



Redes Subterrâneas de Energia Elétrica/2017

6, 7 e 8 de junho de 2017

Centro de Convenções Frei Caneca - São Paulo - SP

REDE DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA COMUTADA NA BAIXA TENSÃO

FERNANDO REIS DA CUNHA

CUNHA.RS - CONSULTORIA TÉCNICA & ADMINISTRAÇÃO

Informações relevantes:

- Trabalhou vinculado a uma Distribuidora de Energia até o ano de 2015;
- Desde 2000, elabora Trabalhos Técnicos, Pesquisas em desenvolvimento de Produtos e Soluções;
- Desde 2007, é Membro do Conselho Efetivo do GETEQ;
- Após 2015, desenvolve atividades nas áreas de Consultoria Técnica e Administração, Cursos de Melhoria da Qualificação e organização de Eventos Técnicos;
- Alguns dos Trabalhos Técnicos disponíveis: ►

Informações relevantes

Alguns dos Trabalhos Técnicos e/ou Produtos disponíveis:

- ✓ Chave Comutadora de Baixa Tensão;
- ✓ Chave Reversora de MT 5100 (sem desligamento em manutenção);
- ✓ Cubículo de Medição de Energia Elétrica Indireta em MT, Universal;
- ✓ Cubículo de Medição de EE indireta em MT, Universal, com Medidor de EE acoplado;
- ✓ SEE Compacta pré fabricada, sem medição de EE, utilizando equipamentos convencionais, uma nova filosofia de configuração;
- ✓ SEE Compacta pré fabricada, sem medição de EE, utilizando equipamentos GIS, uma nova filosofia de configuração;
- ✓ SEE Compacta pré fabricada, com medição de EE, utilizando equipamentos GIS, uma nova filosofia de configuração;
- ✓ **Rede de Distribuição Subterrânea Comutada na Baixa Tensão.**

Perguntas que originaram este Trabalho Técnico:

- ✓ Por que se utiliza Rede Subterrânea?
- ✓ Onde se utiliza Rede Subterrânea?
- ✓ O que caracteriza uma Rede Subterrânea?
- ✓ Quais as características dos sistemas de RDS existentes?
- ✓ Quais os impeditivos das Redes Subterrâneas?
- ✓ Como manter as vantagens técnicas e reduzir os custos?
- ✓ Como implantar parcialmente e sem obras civis futuras?
- ✓ Como ser competitivo com baixas densidades de carga?
- ✓ Como realizar alteração/aumento de carga sem obras civis e/ou substituições/trocas de equipamentos?
- ✓ Como evitar e/ou reduzir desligamentos ao realizar alterações na topologia das Redes?

Respostas que originaram este Trabalho Técnico:

- ✓ Desenvolver Sistema para Baixas densidades de carga;
- ✓ Comutar na Baixa Tensão;
- ✓ Conceber um Sistema Modular;
- ✓ Criar módulo padrão de banco de dutos;
- ✓ Criar módulo padrão de circuitos (condutores);
- ✓ Criar módulo padrão de transformação;
- ✓ Criar módulo padrão de Chaves comutadoras de BT;
- ✓ Sistema versátil, com alta confiabilidade e de rápida recomposição;
- ✓ Estas providências permitem implantar a RDS em etapas;
- ✓ Possibilitam aos novos empreendimentos, flexibilizar o cronograma de implantação da RDS, em função do cronograma de vendas e/ou evolução das edificações.

Introdução:

A nova Rede de Distribuição Subterrânea comutada na baixa tensão, utiliza a Chave comutadora de baixa tensão para efetuar manobras nas redes secundárias subterrâneas de distribuição de energia elétrica das Distribuidoras, em Condomínios industriais, comerciais, residenciais, loteamentos novos ou existentes, que necessitem/optem por redes de distribuição subterrâneas, ou qualquer empreendimento particular.

Esta característica técnica construtiva, permite iniciar a implantação da rede com um sistema radial e após a implantação, transformá-lo em um sistema reticulado sem necessitar de obra civil ou alteração elétrica, bastando apenas realizar alguns procedimentos operacionais (manobras) nas chaves comutadoras de baixa tensão, para que o sistema passe a ser um sistema reticulado.

Outra característica deste sistema é a possibilidade de durante a implantação, enquanto o sistema é radial, no caso de uma contingência em um dos transformadores, para se manter o fornecimento de energia, bastará apenas realizar alguns procedimentos operacionais (manobras) nas chaves comutadoras de baixa tensão para que este circuito, ou trecho, passe a ser alimentado (suprido de energia) por outro transformador.

