

## **Otimização de Testes de Comissionamento de Subestações Automatizadas**

**A. P. Xavier - COSERN**

E-mail: *albany@cosern.com.br*

**Palavras-chaves** - Comissionamento, Operação, Planejamento, Subestação.

**Resumo** - Este artigo tem como objetivo apresentar um modelo otimizado de testes de comissionamento de subestações automatizadas. Esse modelo tem sido utilizado com êxito pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte – COSERN que, iniciou e concluiu a automação de todas as suas subestações em um período de 30 meses.

A COSERN buscou desde o início otimizar todo o processo de automação, desde a sua concepção até a sua integração ao Centro de Controle. Os testes de comissionamento são um componente fundamental no sucesso desse processo e portanto, merece especial atenção no tocante ao seu planejamento e execução.

O trabalho apresenta os objetivos, os métodos utilizados, as vantagens, bem como os resultados obtidos com a aplicação do referido modelo em testes de comissionamento.

Conclui-se o trabalho apresentando os principais benefícios obtidos pela COSERN na aplicação desse modelo em testes de comissionamento em subestações novas e em subestações que passaram por processo de “retrofit”.

### **1. INTRODUÇÃO**

A estabilidade econômica partir da segunda metade dos anos 90 trouxe como consequência uma significativa mudança no padrão de consumo brasileiro. Para atender à crescente demanda com uma energia elétrica de qualidade, aliada a uma indispensável gestão empresarial com práticas de redução de custos, as concessionárias de energia elétrica têm direcionado os seus investimentos à automação de sistemas elétricos.

Em contrapartida, a evolução tecnológica de hardware e software tem tornado os sistemas de automação cada vez mais confiáveis, a preços mais acessíveis, permitindo a utilização de tecnologia de ponta nos processos operacionais de energia elétrica.

Nesse cenário, a COSERN tem realizado um amplo projeto de modernização nos Sistemas de Transmissão e Distribuição de energia elétrica, com prioridade para a implantação de um sistema de automação. Em 30 meses foram automatizadas 44 subestações e 100 pontos na rede de distribuição de 13,8 kV. Hoje, o sistema conta com 48 subestações automatizadas, 55 religadores de poste e 75 chaves seccionadoras telecomandadas totalizando aproximadamente 21.000 pontos em seu sistema de supervisão e controle.

A utilização de um modelo otimizado de testes de comissionamento de subestações automatizadas foi decisiva na obtenção desses índices em tão curto espaço de tempo, levando a COSERN a ser considerada a primeira concessionária de energia elétrica do Brasil a ter 100% das subestações automatizadas.

### **2. OBJETIVOS DA UTILIZAÇÃO DE UM MODELO OTIMIZADO**

Os objetivos da utilização de um modelo otimizado de testes de comissionamento de subestações automatizadas foram:

- Minimização do tempo de execução dos testes de comissionamento;
- Redução dos custos operativos relativos ao deslocamento das equipes;
- Padronização das intervenções preventivas e corretivas futuras;
- Garantia de operação segura do sistema após a energização do mesmo.

### **3. ARQUITETURA DO SISTEMA**

Para uma melhor compreensão dos itens seguintes, faz-se necessário descrever a arquitetura utilizada na automação de subestações da COSERN. A arquitetura possui três níveis e pode ser representada da seguinte forma:

- Nível 1 - Nível de Controle Local ( por bays);
- Nível 2 - Nível de Controle de Subestação (IHM);
- Nível 3 - Nível de Controle Remoto - (centro de controle).

### **4. MODELO OTIMIZADO**

O trabalho de comissionamento de uma subestação automatizada inicia-se antes mesmos dos testes propriamente ditos; é um processo que requer planejamento, organização e envolvimento de várias equipes. Um modelo otimizado de testes de

comissionamento de subestações automatizadas envolve basicamente as seguintes etapas:

- Elaboração do projeto de automação;
- Triagem dos pontos automatizados;
- Elaboração de uma planilha de testes;
- Mobilização das equipes envolvidas (automação, equipamentos, proteção e telecomunicações);
- Testes locais “ponto-a-ponto”;
- Atualização de projetos e desenhos;
- Integração ao Centro de Controle;
- Energização do Sistema.

