



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

CB/GPC/06

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba – PR

**GRUPO -V  
GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA-  
GPC**

**AUTOMAÇÃO DOS PROJETOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, CONTROLE  
E SUPERVISÃO UTILIZANDO OS SOFTWARES ELÉTRON E DIAGLOG**

<b>Edmar de Paula Melo Filho (*)</b> Eletrobras Eletronorte	<b>Wesley Santos Filho</b> Eletrobras Eletronorte	<b>Cley Antônio Campos Dutra</b> Eletrobras Eletronorte	<b>Gustavo Purificação</b> Themag Engenharia
--	--	--	---

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho é mostrar os ganhos de qualidade, produtividade e redução dos custos de elaboração dos projetos de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão – SPCS, utilizando o automatismo dos softwares Elétron (para os Diagramas Trifilares e Funcionais) e Diaglog (para os Diagramas Lógicos), iniciados em 2008, que processam sobre a plataforma AutoCAD.

Os projetos pilotos foram iniciados pela Eletrobras Eletronorte nas Empreitadas Integrais, elaborados então pelas projetistas das contratadas. Após resultados satisfatórios, a Eletrobras Eletronorte decidiu em 2010 iniciar a migração de todos os seus Padrões de Engenharia de Projeto – PEPs utilizando os referidos softwares Elétron e Diaglog.

**PALAVRAS-CHAVE**

Projetos, SPCS, PEPs, Elétron, Diaglog.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A partir de 2008, por intermédio da Empresa Cadgraph, a Eletrobras Eletronorte começou a utilizar os softwares Elétron (para os Diagramas Trifilares e Funcionais) e Diaglog (para os Diagramas Lógicos) que funcionam sobre a plataforma AutoCAD. No primeiro momento foram estabelecidos critérios mínimos para que as Projetistas inseridas na contratação da Empreitada Integral utilizassem os respectivos softwares. A partir do resultado positivo oriundo dos projetos de SPCS produzidos por aquelas projetistas, a Eletrobras Eletronorte decidiu em 2010 iniciar a migração de todos os seus PEPs utilizando os softwares Elétron e Diaglog, que devido a necessidade de atualizações contínuas das filosofias dos projetos de SPCS ampliou e converteu todos os padrões, assim facilitando a execução e atualização dos padrões. Em 2016 a Eletrobras Eletronorte, com a criação de procedimentos detalhados sobre elaboração, atualização e armazenamento dos arquivos produzidos pelos referidos softwares, passou a exigir em seus Editais de Licitação a obrigatoriedade de utilização para elaboração dos projetos executivos de SPCS os softwares Elétron e Diaglog ou softwares compatíveis.

Para a elaboração de um projeto de SPCS para uma subestação são necessários três arquivos, um arquivo DWG para os Diagramas Trifilares e Funcionais, um arquivo DWG para os Diagramas Lógicos e outro XLS para a Lista de Pontos. A interface entre eles é feita através do banco de dados de projeto, em Microsoft Access.

No início da confecção dos projetos citados acima são inseridos os comandos de integração e automatismo, de forma que qualquer alteração que seja realizada no software Elétron é repassada automaticamente para o Diaglog e vice-

versa. Desta forma, fica garantida a confiabilidade das informações intercambiadas entre os dois softwares, como por exemplo: endereçamentos cruzados, continuidade de potenciais, utilização de entradas digitais -EDs, saídas digitais - SDs, etc.

A partir do software Elétron também são gerados os Desenhos Construtivos de Painéis contendo as listas de plaquetas, listas de materiais, tabelas de fiação interna com seus respectivos bornes e terminais, Diagramas de Interligação dos cabos de comando, controle, proteção, supervisão e alimentação. É importante lembrar que qualquer alteração ou melhoria realizada nos Diagramas Trifilares e Funcionais reflete para os Desenhos Construtivos e Diagramas de Interligação.