Conforme descrito acima, este sistema além de versátil possibilita uma elevada confiabilidade.

Desenvolvimento:

Para implantação do sistema independente de iniciar radial ou reticulado, são instaladas chaves comutadoras de baixa tensão nas esquinas, podendo as mesmas ser utilizadas em cruzamentos da mesma rede (circuito), ou em fim de redes de circuitos alimentados por diferentes transformadores.

Este novo sistema reduz o tempo necessário para realização de uma manobra na rede, de aproximadamente 4 a 8 horas de uma turma padrão, para alguns minutos de um funcionário ou uma dupla (NR-10), proporciona maior confiabilidade e flexibilidade para rede, além de eliminar os riscos a segurança do operador, dos transeuntes, e proteger a rede contra possíveis curtos-circuitos ou manobras indevidas.

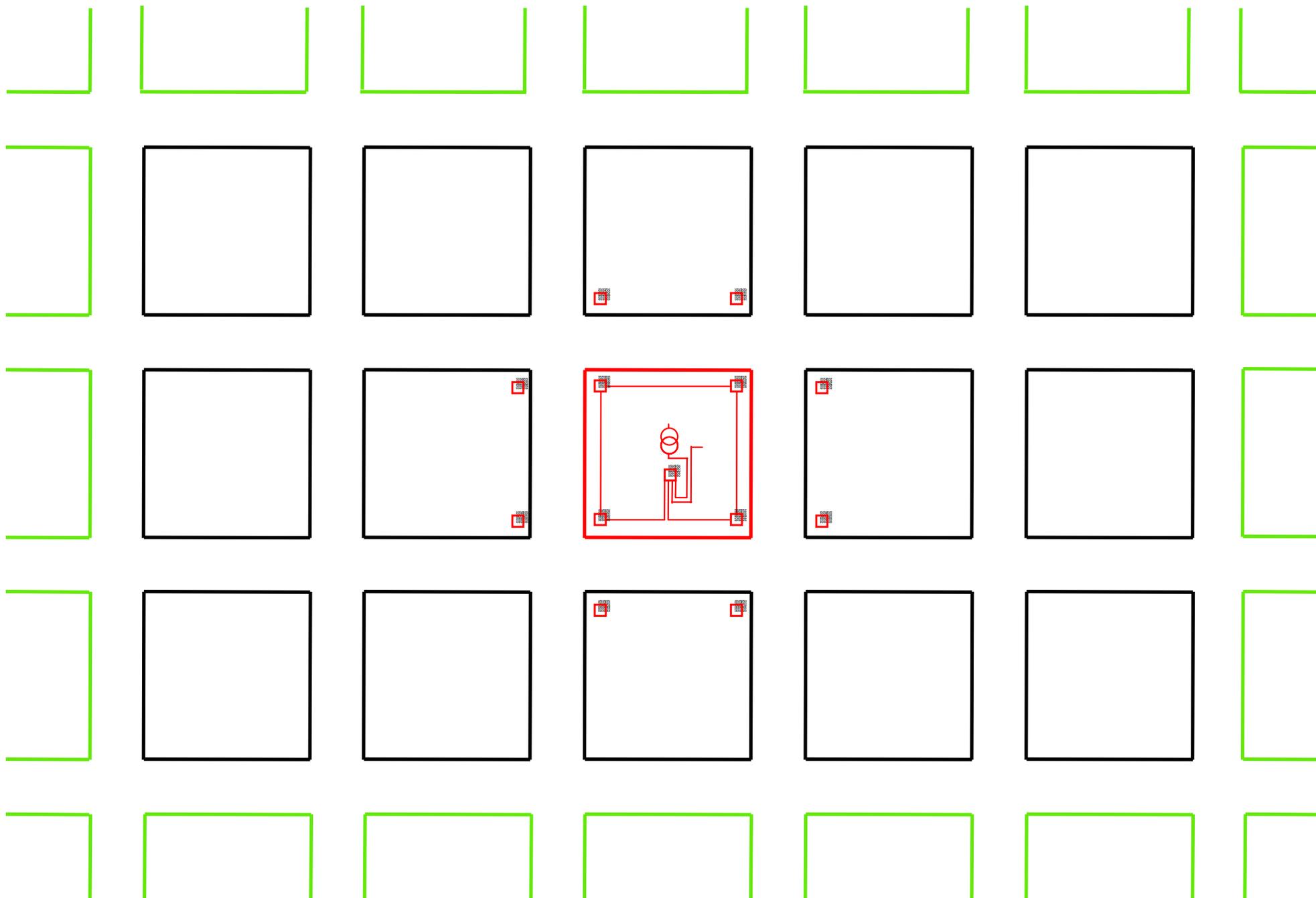
Este sistema pode ser utilizado para projetos de redes subterrâneas com **baixa densidade de carga** em novos empreendimentos, empreendimentos existentes, condomínios residenciais, comerciais e/ou industriais.