#### **4.1. Projeto de Automação**

O projeto de automação contempla todos os sinais automatizados que poderão ser controlados, supervisionados e/ou medidos pelo centro de controle ou por uma interface homem-máquina (IHM) local ou remota. Esses sinais automatizados derivam diretamente dos equipamentos no campo e de cálculos e lógicas criadas nos relés (nível 1) ou na unidade terminal remota (UTR - nível 2) responsável pelo controle e supervisão de cada subestação.

Dessa forma, para uma melhor organização, o projeto de automação deve, no mínimo, subdividir-se em três:

- 1) Projeto Elétrico (PE) - No PE estão todas as modificações e adaptações de natureza física feitas nos equipamentos (esquemas unifilar e trifilar), bem como as conexões entre esses equipamentos e a UTR da subestação;
- 2) Projeto Lógico (PL) - O PL contém as lógicas de estado e comando de equipamentos, intertravamentos, atuações e estados de proteções com comunicações por protocolos, distinção entre comandos dos níveis 1, 2 ou 3, automatismos diversos e outras funcionalidades customizadas para cada cliente;
- 3) Projeto da UTR - O projeto da UTR apresenta os diagramas esquemáticos de distribuição de tensões, comunicação, entradas digitais e analógicas, saídas digitais, vistas do(s) armário(s) e alimentação da UTR.

De posse do projeto de automação, o passo seguinte é escolha dos pontos que deverão ser controlados e supervisionados pelo centro de controle (nível 3).

#### **4.2. Triagem dos Pontos Automatizados**

Uma dificuldade comumente enfrentada por operadores de centros de controle é o grande volume de informações que chegam dos sistemas de automação.

A triagem dos pontos automatizados visa selecionar os sinais disponibilizados pelo projeto de automação e “enxugar” as informações que deverão chegar ao nível 3. Para o nível 2, geralmente se leva todos os sinais disponíveis.

Após a seleção dos pontos automatizados, o bom senso orienta a organizá-los de forma que os testes que se seguirão fluam em uma sequência pré-determinada. A maneira mais simples de organização dos pontos automatizados é a elaboração de uma planilha, a qual costuma-se chamar de planilha de testes.

#### **4.3. Planilha de Testes**

A principal função de planilha de testes é otimizar a sequência de testes no comissionamento. No entanto, antes mesmo da realização dos testes, a planilha de testes cumpre também um outro importante papel, que é orientar a confecção das bases de dados dos níveis 2 e 3. Essa prática, minimiza consideravelmente as possíveis diferenças, e consequentemente os erros, entre as bases quando na realização dos testes em campo.

Na figura 01, pode-se verificar um exemplo de parte de uma planilha de testes. Nela estão descritos os pontos a serem supervisionados e seus respectivos parâmetros. Vale salientar que o número de parâmetros constantes na planilha varia de acordo com o bom senso e com a necessidade de cada configurador.

Além das duas importantes funções, já citadas da planilha de testes, deve-se destacar também o fato de que a mesma, ao final do comissionamento, ainda serve como uma espécie de memorial de testes.

#### **4.4. Mobilização das Equipes**

A mobilização das equipes envolvidas implica em organizar todas as áreas competentes, de forma que o comissionamento, na medida do possível, seja único. Ou seja, que o mesmo possua começo, meio e fim. Essa prática geralmente envolve profissionais das áreas de automação, proteção, equipamentos e telecomunicação e visa evitar retrabalhos ou mesmo descoordenação entre as equipes, o que implicaria na extensão do tempo previsto para os testes.

Mobilizar equipes é uma tarefa, de certa forma, complicada pois lida com recursos humanos muitas vezes subordinados a gerências distintas a até a empresas distintas. No caso específico da COSERN, além de seus próprios funcionários, participam dos testes as empresas responsáveis pela obra, além da empresa responsável pela configuração do nível 2, se for o caso. De qualquer forma, é sempre importante destacar um ou dois profissionais para a organização dessa fase.