O software Elétron possui várias ferramentas para aumento da produtividade, dentre as quais podemos destacar a clonagem de painéis e equipamentos entre projetos, interligação entre cadernos do mesmo projeto e rápida duplicação de vão e seções.

## 2.0 - AUTOMAÇÃO DOS PROJETOS

### 2.1 Estrutura dos arquivos

Os arquivos são estruturados a partir dos vão das subestação. Cada vão é composto de um arquivo formato DWG para os diagramas trifilares e funcionais, um arquivo formato DWG para os diagramas lógicos e um arquivo formato MS Excel para a lista de pontos. Para cada projeto utiliza-se um arquivo MS Access para o banco de dados do projeto. A Figura 1 abaixo apresenta a estrutura típica de um projeto.

Cada arquivo DWG, tanto dos Diagramas Trifilares e Funcionais quanto dos Diagramas Lógicos, armazenam internamente todas as páginas do documento. A navegação entre as páginas é feita através dos softwares Elétron e DiagLog que são executados dentro da plataforma AutoCAD.

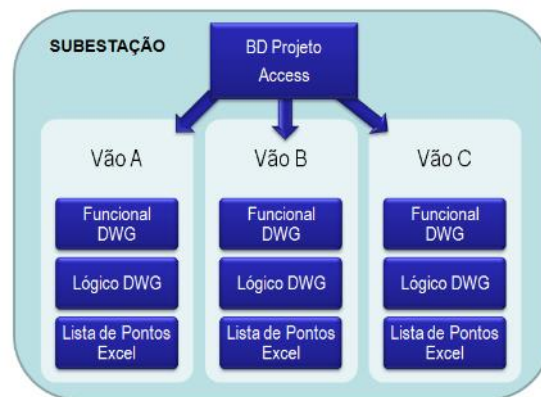


FIGURA 1 – Estrutura de Arquivos Típica de um Projeto.

### 2.2 Transformando um diagrama genérico em um projeto real

Os PEPs são criados de forma genérica, ou seja, sem a vinculação dos dispositivos a nenhum fabricante. Porém, ao serem utilizados para um projeto real, os softwares Elétron e Diaglog facilitam a edição destas informações para inserção no projeto.

Notem na Figura 2 abaixo que neste circuito de relés auxiliares genéricos as bobinas e seus contatos auxiliares não possuem os terminais definidos. A edição de cada modelo utilizado, para definição de um modelo e fabricante, é feita uma única vez e aplicada automaticamente para todos os dispositivos vinculados no desenho. Esta entrada de dados pode ser feita via uma planilha Excel. A mesma funcionalidade aplica-se também para relés de proteção e equipamentos de pátio.

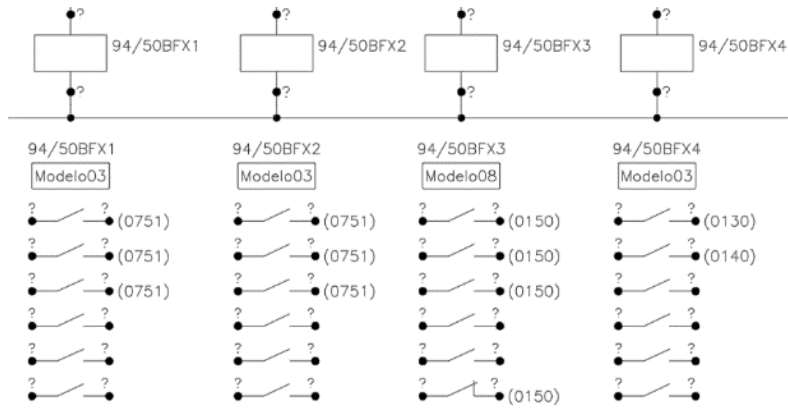


FIGURA 2 – Circuito de Relés Auxiliares Genérico

A Figura 3 mostra a interface do software Elétron que gerencia os modelos de contatos auxiliares em uso no documento, utilizada para transformar um projeto genérico PEP em um projeto real.