Com todas as chaves abertas podemos ter até quatro alimentadores (fins de circuitos) de quatro fontes (TR) diferentes, chegando na chave comutadora de baixa tensão.

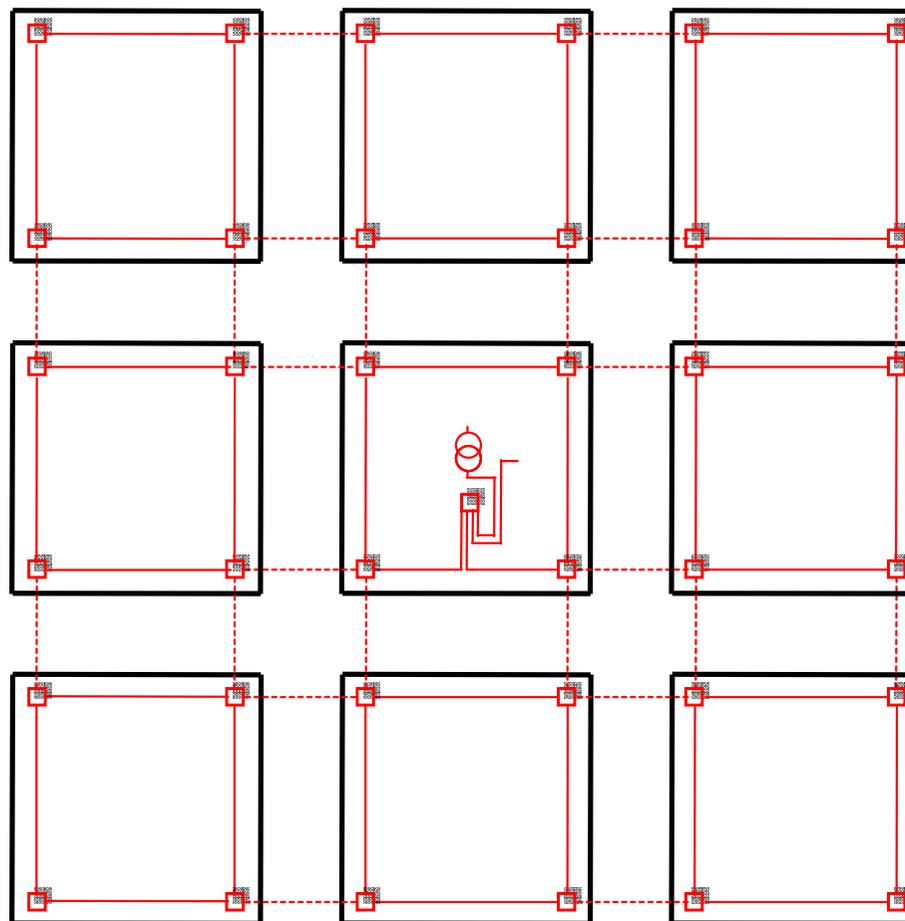
Em esquinas ou cruzamentos de ruas (com circuitos de mesma fonte), podemos ter as quatro seccionadoras, da chave comutadora de baixa tensão, fechadas e se desejarmos alterar a(s) fonte(s) de alimentação do(s) trecho(s), basta abrir a(s) chave(s) referente(s) ao(s) trecho(s) e irmos até a(s) chave(s) comutadora(s) de baixa tensão onde estão os fins de circuitos e fechamos a(s) seccionadora(s) correspondente(s) ao novo circuito alimentador escolhido.