Os testes de comissionamento de subestações requerem também um ferramental bastante apropriado. Dessa forma, todas as ferramentas e equipamentos de testes devem estar em boas condições de uso.

#### **4.5. Testes Locais Ponto-a-Ponto**

A COSERN tem como premissa realizar os testes locais ponto-a-ponto de todos os sinais automatizados, sem exceção. Ou seja, uma console simulando o centro de controle é levada para dentro da subestação e, com auxílio da planilha de testes, o comissionamento é realizado desde o primeiro até o último ponto. Essa prática, se bem seguida, garante que o despacho não terá surpresas na operação do sistema após a sua energização.

Essa etapa é considerada a mais criteriosa, pois confronta o projeto de automação com o realizado no campo, com as configurações de nível 1, nível 2, nível 3 e com os automatismos do sistema. Por esse motivo, nessa fase fatalmente irão surgir problemas como trocas de cabeção, erros de bases de dados, falta de comunicação entre os equipamentos e os mais diversos entraves inerentes e à esse tipo teste, e os devem ser considerados perfeitamente aceitáveis por parte de todos os profissionais. Nesses casos, a postura recomendável é primeiramente de resolução do problema, para em seguida se discutir a causa do mesmo.

Uma outra premissa com relação aos testes de comissionamento é que os mesmos devem ser “definitivos”. Isso quer dizer que após serem realizados todos os testes e serem sanados todos os problemas que por ventura tenham surgidos, nenhuma alteração deve ser feita no sistema em questão (salvo em casos de ampliação e de melhoria do mesmo); se ainda há necessidade de intervenção, é porque o comissionamento não está concluído.

Os testes devem ser realizados em conjunto e de forma integrada, com cada equipe sendo responsável pela sua área, garantindo a qualidade, a segurança e a confiabilidade do comissionamento.

#### **4.6. Atualização de Projetos e Desenhos**

Durante a realização dos testes de comissionamento, caso sejam necessárias alterações nos projetos elétrico, lógico ou da UTR, as mesmas devem ser atualizadas prontamente, de forma a se ter, pelo menos até a atualização final, um retrato sempre fiel do que está sendo realizado no campo. Essa preocupação deve ser constante, uma vez que o sucesso de intervenções preventivas ou corretivas futuras, ou até mesmo de ampliações e melhorias do sistema, depende diretamente de projetos e desenhos atualizados e que não deixem dúvidas.

#### **4.7. Integração ao Centro de Controle**

Após a realização dos testes ponto-a-ponto e, exaurido todo e qualquer problema com relação à base de dados do nível 3 testada localmente, a mesma pode ser integrada com segurança à base de dados do centro de controle.

A integração da base de dados em teste com a base de dados do centro de controle, deve ocorrer assim que possível. Essa medida serve para diagnosticar algum eventual problema que a adição de novos pontos possa trazer à base que está em operação. Caso realmente ocorra algum problema, em geral, tem-se tempo hábil para a regularização do mesmo antes da energização do sistema.

#### **4.8. Energização do Sistema**

O propósito de um comissionamento é garantir a perfeita operação do sistema após a sua energização. Se bem cumpridas as etapas anteriores, a energização da subestação automatizada se dará de forma segura e confiável.

Em se tratando de subestações novas, o uso do modelo otimizado pode permitir a entrada em operação dessas subestações já a partir do centro de controle em conjunto com equipes locais, fornecendo uma visão mais ampla do reflexo da entrada dessa nova carga, no comportamento do sistema elétrico interligado.

### **5. BENEFÍCIOS**

Os principais benefícios conseguidos pela COSERN com a aplicação do modelo otimizado de testes de comissionamento de subestações automatizadas foram:

- Confiabilidade e agilidade nas energizações;
- Segurança na operação do sistema pós-energização;
- Agilidade nas intervenções preventivas e corretivas de manutenção;
- Facilidade na execução de ampliações e melhorias do sistema automatizado.

