

## Performance de Sistemas UPSs Estáticos

Kleber Rodrigues de A. Júnior

Jerre Palmeira Sales

Companhia Energética do Ceará- COELCE  
Rua Barão do Rio Branco , 2955- 60.025-062- Fortaleza-(CE)  
e-mail: deopedeo@ivia.com.br

**Resumo** - Este artigo apresenta resultados de monitoramentos da performance de UPSs estáticos, de pequeno porte, na mitigação de problemas relacionados a paradas de processos em instalações industriais.

**Palavras-chave** - sistemas UPS estáticos, qualidade da energia.

**Abstract** - This article presents monitoring results of static UPSs performance, small size applications, on mitigation of break-down process on industrial plants.

**Keywords** - static-UPSs systems, power quality.

### 1. INTRODUÇÃO

Como medida mitigadora para problemas causados por sags de tensão e interrupções momentâneas, tem-se procurado, ao nível do Consumidor, como primeira tentativa, tornar os sistemas de controle de processos, que se utilizam de controladores programáveis (CLPs) ou computadores tipo PC, imunes a sags de tensão e a interrupções momentâneas, aumentando-lhes a capacidade ride-through.

Os sistemas UPS (uninterruptible power supply), são muito utilizados em sua proposta estática, para manter operando PCs quando da falha no fornecimento de energia da Concessionária, e conhecidos no Brasil como no-breaks, têm seu uso também em instalações industriais, como forma de alimentar cargas sensíveis a sags de tensão e interrupções momentâneas.

Utilizando monitores de energia tipo IED(intelligent electronic device), o grupo de qualidade da energia da COELCE tem procedido a inspeções tais como identificação de fontes de harmônicas, levantamento de sensibilidade de cargas, aquisição de dados via modem e workstation para plotagem de pontos em curvas de sensibilidade( curvas CBEMA) e de regulação de tensão (curva ANSI), como também a performance de UPSs e condicionadores de energia, em Consumidores industriais, com o objetivo de verificar suas efetividades e o alcance da mitigação obtida em cada caso.

#### Sags de Tensão e interrupções momentâneas

Os sags de tensão se apresentam como mudanças de curta duração no nível rms da tensão, provocados normalmente por chaveamento de carga, pela interação da corrente com a impedância do

sistema, eventualmente de um curto-circuito, seja na linha onde o sag é observado, em linha adjacente, no sistema a montante, como também de um entrada de blocos de cargas no sistema da Concessionária ou da Supridora, ou ainda por chaveamentos de cargas de porte elevado, internamente à instalação do Consumidor.

A faixa de tensão definida para sags de tensão é de 0,1pu a 0,9pu, com duração entre ½ ciclo e 1 minuto.

As interrupções chamadas momentâneas são definidas como uma variação de curta duração, em que há uma completa perda da tensão( $V_{rms} < 0,1pu$ ) em um ou mais dos condutores fase por um período entre 0,5 ciclo e 3 segundos.

#### Sistemas UPS

Um sistema de suprimento de energia ininterruptível, ou UPS, é aquele que fornece energia contínua e aceitável à carga, independentemente da entrada de energia no mesmo. Normalmente são usados para proteger equipamentos eletrônicos sensíveis a condições como sags de tensão, interrupções momentâneas, e mesmo interrupções que podem se prolongar por segundos ou minutos.

Existem disponíveis cinco tipos de UPS estáticos no mercado: os ferroresonantes, linha interativa, on-line dupla conversão, standby e unidades rotativas. Os cinco tipos possuem componentes em comum: retificador ou unidade de carregamento, inversor, e um banco de bateria que supre energia CC para o inversor quando de uma entrada CA inaceitável.

O UPS ferroresonante é composto de um transformador ferroresonante que condiciona e regula a tensão de entrada, no evento de um desligamento o equipamento se utiliza da energia armazenada no transformador para suprir energia até

que o inversor seja posto on-line pelo banco de baterias; este tipo de UPS se destina a aplicações monofásicas.

