



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GCQ - 30
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO XIII
GRUPO DE ESTUDO DE INTERFERÊNCIAS, COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E QUALIDADE DE
ENERGIA – GCQ**

**UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA ANÁLISE DE CONFORMIDADE DE PARÂMETROS DE QUALIDADE
DE ENERGIA ELÉTRICA**

Conrado Seibel Carlos Alberto Dutra

Reason Tecnologia S.A. *

RESUMO

Este artigo descreve um sistema automatizado de coleta, armazenamento, compartilhamento e análise de conformidade de parâmetros de qualidade de energia elétrica. O sistema, denominado GERCOM-Q, efetua uma varredura periódica de um conjunto de registradores de qualidade de energia, consolida os valores medidos e insere registros em uma base de dados central, comum a todos os registradores e acessível a uma rede de computadores.

Os dados inseridos nesta base são automática e periodicamente processados para a obtenção de indicadores estatísticos referentes a períodos de consolidação determinados pelo usuário. Os valores consolidados são comparados com limites pré-estabelecidos, derivados dos procedimentos de rede e/ou normas aplicáveis. Violações de limites são claramente sinalizadas nos relatórios gerados. O sistema permite ainda que possam ser acessados os dados “brutos” dos registradores, de forma a facilitar a identificação da origem da violação de limites.

A fim de aumentar a confiabilidade do sistema, canais de comunicação e registradores de qualidade são periodicamente monitorados de forma automática e transparente.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade de energia, Bancos de Dados, Coleta Automática de Dados, Análise Automática.

1.0 – INTRODUÇÃO

O sistema GERCOM-Q foi desenvolvido para permitir a coleta de dados de uma rede de registradores de qualidade sobre intervalos de tempo longos. Especial atenção foi dedicada à utilização de padrões abertos de comunicação e armazenamento de dados de forma a permitir a integração de equipamentos de diferentes fabricantes e a utilização de ferramentas de análise apropriadas para cada caso. Em (1), descreve-se a utilização do sistema em uma rede com catorze registradores de qualidade por períodos superiores a um ano.

Este artigo expande o sistema existente a fim de incorporar um módulo de análise automática, visto que o volume de dados gerado por um conjunto significativo de registradores por períodos longos de tempo cresce significativamente.

Rua Delmira Silveira, 855 – 88025-000
Florianópolis – SC

Devido à experiência adquirida com o sistema GERCOM-Q, decidiu-se também incorporar um módulo de supervisão dos canais de comunicação e dos registradores propriamente ditos.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 é realizada uma breve descrição da arquitetura do sistema GERCOM-Q original. Na seção 3 e suas subseções são apresentadas as características do sistema expandido. Na seção 4 é apresentado um exemplo de análise estatística executada pelo sistema expandido. Finalmente, na seção 5 são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

2.0 – O SISTEMA GERCOM-Q ORIGINAL

Como descrito em (1), o sistema GERCOM-Q é um sistema de coleta, armazenamento e compartilhamento de registros de parâmetros de qualidade de energia elétrica. O sistema utiliza protocolos de comunicação abertos, permitindo a integração de dados provenientes de equipamentos de diversos fabricantes, sendo que os registros provenientes dos registradores de qualidade são inseridos em uma base de dados de longa duração comum a todos os registradores.

Uma ferramenta de busca e pré-análise especialmente desenvolvida para o sistema operacional Windows permite ao operador realizar a filtragem dos registros contidos na base de dados, separá-los por registrador, período ou protocolo de medição, bem como ordená-los segundo critérios definidos. Os registros podem ser exportados em formatos padronizados como PQDIF (Power Quality Data Interchange Format) (5) e COMTRADE (Common Format for Transient Data Exchange) (6) e, em um formato textual CSV (Comma-Separated Values) que permite a utilização dos dados em planilhas ou programas avançados de cálculo.

Uma representação do sistema GERCOM-Q é mostrada na figura 1.

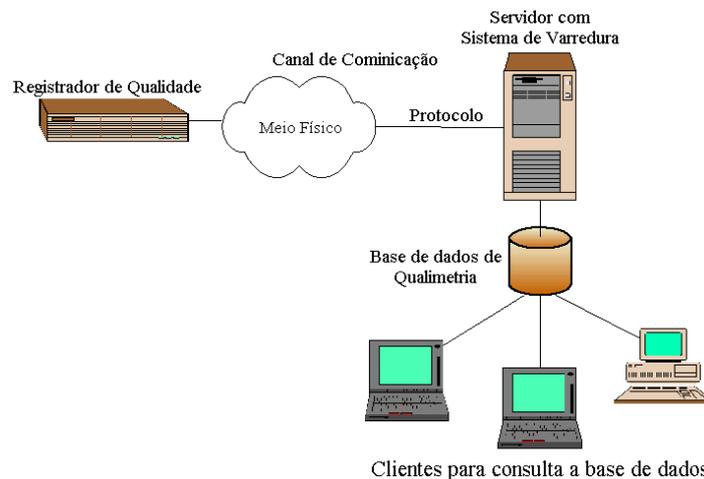


FIGURA 1: Arquitetura do sistema de coleta, consulta e compartilhamento de registros

