

VI SBQEE
21 a 24 de agosto de 2005
Belém – Pará – Brasil



Código: BEL 02 7687
Tópico: Aplicação de Novas Tecnologias

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO PARA GERAÇÃO DE VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO (VTCD) EM LABORATÓRIO E EM CAMPO

CASTELLANO , U.F.	VASCONCELOS , G.F.	FRANCISCO , J.C.C.	DUARTE, S.X.	COELHO, L.A.B.	STOLF, G.
ENERQ/USP	ENERQ/USP	ENERQ/USP	ENERQ/USP	LYNX TECNOLOGIA	LYNX TECNOLOGIA A

RESUMO

Este artigo apresenta todo o processo de desenvolvimento de um equipamento de geração de VTCD desenvolvido, a partir da especificação da equipe do enerq-ct - Centro Tecnológico de Qualidade de Energia do Enerq/USP, pela Lynx Tecnologia Eletrônica. Descreve as suas principais características, diferenciais e possibilidades de uso na geração de VTCD's tanto em ambiente laboratorial quanto no campo, possibilitando o completo estudo de suportabilidade e mitigações dos efeitos dos VTCD's em diversas equipamentos e situações.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade de Energia, Centro Tecnológico, Variação de Tensão de Curta Duração, Equipamentos, Ensaios e serviços.

1.0 INTRODUÇÃO

O **enerq-ct** - Centro Tecnológico de Qualidade de Energia, da Escola politécnica da Universidade de São Paulo, tem como atividades básicas o ensino, a pesquisa e a extensão, e também está preparado para prestar, sob encomenda, serviço de alta tecnologia, capacitação/treinamento, estudos/pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

O enerq-ct surgiu para catalisar esforços na área de Qualidade de Energia, no estudo de seus fenômenos, causas e conseqüências.



Foto 1 – Vista parcial do laboratório de ensaios do enerq-ct que foi inaugurado em 2004

Para sua implantação, o Centro necessitava de equipamentos de ponta, alguns dos quais inexistentes no mercado nacional pelo seu uso específico e alto custo de desenvolvimento.

Especificamente a equipamentos para ensaios com VTCD's que permitissem ensaios trifásicos e com uma determinada capacidade de carga sob teste, foram encontradas duas alternativas comerciais que atendiam às necessidades do centro, ambas importadas dos Estados Unidos: O PortoSag, do Laboratório EPRI-PEAC, e o SAG Generator, da Power Standard Laboratories.

Paralelamente à aquisição de um destes equipamentos, foi definido o desenvolvimento de uma solução nacional. Como uma das premissas da implantação do Centro é o desenvolvimento/nacionalização de tecnologias,

iniciou-se uma parceria com a empresa nacional Lynx Tecnologia para co-desenvolver um Gerador de VTCD's nacional de acordo com as necessidades do Centro Tecnológico.

2.0 REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO

O projeto de desenvolvimento foi idealizado a partir de especificações de equipamentos internacionais identificados e selecionados, superando-os em algumas características técnicas. Além das características de portabilidade, para ser utilizado tanto no laboratório como em campo, aplicando VTCD's em processos a serem testados, foram incluídos diferenciais de projeto, como a total automação da seqüência de testes e a maior versatilidade de uso, incluindo a capacidade de realizar testes de sensibilidade conforme procedimentos e referências internacionais, em especial da SEMI F47 e IEC 6100-4-11.

Também se definiu que o equipamento deveria dispor internamente de um sistema de aquisição de dados, e que teria interface ethernet e protocolos de rede TCP-IP, tornando-o um dispositivo acessível remotamente, mesmo durante os ensaios dentro ou fora do laboratório.

3.0 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO

Considerando-se além dos requisitos, os desafios técnicos e limitações econômicas previstas para o desenvolvimento, e de outro lado a gama desejável de equipamentos ensaiáveis, foi definido o desenvolvimento de uma unidade de testes de média potência, conforme as características abaixo:

- Tensão Nominal de Saída: 220 Vrms, 3 fases
- Potência Total Máxima: 12 kVA
- Tensões de Afundamento: -100% a -5%
- Tensões de Elevação: +5% a +100%
- Controle de Tensão e Disparo Independentes por Fase
- Duração do Evento: selecionável de 0,01 a 1200 ciclos
- Ângulo de Disparo: 0 a 359 graus elétricos
- Taxa de repetição: 0,01 a 20 Hz
- Número de Repetições: 1 a 1000
- Controle: manual, por entrada externa TTL ou por automático por rede Ethernet

No equipamento desenvolvido, visando maior segurança nos procedimentos de testes, optou-se por uma isolação completa entre a entrada e a saída trifásica. Utilizou-se um transformador trifásico de 15kVA com um arranjo de primários que permite ajustes para correção da tensão de linha e secundários que podem ser combinados de forma a fornecer as saídas de $V_{NOM} \pm 10\%$ até $\pm 100\%$, em passos de 10%.

