA/0104 – Um Sistema para Avaliação de Indicadores de Qualidade da Distribuição de Energia Elétrica – GERSON YUKIO SAIKI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0105 – Métodos de Análise de Sistemas de Aterramento de Linhas Metroviárias – ARMANDO DE OLIVEIRA ALVES DE SOUZA, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0106 – Caracterização de Acionamentos na Indústria de Beneficiamento de Minério de Ferro – FERNANDO MARCELO CALADO DE ANDRADE, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0107 – Impacto da Privatização das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica na Qualidade da Energia Suprida – MITSUO NITTA, ADERBAL DE AARUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/0108 – Estudo Comparativo de Ensaios de Chapa Única para Medidas de Perdas em Aços Elétricos – RONALDO ALVES SOARES, CARLOS SHINITI MURANAKA
- BT/PEA/0109 – Modelagem de Transformadores de Distribuição para Altas Frequências – ARNALDO G. KANASHIRO, ALEXANDRE PIANTINI, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/0110 – Análise e Localização de Descargas Parciais em Transformadores de Potências por Métodos Elétricos - HÉDIO TATIZAWA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/0111 – A Eletrificação Rural em São Paulo – Custos e Padrões – LUIZ FERNANDO KURAHASSI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0112 – A Escola Rural sem Luz em São Paulo - OSWALDO TADAMI ARIMURA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0113 – Eletrificação Rural no Novo Cenário: O Caso de São Paulo – LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0114 – Simulação do Aterramento em Sistemas MRT – OCTÁVIO FERREIRA AFFONSO, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0115 – Otimização do Dimensionamento de Equipamentos para Automação de Terminal de Contêineres – FÁBIO LOPES CARNELOS, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0116 – Sistema de Localização de Falhas para Redes Primárias de Distribuição – GIOVANNI MANASSERO JUNIOR, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/0117 – Proteção de Distância para Linhas de Transmissão com Compensação Série – JOSÉ GERALDO BARRETO MONTEIRO DE ANDRADE, EDUARDO CESAR SENER

- BT/PEA/0118 – Proposta de Acionamento Microprocessado para Empilhadeira Elétrica – MARCO AURÉLIO VILELA DE OLIVEIRA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0119 – Técnicas "Anti-Windup" – LUIZ AUGUSTO PEREIRA FERNANDES, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0120 – Regulador de Tensão de Gerador – HERALDO SILVEIRA BARBUY, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0121 – Eficiência Operativa e Confiabilidade de Equipamentos Associados à Automação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – REINALDO BURIAN, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0122 – Cálculo de Forças sobre Ímãs Permanentes: Uma Análise do Problema 23 do Team Workshop – HÉLIO JOSÉ DAMANTE, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0123 – Análise de Guias de Ondas Ópticos pelo Método dos Elementos Finitos – MARCOS A. R. FRANCO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0124 – Transient Induced Voltage Computation in a High Building Struck by Lightning – CARLOS A. F. SARTORI, A. ORLANDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0125 – Metodologia para Cálculo de Perdas Técnicas por Segmento do Sistema de Distribuição – ANDRÉ MÉFFE, CARLOS CÉSAR BARIONI DE OLIVEIRA
- BT/PEA/0126 – Cálculo da Distribuição da Corrente de Falta em Sistemas de Aterramento de Redes Primárias – GILBERTO DE MAGALHÃES FALCOSKI, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0127 – Acionamento de Velocidade Variável Utilizando Motores de Corrente Alternada Assíncronos – JOSÉ ALBERTO MARQUES, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0201 – Unified Power Quality Conditioner with Energy Storing Module for Medium Voltage Adjustable Speed Drive – VALBERTO FERREIRA DA SILVA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/0202 – Simulação de Marcha de Composição Ferroviária Acionada por Motores de Indução e PWM – CASSIANO LOBO PIRES, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0203 – Conservação de Energia Elétrica em Edificações Comerciais: Sistemas de Ar Condicionado com Central de Água Gelada – TEODORO MONGE DE AMORIM FILHO, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0204 – Reconfiguração de Redes Primárias de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Sistemas de Informações Geográficas – FERDINANDO CRISPINO, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0205 – Previsão de Carga em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Redes