3.0 – O SISTEMA GERCOM-Q EXPANDIDO

Todo o sistema de análise apresenta-se bastante dependente do correto funcionamento tanto dos canais de comunicação quanto dos registradores. Para facilitar o trabalho de identificação de problemas relativos a estes elementos, elaborou-se uma expansão ao sistema GERCOM-Q de forma a auxiliar o usuário nas tarefas de diagnóstico e manutenção da rede de registradores de qualidade.

Da mesma forma, a fim de eliminar o trabalho manual de análise de uma massa de dados relativamente elevada, incluiu-se um módulo de análise de conformidade. As subseções seguintes tratam das soluções para a supervisão dos canais de comunicação e dos registradores e do mecanismo de análise de conformidade.

3.1 - Supervisão dos Canais de Comunicação

Os registradores de parâmetros de qualidade podem estar instalados nos mais diversos locais. Como descrito em (1), para acesso aos registradores, podem ser utilizados diversos meios físicos. Em instalações localizadas nas imediações do servidor, pode-se utilizar a própria rede de dados da empresa. Em locais mais afastados, são necessários enlaces de rádio-freqüência ou rede telefônica. Todo o sistema é profundamente dependente dos

sistemas de comunicação. Entretanto, estes canais não são totalmente confiáveis. Em muitos casos depende-se de serviços prestados por terceiros, como operadoras de telefonia fixa ou móvel. Finalmente, é necessário garantir que os equipamentos envolvidos, como MODEMs, transmissores e receptores de rádio-freqüência e interfaces de rede estejam efetivamente ativos.

Deve-se ter em conta que o tamanho dos registros de parâmetros de qualidade de energia são relativamente grandes e que a transferência destes dados requer o uso dos recursos de comunicação por um período de tempo longo dependendo do meio físico e largura de banda disponíveis.

Para identificar a correta operacionalidade dos canais de comunicação foi introduzido um módulo de supervisão que, através de ferramentas específicas, analisa o comportamento das sessões de comunicação entre o servidor e os registradores. Com base nestes dados o módulo de supervisão extrai as principais características do estado do sistema de comunicação para um determinado registrador. Desta maneira, ao final de cada dia são emitidos relatórios contendo informações consolidadas do processo de comunicação com os diversos registradores. Cada relatório apresenta um resumo de cada uma das conexões e a totalização diária. Também é mostrado o número de tentativas mal sucedidas de conexão aos registradores e quais estão inacessíveis. Um exemplo de relatório diário é mostrado na figura 2. Avisos de anormalidade são automaticamente emitidos caso tenham sido identificados equipamentos inacessíveis.

3.2 - Supervisão dos Registradores

Mesmo estando acessíveis através dos canais de comunicação, os registradores podem estar com algum mau funcionamento em um de seus componentes ou na própria instalação. Para que se tenha a garantia de que os equipamentos estejam de fato aquisitando corretamente e que os sinais estejam realmente aplicados nas entradas analógicas, foi adicionado um módulo de supervisão que realiza uma análise da consistência dos dados obtidos.

Este aplicativo é executado enquanto a conexão com o registrador está ativa. É realizada uma leitura dos valores de tensão e corrente comparando-se com limites de referência previamente configurados no servidor. Se estes valores forem considerados anormais, é registrada uma indicação de falha para a instalação em questão. Também são consultados arquivos internos ou registros específicos no equipamento (em registradores com esta funcionalidade) que indicam falhas esporádicas ou intermitentes, reinício ou qualquer outra anormalidade. Diariamente são verificadas as indicações de falha de cada um dos registradores e havendo algum registro é emitido um aviso de anormalidade.