Os secundários permitem ligação de cargas de ensaio em estrela ou triângulo. Os primários são comutados por contatores e os secundários são comutados por relés, permitindo a seleção independente por fase, da tensão de afundamento ou elevação.

O diagrama em blocos geral do instrumento (figura 1) mostra o bloco trifásico de comutação de potência onde é feita a seleção da tensão de elevação/afundamento através da comutação de taps de um transformador isolador e o disparo através de IGBTs. Adicionalmente o instrumento possui entradas para a adição de transientes (gerados externamente) ao sinal de saída. Os sinais de comando são provenientes da Unidade de Controle e as medições de tensões e

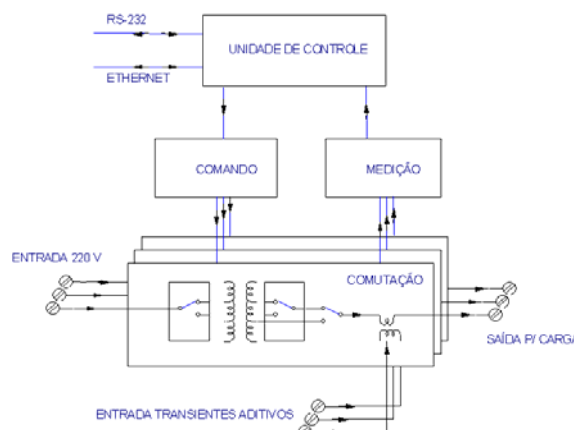


Figura 1 – Diagrama de Blocos da Arquitetura Geral do Equipamento

correntes resultantes na carga são direcionadas para a mesma Unidade de Controle, que tem capacidade de comunicação com microcomputador externo através de interface serial RS-232 ou rede Ethernet.

Devemos notar que o primário do transformador de isolação permite um certo grau

de compensação para as flutuações da tensão de entrada através da comutação de taps, buscando garantir a tensão nominal de ensaio. O arranjo de relês do secundário permite a selecionar a configuração de taps que produz a tensão de elevação/afundamento desejada. Esta tensão é aplicada à carga pelo acionamento dos IGBTs durante o tempo programado e na taxa de repetição desejada. Na saída para a carga é feita a medição de tensão e corrente, que devem ser registradas durante os ensaios.

Esta montagem permite a total automação dos níveis de afundamento e sobre tensão gerados pelo equipamento.

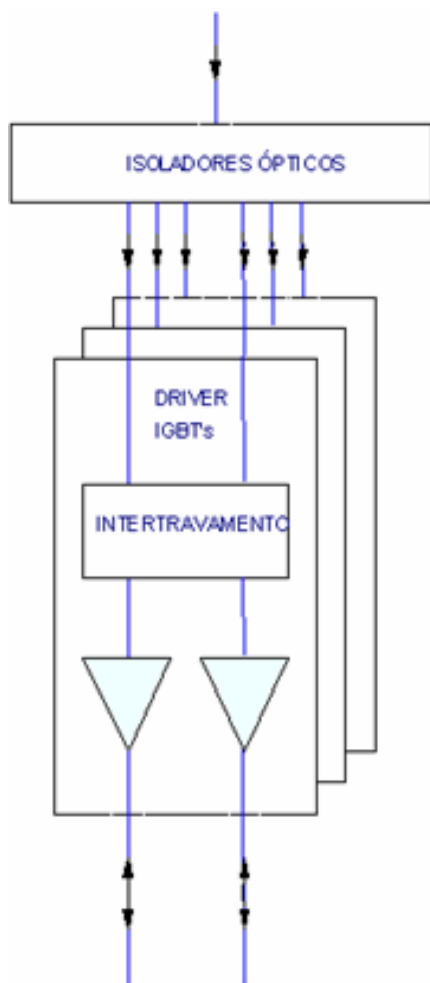


Figura 2 – Diagram dos Acionamentos dos IGBTs

Os acionamentos de IGBTs (figura 2) a partir de comandos da Unidade de Controle são feitos através de isoladores ópticos e circuitos especiais de driver que garantem proteção e intertravamento em caso de falhas de disparo.