Os ferros são unidades que se caracterizam por: não terem atraso em transferência, sua saída senoidal, isolarem a carga do restante do sistema, e por oferecerem boa regulação de tensão. Como fatores negativos podemos citar a fraca resposta em frequência, o fato de não possuírem bypass automático, serem pesados e terem preços relativamente altos.

Os UPS linha interativa usam um inversor bidirecional, um banco de baterias, um condicionador de energia e um computador próprio; o inversor opera continuamente, suprindo energia ao condicionador, carregando as baterias ao mesmo tempo; o computador controla a energia fornecida pelo inversor, quando de um desligamento a mesma é suprida pela bateria e alimenta toda a carga.

As unidades interativas possuem saída senoidal, porém têm como fatores negativos: tempo de transferência entre 2 e 5ms, não oferecerem isolamento do sistema de alimentação, oferecerem regulação de tensão limitada, fraca proteção a brownout, e também não oferecem proteção a harmônicas.

Os Sistemas UPS on-line dupla conversão usam um carregador retificador, um banco de baterias, e um inversor. O inversor opera continuamente suprindo 100% da carga, na falha da concessionária o inversor é suprido pela bateria, sem interrupção da carga.

Os sistemas dupla conversão têm preço compatível com os ferroresonantes, porém possuem características que os tornam bastante competitivos, tais como suas excelentes performances na regulação de tensão, e resposta em frequência, e possuírem bypass automático quando de uma falha interna. Ver diagrama de blocos na figura 1.1.

As unidades standby operam de forma bastante semelhante às unidades dupla conversão com a diferença de que o suprimento normal da carga é feito continuamente direto da Concessionária, e quando de sua ausência há o chaveamento para o sistema dos conversores/bateria.

As unidades standby apesar de serem as relativamente mais econômicas, possuem diversas desvantagens entre as quais podemos citar: baixa proteção, não fornecem condicionamento da energia, possuem um tempo de transferência de 2 a 5 ms, sua saída é uma onda quadrada, e ainda a reposição de bateria é muito frequente.

Os sistemas UPS estáticos rotativos se utilizam de um conjunto motor-gerador e um UPS estático; o conjunto MG fornece isolamento entre a carga e a fonte supridora e assume 100% da carga; quando de

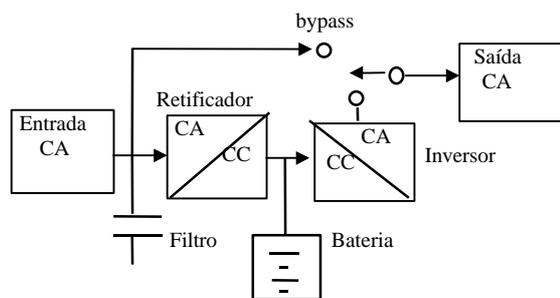


Figura 1.1- Diagrama de blocos- UPS dupla-conversão

um desligamento o sistema continua a girar por um curto período devido à inércia, dando o tempo necessário para que o inversor se torne on-line através do conjunto de baterias, e supra energia ao MG; este sistema oferece alto nível de proteção porém é o de custo mais elevado.

Os pequenos UPSs, abaixo de 50kVA, usam técnicas de pulse-width-modulation(PWM) de alta frequência em seus inversores, o que na prática significa uma frequência de chaveamento em torno de 20kHz, enquanto UPSs para aplicações superiores a 50kVA utilizam inversores PWM de baixa frequência, tal como 2kHz a 5kHz; com perdas por chaveamento menores, os UPSs de maior porte obedecem à necessidade de maior eficiência.

Os UPSs estáticos acima de dada potência passam a utilizar transistores em paralelo, o que faz cair sua confiabilidade e aumentar seu preço pela necessidade de redundância dos transistores.