3.3 – Processamento Estatístico e Monitoração de Limites

Segundo (2) os registradores de qualidade de energia devem armazenar o resultado de suas monitorações em consolidações a cada intervalo de 10 minutos. Mesmo assim, estes registros constituem-se de um volume bastante significativo de dados principalmente quando se trata de vários dias de análise. Em muitos casos é necessário apenas um “resumo” do comportamento de um determinado parâmetro. Para facilitar a análise da conformidade, foi implementado um módulo de pós-processamento dos registros obtidos dos equipamentos com o objetivo de consolidar as medições sobre intervalos de tempo pré-definidos (tipicamente 10 minutos, 1 hora, 24 horas, 1 semana, 1 mês, um ano) na forma estatística, bem como, permitir uma visualização geral da tendência dos valores de um determinado parâmetro. Como resultado obtém-se um conjunto de gráficos onde, para o intervalo de tempo especificado, claramente é possível identificar:

- O número de ocorrências de um certo valor e compará-lo com outros valores (histograma)
- A relação percentual de certos valores para um determinado parâmetro em relação ao total de ocorrências (curva de percentís)
- Picos ou quedas em certos horários para associá-los a eventos no ponto de controle, bem como comportamento de certos consumidores
- A tendência dos valores e comportamentos repetitivos ou sazonais
- A violação de limites pré-definidos

Nestes gráficos são claramente indicados os valores limites ou de referência na forma de linhas horizontais destacadas. Estes limites são definidos segundo critérios estabelecidos pelo operador. Em um segundo gráfico são representados simultaneamente a quantidade de ocorrências de um determinado valor e o curva de percentís.

Também são geradas tabelas resumo onde numericamente podem ser visualizados os valores de percentís para o percentual de referência em cada unidade do intervalo de tempo e no intervalo total.

Tanto os gráficos quanto a tabela com as informações de cada uma das 3 fases são apresentadas na forma de um relatório que é criado automaticamente após o término do período de consolidação definido.

Considerando-se períodos de consolidação compatíveis, pode-se comparar os dados obtidos em diversos pontos de controle e realizar uma análise mais abrangente de uma determinada rede de registradores.

Para facilitar ainda mais o trabalho de análise cotidiano, são realizadas comparações entre os valores medidos consolidados e limites estipulados pelo usuário. O sistema está preparado para utilizar limites especificados em normas e procedimentos definidos por agências reguladoras. Estão codificados no sistema os limites estabelecidos pelo procedimento de rede do ONS (3), pela resolução ANEEL 505 (4) e pela norma de atendimento ao consumidor EN50130 (5). Outros conjuntos de limites são facilmente incorporáveis ao sistema. A violação destes limites implica na emissão de um aviso ao usuário.

GERCOM-Q — Relatório de Acesso

10 de janeiro de 2005

Instalação	Interface	Registros	Volume dados (Kb)	Conexão (min)
SE-01	Ethernet	8	400	03:03
SE-02	RF	4	150	05:23
SE-04	MODEM-cel	3	120	09:31
SE-05	MODEM-cel	3	120	03:03
SE-06	MODEM	3	120	11:37
SE-07	RF	0	0	00:32
SE-08	MODEM-cel	0	0	00:56
SE-10	MODEM	8	400	26:37
SE-11	RF	9	460	18:44

TOTALIZAÇÃO:

- Dados transferidos (Kb): 1770
- Número de conexões: 15
- Número de equipamentos acessados: 09
- Número de falhas: 02
- Equipamentos não acessíveis: 03

FIGURA 2: Relatório resumo das sessões de comunicação em 10/01/2005

4.0 EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

O módulo de pós-processamento estatístico do sistema GERCOM-Q foi utilizado para o tratamento dos dados de qualidade de energia gerados em uma campanha de medição. Um registrador de parâmetros de qualidade de energia (RQEIII da Reason Tecnologia S/A) permaneceu durante o período de uma semana aquisitando e registrando os parâmetros de uma importante linha de transmissão de energia elétrica de 138 kV da sub-estação de Taubaté. O propósito desta campanha de medição era a verificação dos parâmetros de qualidade segundo o sub-módulo 2.2 dos procedimentos de rede do ONS (3). Neste exemplo, são tratados dados relativos à distorção harmônica total. Segundo (3), o limite de distorção harmônica total para tensões superiores a 69kV é de 3%. Para fins de comparação com o limite global, deve-se determinar:

- o valor que foi superado em apenas 5% dos registros obtidos no período de 1 dia (24 horas), ao longo de 7 dias consecutivos.
- o valor do indicador corresponde ao maior valor dentre os sete valores obtidos, anteriormente, em base diária.

Após o período de registro, os dados foram processados no GERCOM-Q e como resultado, para cada uma das grandezas medidas foram gerados gráficos de tendência e de consolidações estatísticas.

A figura 3 apresenta o gráfico de tendência da distorção harmônica total da fase A no período. Cada ponto deste gráfico representa a média das leituras em um intervalo de tempo de 10 minutos. Nota-se que as linhas horizontais em destaque mostram os limites estabelecidos em (3). Desta maneira, observa-se claramente que os valores medidos encontram-se abaixo do limite estabelecido em (3).