A Unidade de Controle (figura 4) possui um Processador Digital de Sinais (DSP) para o

controle do ensaio e aquisição de dados, conversores analógico-digitais de 16 bits, uma interface de rede padrão Ethernet 10baseT e um processador auxiliar para cuidar das funções de interface homem-máquina (teclado e display gráfico LCD).

O equipamento é acondicionado em um rack de 19", (figura 3) equipado com rodízios, facilitando seu transporte e posicionamento próximo ao equipamento/processo sob teste.



Figura 3 – Equipamento Montado em Rack

4.0 SOFTWARE

O software de programação de ensaios é executado em um microcomputador do tipo PC em ambiente Windows.

Neste software um ensaio consiste de 1 a 127 repetições de uma seqüência de eventos. Uma seqüência de eventos pode conter até 127 eventos distintos. Cada evento consiste de uma série de 1 a 1000 transientes idênticos em duração, profundidade e taxa de repetição.

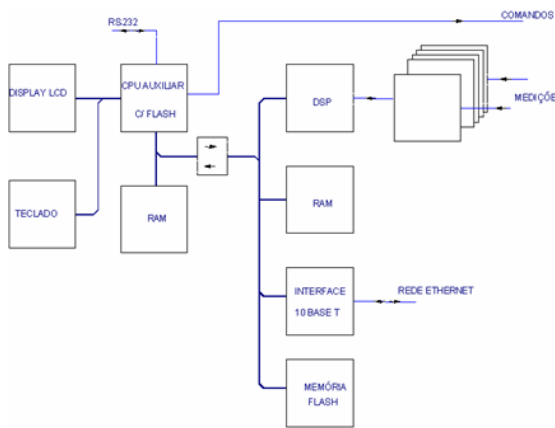


Figura 4 – Unidade de Controle

5.0 CONFIGURAÇÃO E AUTOMATIZAÇÃO DE TESTES

Os testes são especificados através de uma seqüência programada de variações de tensões e durações de disparos. A unidade de controle do gerador tem a capacidade de armazenar programas de testes. O Software de controle, executado em microcomputador PC, permite construir a especificação destas seqüências e enviá-las ao gerador de VTCD, sendo que a interface se faz via protocolo TCP/IP através de porta de rede padrão Ethernet. Pela mesma interface os resultados de testes armazenados na unidade podem ser remotamente acessados, provendo grande flexibilidade de utilização da unidade.

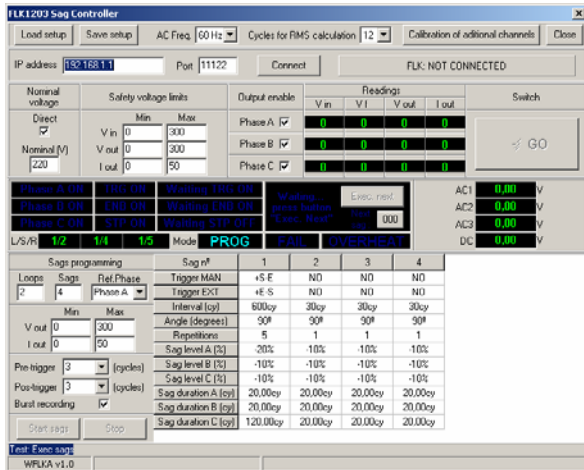


Figura 5 – Software de Controle

As seqüências especificadas podem ser salvas e re-utilizadas. Os recursos implantados tornam o equipamento capaz de realizar as seqüências normatizadas pela IEC e SEMI F47, podendo ser aplicado no levantamento de

sensibilidade e suscetibilidade a VTCD's de equipamentos e processos segundo esses procedimentos.