Um tipo de UPS rotativo, não estático, utiliza a energia armazenada em uma massa girante(volante), sendo composto de uma máquina única controlada por microprocessador e SCR, com alta confiabilidade e eficiência, indicado para aplicações em cargas de porte elevado.

## 2.Monitoramento de UPSs estáticos

Serão apresentados dois casos típicos de monitoramento de performance de sistemas UPS estáticos tipo on-line dupla conversão de potência até 5kVA, instalados em Consumidores industriais do sistema COELCE.

### 2.1 Caso 1

Foi desenvolvida uma pesquisa quanto ao comportamento de um sistema denominado pelo fabricante, no-break estabilizador, monofásico com capacidade de plena carga de 30 min., potência 5kVa, saída senoidal e de um sistema retificador monofásico, entrada 220Vca, saída 24 Vcc, onde foi instalado um conjunto de duas baterias automotivas de 12Vcc, 42Ah, conforme esquema das figuras 2.1.

O monitor foi alimentado em seu terminal V1, pelo secundário do TP da medição de faturamento, instalado na entrada de serviço em 13,8kV; no

terminal V3 do monitor foi aplicada a tensão de saída do sistema no-break estabilizador, através de um transformador 220-110Vca.; no terminal Vx foi aplicada a tensão 1Vcc, via divisor da tensão do sistema retificador-bateria 24Vcc.

O UPS, no-break estabilizador alimenta a central de CLPs e os computadores, que oferecem interface gráfica para verificação de parâmetros do processo e status de sensores, o 24Vcc é a tensão de alimentação dos pontos de automação: sensores, micro-switches, e outros.

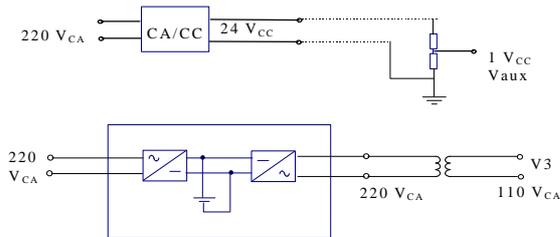


Figura 2.1-Esquema de ligação caso 1

Após um período de observação de 30 dias foi possível analisar a resposta dos dois sistemas a sags de tensão de intensidades variáveis, e a interrupções momentâneas do fornecimento; as telas de registro de formas de ondas, e de harmônicas em tempo real são mostradas nas figuras 2.2 e 2.3 fornecem as respostas dos dois sistemas monitorados para sags oriundos de faltas fase-terra no sistema da Concessionária, a DHTv e as harmônicas ímpares e pares, até a décima quinta ordem, da tensão na saída do aparelho.

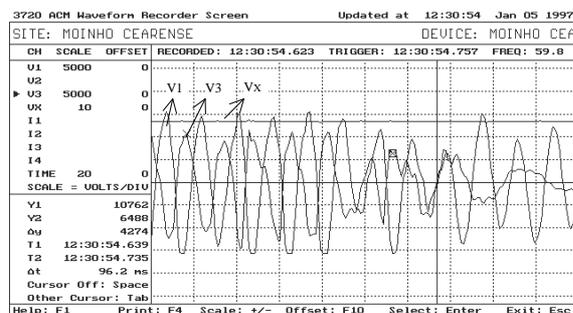


Figura 2.2-Tela de registro de forma de onda

CHANNEL	K-F	THD %	ODD HARMONICS	HD %	EVEN HARMONICS	HD %
U1			03	2.7	02	0.5
U2						
U3	1.2	6.1	05	3.1	04	0.3
I1			07	1.2	06	0.3
I2						
I3			09	3.6	08	0.1
I4						
			11	1.2	10	0.1
			13	1.6	12	0.2
			15	1.3	14	0.3
			TOHD	6.1	TEHD	0.8

Figura 2.3-Tela de harmônicas ímpares e pares

Daí pode-se concluir, considerando-se um total de dez eventos de severidades variáveis, que:

1. O sistema no-break, neste caso, era bastante sensível aos sags de tensão, chegando mesmo a amplificá-lo, provocando desligamentos do CLP, implicando em paradas de até 40 minutos, e necessidade de resete do sistema.
2. O sistema retificador-bateria produziu uma excelente imunização aos sags de tensão.