Modelos					
#	Nome	LM1	LM2	Topográfico	Layout
26	RF-4	41	0		
29	BJ-8	43	0		
30	55_34	40	0		
33	S202-C06-S2...	31	0		
34	S202-C16-S2...	32	0		
38	S201-C16-S2...	30	0		
39	FXR-4	42	0		

Contatos					
T1	T2	T3	Tipo	Compartamer	
11	12	14	RV	ST	
21	22	24	RV	ST	
31	32	34	RV	ST	
41	42	44	RV	ST	

FIGURA 3 – Gerenciador de Contatos Auxiliares

### 2.3 Referência cruzada

Os diversos tipos de referência cruzada são controlados automaticamente pelos softwares Elétron e Diaglog, tais como:

#### 2.3.1 Contatos auxiliares

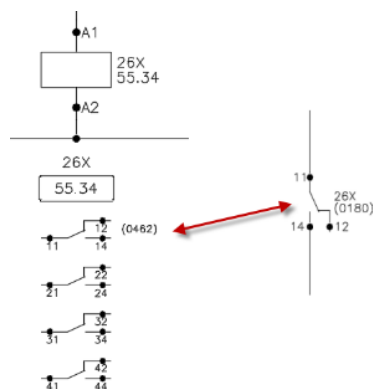


FIGURA 4 – Referência Cruzada de Contatos Auxiliares

2.3.2 Entradas digitais

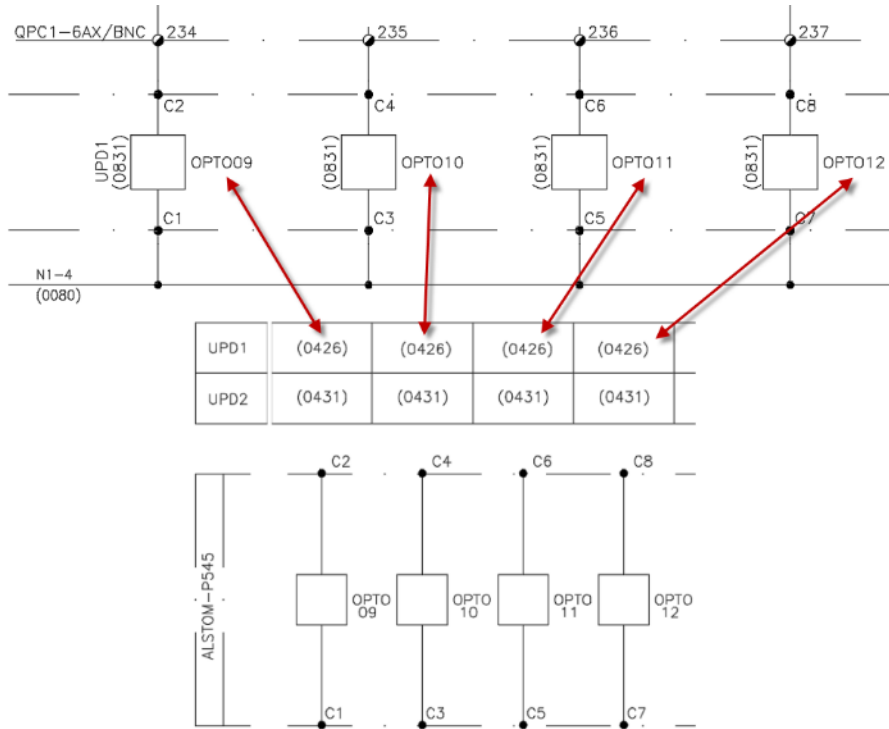


FIGURA 5 – Referência Cruzada de Entradas Digitais.