Se quisermos isolar ou desenergizar um trecho de rede para efetuar um serviço ou manutenção, vamos até a chave comutadora de baixa tensão anterior se for um fim de rede, ou, até as chaves comutadoras de baixa tensão anterior e posterior se for um trecho de meio de rede, desligamos o trecho e para não deixarmos o(s) próximo(s) trecho(s) de rede(s) desenergizado(s), vamos até a(s) chave(s) comutadora(s) de baixa tensão onde estão os fins de circuitos e fechamos a(s) seccionadora(s) correspondente(s) ao novo circuito alimentador escolhido.

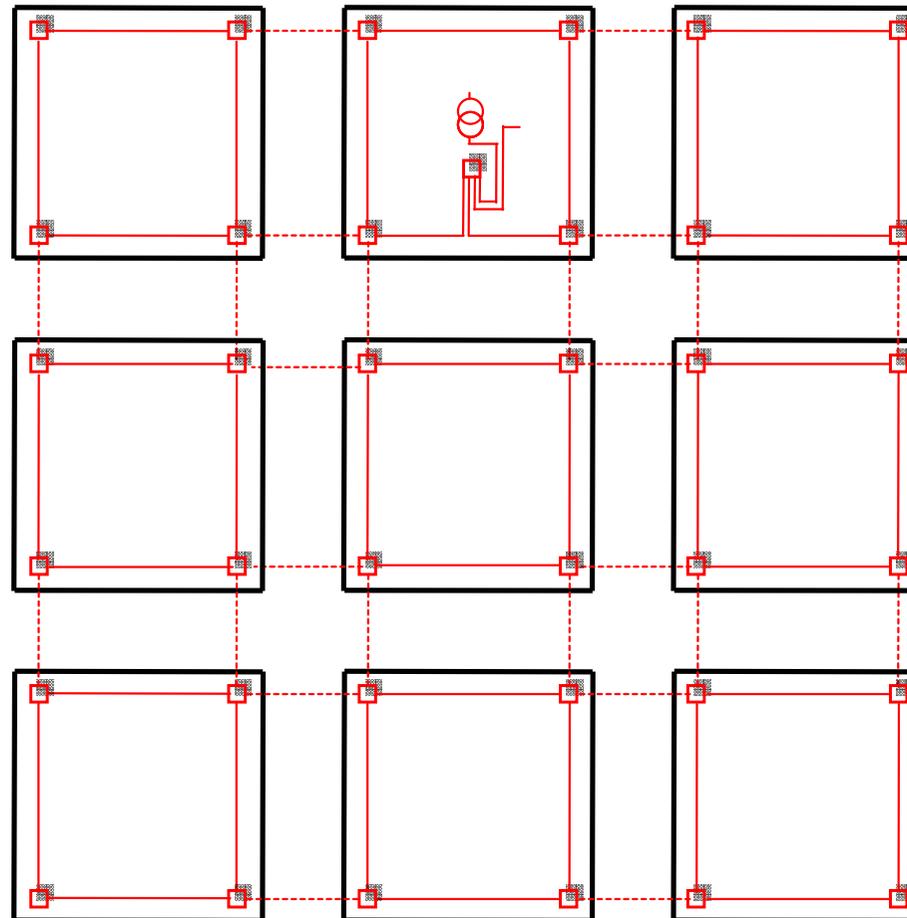
Implantação em etapas, exemplo 01: Empreendimento Comercial e Residencial