Neurais Artificiais – JORGE YASUOKA, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0206 – Correção de Distorções Harmônicas, em Sistemas Industriais, Através de Filtros Passivos - ANTONIO PESTANA NETO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0207 – Proposta de Metodologia para Controle da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica a Partir da Segmentação do Mercado Consumidor em Famílias de Redes Elétricas – RODOLFO COLI DA CUNHA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0208 – Modelagens das Funções de uma Subestação Automatizada Empregando Modelos Orientados a Objetos – MILTHON SERNA SILVA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR
- BT/PEA/0209 – Automação de Instalações Elétricas Prediais Através da Internet – ROBSON REBOUÇAS CARDOSO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0210 – Identificação Automática de Vagões na Área Portuária: Uma Solução com Análise de Imagens – EDUARDO MANTOVANI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0211 – Concepção de Sistema de Supervisão e Controle no Processo de Descarga Rodoviária em Terminais Portuários Utilizando Identificadores Automáticos de Veículos – ROGÉRIO COSTA DE OLIVEIRA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0212 – Metodologia para Análise de Perda de Vida Útil de Transformadores, Alimentando Cargas não Lineares – ARLINDO GARCIA FILHO, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0213 – Sistema de Automação para Gestão do Carregamento de Transformadores Baseado na Confiabilidade – JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0214 – A Conservação, Considerando Aspectos Relacionados à Qualidade de Energia Elétrica na Indústria Têxtil: Estudo de Caso – MÁRIO CÉSAR GIACCO RAMOS, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0215 – Cálculo de Parâmetros Operacionais de Desempenho de Redes Primárias de Distribuição Utilizando Redes Neurais Artificiais – ANA MARÍA GARCÍA CABEZAS, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0216 – Análise Dinâmica de um Motor de Indução Linear pelo Método dos Elementos Finitos – EDUARDO FERREIRA DA SILVA, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0217 – Reômetro Rotativo de Taxa de Cisalhamento Imposta Acionado por Motor de Passo – SAMUEL E. DE LUCENA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0218 – Acionamentos com Motores Brushless para Sistemas de Ventilação de Emergência – RENATO DE ALMEIDA PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0219 – Retificador Trifásico de Alta Eficiência para Tochas de Plasma – MARIO GONÇALVES GARCIA JÚNIOR, LOURENÇO MATAKAS JÚNIOR

- BT/PEA/0220 – Impacto de Modelos de Mercado Espacial no Planejamento de Sistemas de Distribuição de Energia – MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0221 – Proposta de Recuperador Dinâmico para Correção de Afundamentos de Tensão – FRANCISCO COSTA SARAIVA FILHO, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/0222 – Análise Preditiva de Defeitos em Motores de Indução Trifásicos Utilizando a Corrente de Alimentação – JOSÉ DANIEL SOARES BERNARDO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0223 – Cálculo de Iluminação Auxiliado por Computadores – NESTOR CÂNDIDO FERREIRA SEGUNDO, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0224 – Otimização de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Geração Distribuída – JAMEA CRISTINA BATISTA SILVA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0301 – Algoritmo Digital para a Proteção da Interligação Concessionária – Indústria Operando em Sistemas de Cogeração – FRANCISCO ANTONIO REIS FILHO, EDUARDO C. SENER
- BT/PEA/0302 – Dimensionamento da Infra-Estrutura para Automação de Terminais de Granéis Sólidos – FABIO DEL PAPA, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/0203 – Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia para Estudos de Viabilidade de Plantas de Cogeração – RICARDO SHEIGI ABE, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0304 – Applying Object-Oriented Technology to Project Hydroelectric Power Plant SCADA Systems – CARLOS ALBERTO VILLACORTA CARDOSO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0305 – Impactos Econômicos Causados pelos Distúrbios na Rede Básica de Energia Elétrica – JOSÉ JULIO DE ALMEIDA LINS LEITÃO, LINEI BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0306 – Fault Location in Transmission Lines Using One Terminal Post Fault Voltage Data – CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/0307 – Impactos da Aplicação de Lâmpadas Fluorescentes Compactas em Habitações de Baixa Renda no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica – LUIS VENTURA CASTELLS PEÑA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0308 – Análise e Melhoria do Controle Automático de Concentração de uma Planta de Ácido Nítrico Diluído – ELCIO RODRIGUES ARANHA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0309 – Criação de Valor na Avaliação de Projetos Termelétricos sob Condições de Risco no Mercado Brasileiro de Energia Elétrica – WAGNER DA SILVA LIMA, DOREL SOARES RAMOS