2.3.3 Diagrama lógico com diagrama funcional

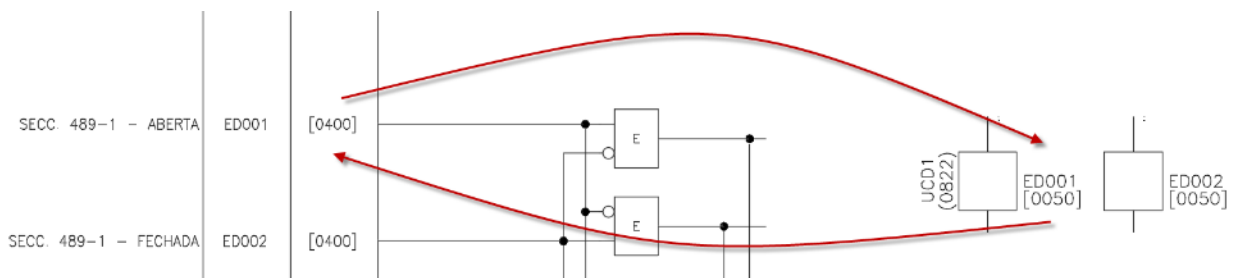


FIGURA 6 – Referência Cruzada entre Diagramas Lógico e Funcional.

2.3.4 Variáveis do diagrama lógico

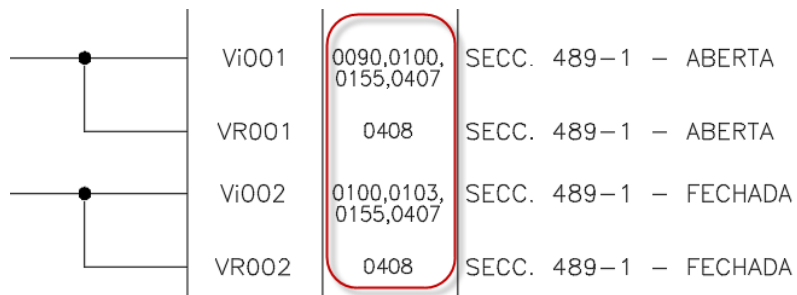


FIGURA 7 – Referência Cruzada das Variáveis do Diagrama Lógico.

## 2.4 Desenhos construtivos

Um desenho construtivo é composto da Lista de Materiais, Lista de Plaquetas e Tabela de Fiação, os quais são gerados via relatórios, ver Figura 8. Todas as revisões da fiação são armazenadas no projeto e podem ser utilizadas para elaboração de relatórios de adequação. Além disto o Elétron informa um valor estimado de fiação que será necessário em cada painel.

TERMINAL	72.1/2						
	DESTINO 1		DESTINO 2		SEÇÃO MM <sup>2</sup>	COR	PÁGINA
	DISP	TERM	DISP	TERM			
1	72.1/1	1	72.1/3	1	2,5	PT	0080
2	UCD1	E9	27P	A1	2,5	PT	0080
3	72.1/1	3	72.1/3	3	2,5	PT	0080
4	27P	A2			2,5	PT	0080
13							
14							
21	72.1/1	21	72.1/3	2	2,5	PT	0408
22	72.1/1	22	72.1/4	22	2,5	PT	0408

FIGURA 8 – Tabela de Fiação.

## 2.5 Diagramas de interligação

Concluídos todos os cadernos do projeto, são elaborados os diagramas de interligação de equipamentos de todo o empreendimento. O Elétron cria as páginas necessárias do diagrama, inserindo as régua, bornes, jumpers e cabos no padrão Eletronorte. Ver Figura 9 abaixo.