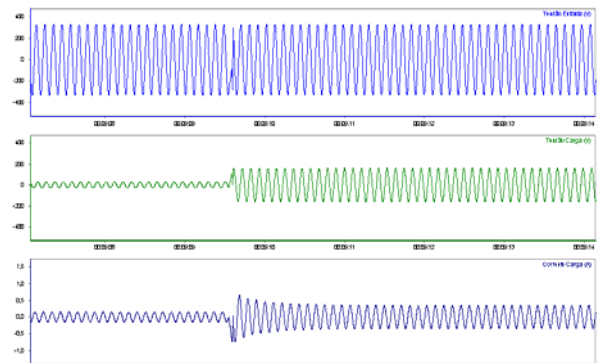


Figura 7 – Exemplo de captura de transiente, mostrando tensão na entrada, tensão no ponto de controle da carga m teste e a corrente de carga.

6.0 APLICAÇÕES DO EQUIPAMENTO

Como foi citado nos pré-requisitos, ele foi projetado para que a principal aplicação fosse o levantamento da curva de sensibilidade de equipamentos a VTCD's.

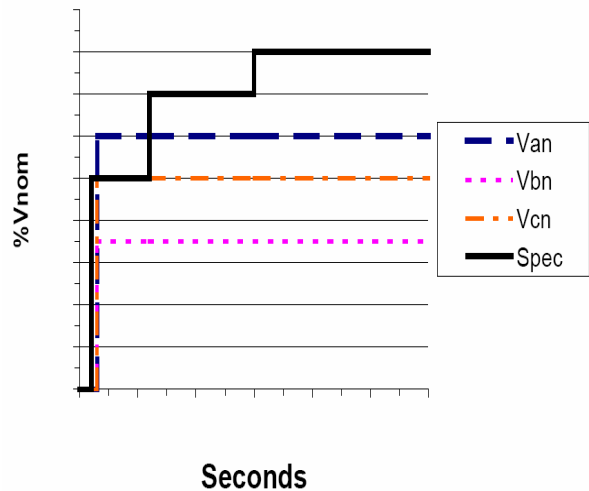


Figura 8 – Curva SEMI – Ensaio Fase -Neutro

Atualmente, o IEC (através da IEC 6100-4-11) e a SEMI (através da SEMI F42 e F47), padronizaram procedimentos para a realização destes testes.

No laboratório tem sido realizado ensaios de levantamento de sensibilidade a VTCD em equipamentos, tais como eletroeletrônicos, motores e controladores (inversores).

Nos testes realizados com inversores, constatamos que uma nova parametrização do

equipamento, pode torna-lo mais ou menos sensível as VTCDs.

Com o uso deste equipamento, e de sua automatização, será possível otimizar os ensaios de sensibilidade a VTCD, realizados no laboratório.

7.0 CONCLUSÕES

Os objetivos tecnológicos e de captação propostos no desenvolvimento foram atingidos, dentro do conceito mais amplo que norteou a concepção do próprio enerq-ct: Viabilizar a concepção e implementação de equipamentos com alto valor agregado, equiparáveis aos do mercado internacional e a custos fortemente competitivos.

As equipes trabalhando nas etapas de especificação, projeto e desenvolvimento, incorporaram um conjunto de conhecimentos e competências que as qualificam a novos desenvolvimentos.

O equipamento desenvolvido integra a infra-estrutura do enerq-ct, para a realização dos testes de sensibilidade a VTCD's nas aplicações de laboratório e de campo.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] KAGAN, N.; Castellano*, U. F.; Vasconcelos, G. F.; Francisco, J. C. C.; – Projeto Conceitual,

Diretrizes e Plano De Implantação do Centro Laboratorial de Qualidade de Energia da Escola Politécnica da Usp. V SBQEE – 2003

[2] Kagan, N. ; Vasconcelos, G. F.; Castellano, U. F.; Francisco, J. C. C. - Concept and Implementation of the ENERQ-USP Power Quality Laboratory Center in Brazil, EPRI-PEAC Power Quality Applications Conference and Exhibition 2004 – NY – 2004

[3] ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro, “Procedimentos de Rede”, Brasil, 2002.

[4] Enerq-Usp / Joule Energy – Especificação de Equipamentos para o Centro Tecnológico de Qualidade ee Energia – Outubro/2002

[5] Semiconductor Equipment and Materials International - SEMI F47-0200 Specification for Semiconductor Processing Equipment Voltage Sag Immunity - 2000

[6] Semiconductor Equipment and Materials International - SEMI F42- Test Method for Semiconductor Processing Equipment Voltage Sag Immunity – 2000