Na figura 4 pode-se analisar os aspectos estatísticos das aquisições durante a campanha de medição. Graficamente pode-se observar a concentração das aquisições em relação aos vários níveis medidos e a relação percentual ao número total de amostras. Verifica-se também que, durante toda a medição, o valor que foi superado por 5% dos registros não ultrapassou o limite indicado.

Atendendo a (3) são obtidos os valores de percentís 95% diários e gerada a tabela mostrada na figura 5 em que numericamente são mostradas as consolidações diárias dos valores aquisitados. Além dos dados diários, como resultado da análise é indicado o valor máximo dentre os sete valores obtidos na semana conforme é requisitado.

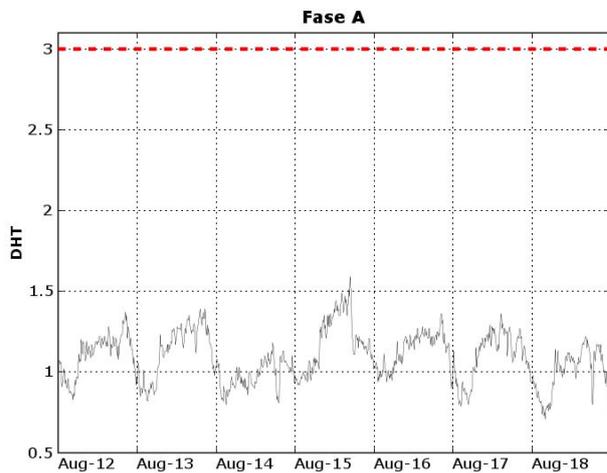


FIGURA 3: Gráfico de tendência

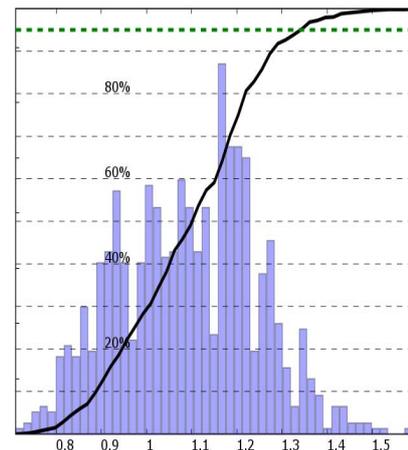


FIGURA 4: Histograma com número de ocorrências e gráfico de percentís

12/aug	13/aug	14/aug	15/aug	16/aug	17/aug	18/aug	semana
1.208	1.280	1.030	1.378	1.219	1.238	1.128	1.378

FIGURA 5: Tabela resumo com percentís 95% diários e da semana

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a incorporação dos módulos de supervisão e pós-processamento de dados ao sistema GERCOM-Q tem-se um conjunto de relatórios que permite minimizar o tempo de análise e facilitar a detecção e resolução de problemas. Diante dos resultados obtidos, pode-se considerar que são gerados 3 categorias de relatórios:

- para informar que tudo está bem (medidores aquisitando dados, canais de comunicação ativos e valores monitorados dentro de valores coerentes)
- para indicar que existem problemas de infra-estrutura de medição ou comunicação

- para indicar violação de limites de grandezas de qualidade de energia elétrica

Os avisos relativos a problemas são enviados através de mensagens de e-mail diretamente aos usuários cadastrados, de modo que mais rapidamente as providências sejam tomadas.

Para o sistema expandido pode-se considerar as seguintes vantagens:

- aumento da confiabilidade na rede de registradores
- do ponto de vista de manutenção, é possível identificar e corrigir os problemas mais rapidamente.
- com os dados mostrados de forma “resumida” rapidamente o operador verifica o comportamento dos parâmetros de qualidade de energia e pela identificação de violação de limites, identifica-se alguma anormalidade na rede

A inclusão destas características em nada diminui a funcionalidade original do GERCOM-Q, em especial a possibilidade de consultar os valores históricos de qualquer ponto de medição referentes a qualquer período de tempo armazenado.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) DUTRA, C. A.; SEIBEL, C.; A Database-Centric Approach for Collecting, Storing and Analysing Power-Quality Records; VI Conferência Internacional de Aplicações Industriais – VI INDUSCON (QEC-47), Joinville, SC, 2004
- (2) Testing and Measurement Techniques – Power Quality Measurement Methods, IEC Std 61000-4-30, 2003-02
- (3) Padrões de Desempenho de Rede, Sub-módulo 2.2, Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)
- (4) Resolução ANEEL 505
- (5) European Committee for Electrotechnical Standardization - Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems, EN50160, 1994
- (6) IEEE Recommended Practice for the Transfer of Power Quality Data, IEEE Std. 1159.3, 2003
- (7) IEEE Standard Common for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power System – Description, IEEE Std. C37.111-1991