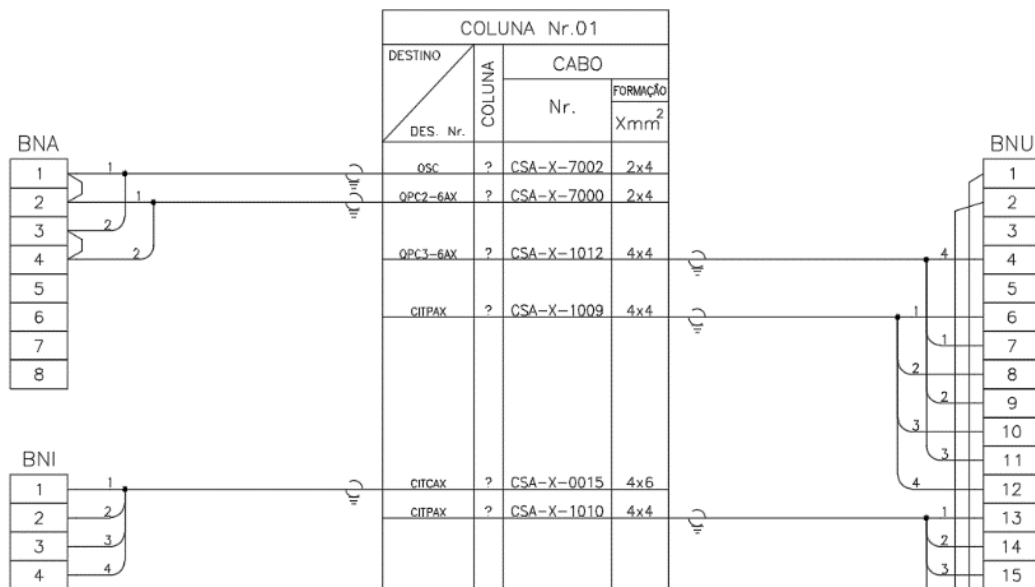


FIGURA 9 – Diagrama de Interligação Padrão Eletronorte.

## 2.6 Comparativo de redução de tempo da utilização do Autocad convencional e Autocad com Elétron e Diaglog

<b>SOFTWARE ELÉTRON</b>			
Método	Ação na elaboração de Projetos de SPCS		
	Fiação Interna do Pannel	Diagrama de Interligação	Lista de Plaquetas do Pannel
Autocad Convencional	5 dias	15 dias	3 horas
Com Elétron	2 horas	2 horas	15 minutos

FIGURA 10 – Tabela comprativa entre Autocad convencional e Autocad com Elétron.

<b>SOFTWARE DIAGLOG</b>			
Método	Ação na elaboração de Projetos de SPCS		
	Índice de páginas	Referência cruzada	Repaginação e reendereçoamento
Autocad Convencional	3 horas	3 dias	3 dias
Com Diaglog	3 minutos	3 minutos	2 minutos

FIGURA 11 – Tabela comprativa entre Autocad convencional e Autocad com Diaglog.

## 3.0 - PADRÕES DE ENGENHARIA DE PROJETO – PEP

Segue abaixo a relação de PEPs que a Eletrobras Eletronorte elaborou utilizando os softwares Diaglog e Elétron:

- PEP-000-XX7001 – Setor 500kV – LT com Reator 7REX e Banco de Autotransformadores 7AT1;
- PEP-000-XX6003 – Setor 230kV – Banco de Autotransformadores 7AT1;
- PEP-000-XX7004 – Banco de Reatores de Barras 7RE1 500kV;
- PEP-000-XX7012 – Setores 500 e 230kV – Paralelismo de Transformadores Monofásicos;
- PEP-000-XX6000 – Barras 230kV;
- PEP-000-XX6002 – Setor 230kV – Banco de Transformadores 6TR1;
- PEP-000-XX4003 – Setor 69kV – Banco de Transformadores 6TR1;
- PEP-000-XX6011 – Setor 230kV – Transformador Trifásico 6TR3
- PEP-000-XX4013 – Setor 69kV – Transformador Trifásico 6TR3;
- PEP-000-XX6012 – Setores 230 e 69kV – Paralelismo de Transformadores Trifásicos;
- PEP-000-XX6001 – LT 230kV com Reator;
- PEP-000-XX5001 – LT 138kV;
- PEP-000-XX4001 – LT 69kV;
- PEP-000-XX6005 – Banco de Capacitores 6BC1 230kV;
- PEP-000-XX4000 – Barra Principal e de Transferência- Setor 69kV;
- PEP-000-XX2000 – Cubículos de 13,8kV – Barra I;
- PEP-000-XX1000 – Serviços Auxiliares CA e CC.