### **6. PRINCIPAIS DIFICULDADES**

Entre as dificuldades encontradas na implantação do modelo otimizado de testes de comissionamento de subestações automatizadas, pode-se destacar:

- **Falta de sincronismo das equipes** - Existe uma certa dificuldade em sincronizar equipes que possuem cronogramas de trabalhos distintos;
- **Demora na atualização de projetos e desenhos** - Após energizado o sistema (objetivo principal), há um relaxamento por parte da equipe responsável pela atualização da documentação;
- **Não cumprimento de prazos das obras** - É importante, antes dos testes, fazer visitas frequentes às instalações, a fim de manter o cronograma de obras atualizado;

- **Problemas de configuração** - A falta de sincronismo entre as partes responsáveis pelas configurações dos níveis 2 e 3, pode gerar muitos atrasos durante os testes.

## 7. CONCLUSÃO

A COSERN vive hoje um processo de grandes mudanças. Uma dessas mudanças foi o seu projeto de modernização, que teve como uma das metas principais a implantação do Sistema de Automação

Os resultados são expressivos. Cabe aqui salientar que o primeiro equipamento foi integrado ao COI em abril de 1998, ou seja, em apenas 30 meses, a COSERN automatizou todas as suas subestações e uma grande parte do sistema de distribuição, representando um marco histórico em todo o Sistema Elétrico Nacional.

A otimização dos testes de comissionamento de subestações foi fator resoluto para alçar a COSERN ao posto de primeira concessionária de energia elétrica a ter todas as subestações automatizadas.

O modelo aqui proposto mostrou-se tanto eficiente quanto eficaz, aliando agilidade e confiabilidade, duas qualidades essenciais a uma empresa prestadora de serviços.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Xavier, Albany Pita - Instrução Norma-tiva Unidade Terminal Remota SISTEAM M, Fab. Ingelectric-Team, COSERN, 2001;
- [2] Xavier, Albany Pita e Pontes, José Renato Maciel - A Experiência da Cosern na Implantação do Sistema de Automação nas Redes de Distribuição de 13.8 Kv, CIERTEC, 2002;
- [3] Xavier, Albany Pita e Pontes, José Renato Maciel - O Sistema de Automa-ção da Cosern - Experiência com Utr'S e Controles Integrados, Custos e Benefícios, SNPTEE, 2001;
- [4] Manual de Configuração de Sistema Integrado, Fab. Team Arteche;
- [5] Manual Técnico da Unidade Terminal Remota C50, Fab. Foxboro.