O Consumidor solicitou a intervenção do fabricante do UPS, que verificou uma falha de componente e efetuou o reparo, após o que o aparelho passou a responder de forma satisfatória.

## 2.2 Caso 2

Foi avaliado um sistema UPS recentemente instalado em uma indústria da região metropolitana de Fortaleza. A instalação foi realizada conforme figura 2.4 abaixo, sendo que V1 reflete a tensão no ponto de entrega da COELCE, e V3 a tensão na saída do sistema UPS.

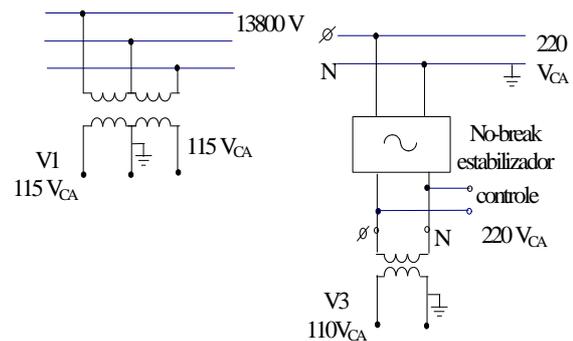


Figura 2.4- Esquema de ligação do caso 2

As figuras 2.5, 2.6 e 2.7 mostram as telas de registro de forma de onda, com a resposta do UPS a um sag oriundo de evento na Concessionária, a tela de forma de onda, e o espectro de harmônicas, que mostra uma predominância da terceira e quinta harmônica.

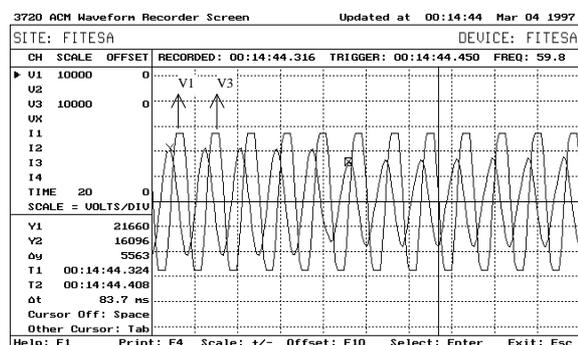


Figura 2.5-Tela de registro de forma de onda

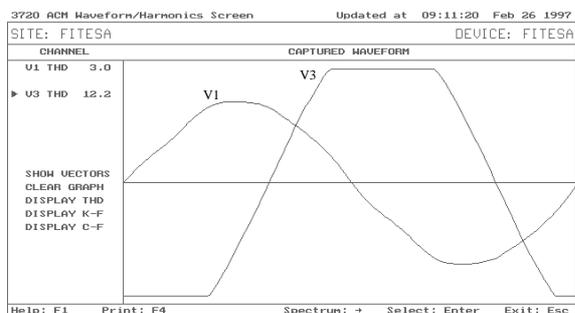


Figura 2.6 - Tela Waveform Capture

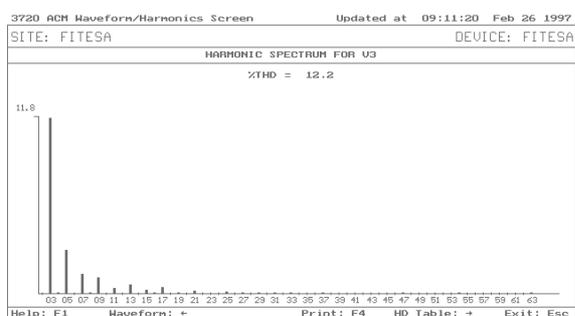


Figura 2.7 - Tela Espectro de Harmônicas

Apesar da mitigação alcançada, a linha de produção continuou a sofrer paradas dependendo dos sags de tensão, indicando uma outra fonte de sensibilização do processo, que não o sistema de controle.