#### 4.0 - CONCLUSÃO

O automatismo empregado pela utilização dos softwares Elétron e Diaglog:

- Facilitou todo o processo de elaboração e análise de Projetos de SPCS;
- Propiciou a redução dos prazos de elaboração e custos dos projetos de SPCS;
- Eliminou os erros de montagem e fabricação dos painéis de SPCS;
- Reduziu o tempo e custo nos testes em fábrica e comissionamentos;
- Facilitou a guarda da documentação de SPCS, pois são apenas três arquivos para cada vão que compõem a base de dados de um projeto;
- Permitiu a otimização das atividades de implantação dos Projetos de SPCS;
- Garante a integridade dos documentos, em função do sincronismo automático entre funcionais, lógicos e listas de pontos.

Com a utilização dos softwares Elétron e Diaglog associados aos Padrões de Engenharia de Projetos – PEPs da Eletronorte propiciaram-se ganhos de qualidade, produtividade e redução dos custos de elaboração dos projetos de SPCS.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBRs diversas.
- (2) AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE – ANSI, Tabela ANSI, Funções de Proteção.
- (3) INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC61850.
- (4) Autodesk AutoCAD.
- (5) CADGRAPH, Manual de Referência Elétron.
- (6) CADGRAPH, Manual de Referência Diaglog.



## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



**Edmar de Paula Melo Filho** nasceu em Ituiutaba-MG, Brasil, 1979. Graduado em Engenharia Elétrica no ano de 2002 pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), campus Ituiutaba. Atualmente é aluno do curso de pós-graduação em Gestão de Projetos pelo Centro Universitário Cesumar (UNICESUMAR). Durante sua vida profissional trabalhou na manutenção e operação do Sistema de Proteção Controle e Supervisão e Engenharia de Projetos no segmento de Transmissão de Energia Elétrica. Desde 2008 trabalha na EETP – Gerência de Projetos de Proteção, Controle e Supervisão da Eletrobras Eletronorte.

**Wesley Santos Filho:** Graduado em Engenharia Elétrica no ano de 1975 pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Foi chefe da Seção de Laboratório de Proteção e Medição da Companhia Energética de Goiás (CELG), trabalhou também no extinto Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). Trabalha na Eletrobras Eletronorte desde 1981, sendo o Gerente Executivo da EETP – Gerência de Projetos de Proteção, Controle e Supervisão da Eletrobras Eletronorte.



**Cley Antônio Campos Dutra** nasceu em Curvelo-MG, Brasil, 1980. Graduado em Engenharia Elétrica no ano de 2005 pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Trabalha na Eletrobras Eletronorte desde 2007, na EETP – Gerência de Projetos de Proteção, Controle e Supervisão da Eletrobras Eletronorte.



**Gustavo Daniel Scarelli Purificação** nasceu em Campo Grande – MS, Brasil, 1982. Graduado em Engenharia de Produção Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2007. Trabalhou com desenvolvimento e coordenação de Projetos e Comissionamentos de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão nos Sistemas de Transmissão da Eletrobras Eletrosul, Eletrobras Eletronorte, UHE Belo Monte e UHE Jirau, utilizando e desenvolvendo ferramentas de automatização de processos visando eficiência e qualidade. Atualmente trabalha na THEMAG Engenharia, com Engenharia de Proprietário, nas Subestações dos Sistemas do Mato Grosso e Maranhão para a Eletrobras Eletronorte.