EQUIPAMENTO	IDENTIFICADOR DO PONTO	DESCRIÇÃO DO PONTO	TESTE	TIPO	ESTADO 0	ESTADO 1	ENTRADA	End. IEC-101
69 kV DISJ. - 12T1	SBN69_T1_FAL_COM	S. B. NORTE 12T1 Falha na Comunicação		ASIM	Normal	Alarme	ED1	1
	SBN69_T1_LOC_TEL	S. B. NORTE 12T1 Local/Telecomando		ASIM	Local	Remoto	ED2	2
	SBN69_T1_DD	S. B. NORTE 12T1 Disparo Definitivo		ASIM	Normal	Alarme	ED3	3
	SBN69_T1_R50N	S. B. NORTE 12T1 R50N Disparo Inst. Neutro		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED4	4
	SBN69_T1_R51N	S. B. NORTE 12T1 R51N Disparo Temp. Neutro		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED5	5
	SBN69_T1_R50ABC	S. B. NORTE 12T1 R50ABC Disparo Inst. Fase		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED6	6
	SBN69_T1_R51ABC	S. B. NORTE 12T1 R51ABC Disparo Temp. Fase		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED7	7
	SBN69_T1_R51NS	S. B. NORTE 12T1 R51NS Disp. Neutro Sensível		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED8	8
	SBN69_T1_LOC_REM	S. B. NORTE 12T1 Sel. Loc/Rem em Local		ASIM	Local	Remoto	ED9	9
	SBN69_T1_MOL_DESCARR	S. B. NORTE 12T1 Molas Descarregadas		ASIM	Normal	Alarme	ED10	10
	SBN69_T1_FCA_MOTOR	S. B. NORTE 12T1 Falha CA circ. Motor		ASIM	Normal	Alarme	ED11	11
	SBN69_T1_DJ_TP_AB	S. B. NORTE 12T1 Disj. TP 69 kV Aberto		ASIM	Normal	Aberto	ED12	12
	SBN69_T1_BOB_ABERT	S. B. NORTE 12T1 Sup. Bobina Abertura		ASIM	Normal	Alarme	ED13	13
	SBN69_T1_BP_SF6	S. B. NORTE 12T1 Baixa Pressão SF6 1o. Est.		ASIM	Normal	Alarme	ED14	14
	SBN69_T1_BP_SF6_BL	S. B. NORTE 12T1 Baixa Pressão SF6 2o. Est.		ASIM	Normal	Bloqueado	ED15	15
	SBN69_T1_FCC	S. B. NORTE 12T1 Falha CC		ASIM	Normal	Alarme	ED16	16
	SBN69_T1_FCC_FONTE	S. B. NORTE 02T1 69 Falha CC / Fonte UCP3		ASIM	Normal	Alarme	ED17	17
	SBN69_T1_FALHA	S. B. NORTE 12T1 Falha Disjuntor		ASIM	Normal	Alarme	ED18	18
69 kV TRAFÓ - 02T1	SBN_02T1_A26	S. B. NORTE 02T1 A26 Alarme Temper. do Óleo 1o. Est.		ASIM	Normal	Alarme	ED19	19
	SBN_02T1_R26	S. B. NORTE 02T1 R26 Alarme Temper. do Óleo 2o. Est.		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED20	20
	SBN_02T1_A49AT	S. B. NORTE 02T1 R49B Alarme Temp. Enrol. Alta 1o. Est.		ASIM	Normal	Alarme	ED21	21
	SBN_02T1_R49AT	S. B. NORTE 02T1 R49B Alarme Temp. Enrol. Alta 2o. Est.		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED22	22
	SBN_02T1_A49BT	S. B. NORTE 02T1 R49B Alarme Temp. Enrol. Baixa 1o. Est.		ASIM	Normal	Alarme	ED23	23
	SBN_02T1_R49BT	S. B. NORTE 02T1 R49B Alarme Temp. Enrol. Baixa 2o. Est.		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED24	24
	SBN_02T1_A63	S. B. NORTE 02T1 A63 Alarme Rele de Gas		ASIM	Normal	Alarme	ED25	25
	SBN_02T1_R63	S. B. NORTE 02T1 R63 Disparo Rele de Gas		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED26	26
	SBN_02T1_A71_MAX	S. B. NORTE 02T1 A71 Al. Nivel Max. Oleo		ASIM	Normal	Alarme	ED27	27
	SBN_02T1_A71_MIN	S. B. NORTE 02T1 A71 Al. Nivel Min. Oleo		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED28	28
	SBN_02T1_A69	S. B. NORTE 02T1 A69 Alarme Prot. Computador 1o. Est.		ASIM	Normal	Alarme	ED29	29
	SBN_02T1_R69	S. B. NORTE 02T1 R69 Alarme Prot. Computador 2o. Est.		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED30	30
	SBN_02T1_A63T	S. B. NORTE 02T1 A63T Alarme Valv. Segurança		ASIM	Normal	Alarme	ED31	31
	SBN_02T1_R63T	S. B. NORTE 02T1 R63T Disp. Valv. Segurança		ASIM	Normal	Atuação Prot.	ED32	32
	SBN_02T1_VFL	S. B. NORTE 02T1 Ventilação Forçada Ligada		ASIM	Desligada	Ligada	ED33	33
	SBN_02T1_DVF	S. B. NORTE 02T1 Defeito Ventilação Forçada		ASIM	Normal	Defeito	ED34	34
	SBN_02T1_R86	S. B. NORTE 02T1 R86 Disparo Relé de Bloqueio		ASIM	Normal	Alarme	ED35	35
	SBN_02T1_SUP_R86	S. B. NORTE 02T1 R86 Superv. Relé de Bloqueio		ASIM	Normal	Alarme	ED36	36

Figura 01 – Modelo de Planilha de Testes