Como alternativas de averiguação, foram sugeridos ao Consumidor três caminhos de investigação a ser observados, com sua participação efetiva:

1. Monitorar a tensão de alimentação cc. dos sensores do processo (CLP).
2. Monitorar o nível de sensibilidade dos contactores de força.
3. Verificar a sensibilidade dos VSDs.

### 3. Conclusão

Com a instalação dos UPSs estáticos de pequeno porte, tem-se conseguido melhoria significativa na mitigação do problema da sensibilidade das cargas eletrônicas de menor potência, e conseqüentemente no número de interrupções de processos nos diversos Consumidores reclamantes. Quando as cargas menos sensíveis a sags e interrupções momentâneas, como os variable speed drives (VSDs) e os contactores de força sofrem trips, devidos a tais distúrbios de energia, ainda ocorrem paradas nas indústrias pesquisadas.

Pelas inspeções efetuadas pelo grupo de qualidade da COELCE, utilizando IEDs desde fevereiro de 1996, enfocando as instalações de UPS de pequeno porte, pudemos concluir que:

1. É impossível generalizar a solução de sags com a instalação de UPSs estáticos de pequeno porte;

2. Cabe uma análise da carga cuja tensão se deseja imunizar;

3. O UPS, dependendo do seu estado, pode até amplificar o distúrbio;

4. Deve-se ter em mente o fato de que sendo os UPS estáticos formados por conversores, têm sua tensão de saída às vezes diferindo bastante de uma senóide perfeita, podem ser fontes de correntes harmônicas, além do que a disseminação de UPSs na instalação aumenta as perdas do sistema, os pontos de falhas e de manutenção.

5. O fabricante do aparelho deve ter participação nas soluções dos problemas relacionados ao aparelho e à sua função;

Como segunda tentativa, para substituição de UPSs estáticos de pequeno até então utilizados, tem-se analisado, através de estudo dos custos envolvidos, das perdas de produção e dos investimentos necessários, o uso de UPSs estáticos ou rotativos de grande porte.

Soluções alternativas para os sags de tensão e interrupções momentâneas podem incluir condicionadores de energia tais como os sintetizadores magnéticos e condicionadores de energia, que se utilizam de eletrônica de potência, e podem operar como UPSs desde que tenham suporte com armazenamento de energia, e destinados a instalação em subestações das Concessionárias, ou mesmo do Consumidor, mitigando diversos distúrbios eletromagnéticos tais como sags, swells, harmônicas e flutuações de tensão (flicker), e que podem vir a ser soluções utilizadas na melhoria da qualidade da energia, e dessa forma como fator diferenciador em um mercado de energia que deve se tornar a médio prazo bastante competitivo no Brasil, o que já hoje está se tornando realidade com a desregulamentação na indústria das Concessionárias de distribuição da energia elétrica nos Estados Unidos e em alguns países da Europa.

### 4. REFERÊNCIAS

- [1] IEEE, "Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality", Estados Unidos, 1995;
- [2] PML, "Power Measurement 3720 ACM Installation and operation Manual", Canadá, 1994;
- [3] APOGEE, "Power Quality Solutions", Estados Unidos, 1996;
- [4] Hussain, A.J., artigo "UPS Semiconductor Technologies"- Califórnia, Estados Unidos, 1996;
- [5] PML, "MSCADA Software", Canadá, 1995;
- [6] Rodrigues, Kleber A. Júnior, "Automação e o Controle Industrial e a Qualidade da Energia Elétrica", monografia, UFC, Ceará, 1997.