- BT/PEA/0310 – Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico como Instrumento de Apoio a Regulação da Energia Elétrica – LUIZ MARIO TORTORELLO, MARCOS ROBERTO GOUVÊA
- BT/PEA/0311 – Análise de Transientes em Motor de Indução Modelo ABC/abc Aplicado ao Modelamento e Simulação de Soft-Starters - LUIS CARLOS RIBEIRO DOS SANTOS – CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0312 – Modelamento Matemático e Análise do Funcionamento do Acionamento para Motores de Anéis em Cadeia Sub-Síncrona – SÉRGIO LUIZ VOLPIANO – CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0313 – Considerações do Ambiente Eletromagnético Urbano na Análise de Interferências Eletromagnéticas em Veículos Automotores – GLÁUCIO SANTOS – CARLOS ANTONIO FRANÇA SARTORI
- BT/PEA/0314 – Contribuição a Aplicação das Wavelets na Eletrostática – ALDO ARTUR BELARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0315 – Avaliação Ponderada da Hidreletricidade e Termoeletricidade Através dos Custos Completos – JULIO HENRIQUE BOARATI, MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA
- BT/PEA/0401 - Previsão Espacial de Carga em Sistemas de Distribuição Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial e Plataforma GIS – FRANZ HENRY PEREYRA ZAMORA, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0402 – Modeling of Impulse Stressed Distribution Transformer Winding Oriented to Maintenance Purposes – PEDRO LUIS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0403 – Sistema para o Gerenciamento de Imóveis e Ocupação das Faixas de Linhas de Transmissão Utilizando Dados Georreferenciados e de Sensoriamento Remoto – MAURICIO GEORGE MIGUEL JARDINI, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0404 – Proposta de Novas Topologias de Conversores "C-DUMP" para o Acionamento de Motores e Geradores de Relutância Chaveados – WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0405 – Proposta de Aplicação de Motor de Indução Linear Tubular na Extração de Petróleo – BERNARDO PINHEIRO DE ALVARENGA, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0406 – Aplicação da Automação Elétrica no Controle de Temperatura de Grandes Edifícios – MARLENE DA SILVA BOSCATTO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0407 – Metodologia de Segurança para Intercâmbio Eletrônico de Documentos Aplicado ao Sistema Portuário Brasileiro – LEVI SALVI, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/0408 – Proposta de um Novo Protocolo de Comunicação para a Saída Serial de Usuário de Medidores de Energia Elétrica – ANDRÉ LUIZ MONTERO ALVAREZ, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0409 – Estimativa de Estado da Rede Durante Variações de Tensão de Curta Duração para o Monitoramento de Qualidade de Energia Elétrica – TANIA PAOLA LEDESMA ARANGO, NELSON KAGAN

- BT/PEA/0410 – Algoritmo Baseado em Redes Neurais Artificiais para a Proteção de Distância de Linhas de Transmissão – RICARDO CANELOI DOS SANTOS, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/0411 – Modelo Computacional do Sistema de Conversão de Energia Eólica Equipado com Gerador de Indução – MARCELO MORAES, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0412 – Proteção de Planta Termoeletrica Operando em Co-Geração – ANTONIO CARLOS MOSCARDI, JOSÉ AQUILES BAESSO GRIMONI
- BT/PEA/0413 – Compensação de Desequilíbrios de Carga Empregando Conversor Estático Operando com Modulação em Largura de Pulso – RODRIGO CUTRI, LOURENÇO MATAKAS JUNIOR
- BT/PEA/0414 – Probabilistic Model of Feasibility for Distributed Generation in a Competitive Environment – EDSON MARQUES FLORES, MARCOS ROBERTO GOUVEA
- BT/PEA/0415 – Modelamento e Simulação da Máquina Síncrona em Programas de Transitórios Eletromagnéticos – LILIANA PATRICIA JAIMES ROJAS, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/0416 - Steady-State Analysis of the Unified Power Flow Controller (UPFC) and its Capability in Modifying the Transmittable Power - RICARDO LEON VASQUEZ ARNEZ, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/0417 – Proposição e Implementação do Modelo de Troca Eletrônica de Dados para o Sistema Portuário – ANDRÉA LUCIA BRAGA, EDUARDO MÁRIO DIAS