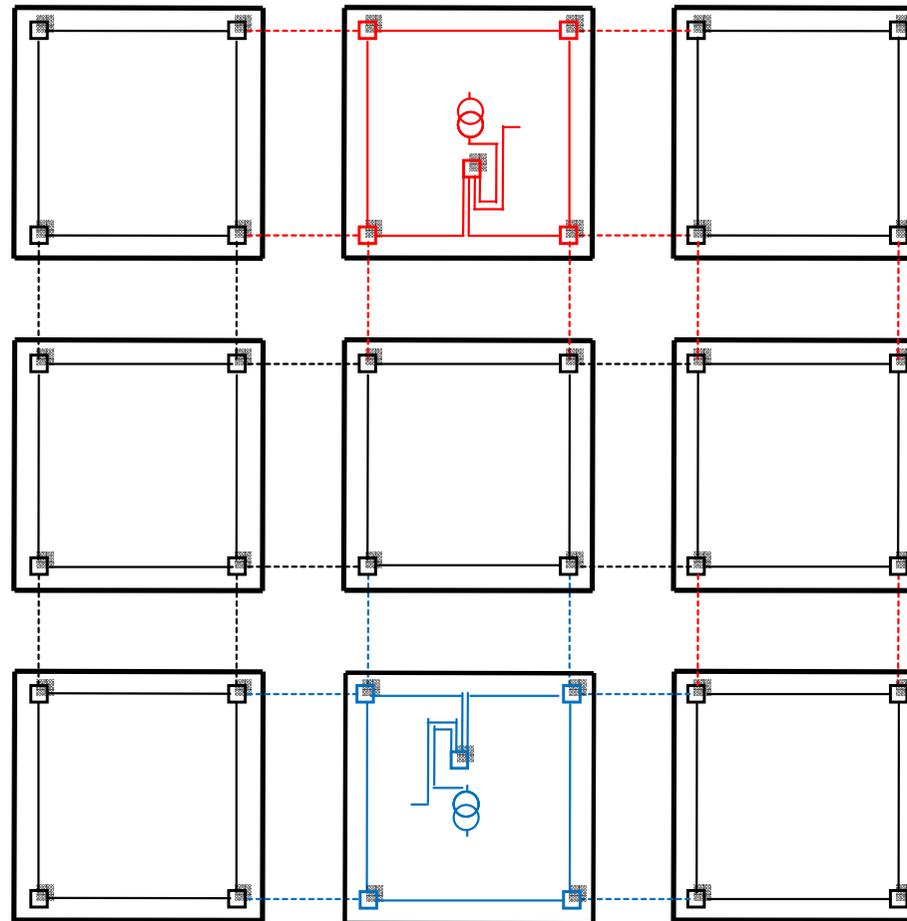
Exemplo 02: Circuito com 1 TR



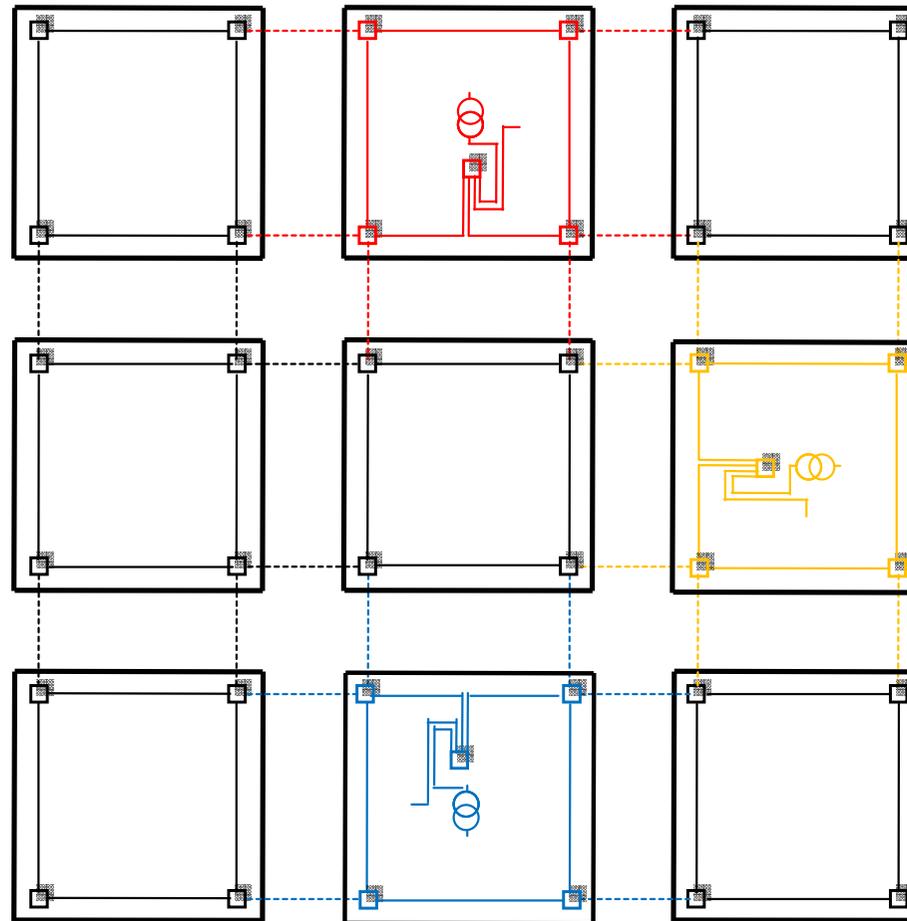
Implantação em etapas, exemplo 03: Circuito com 1 TR



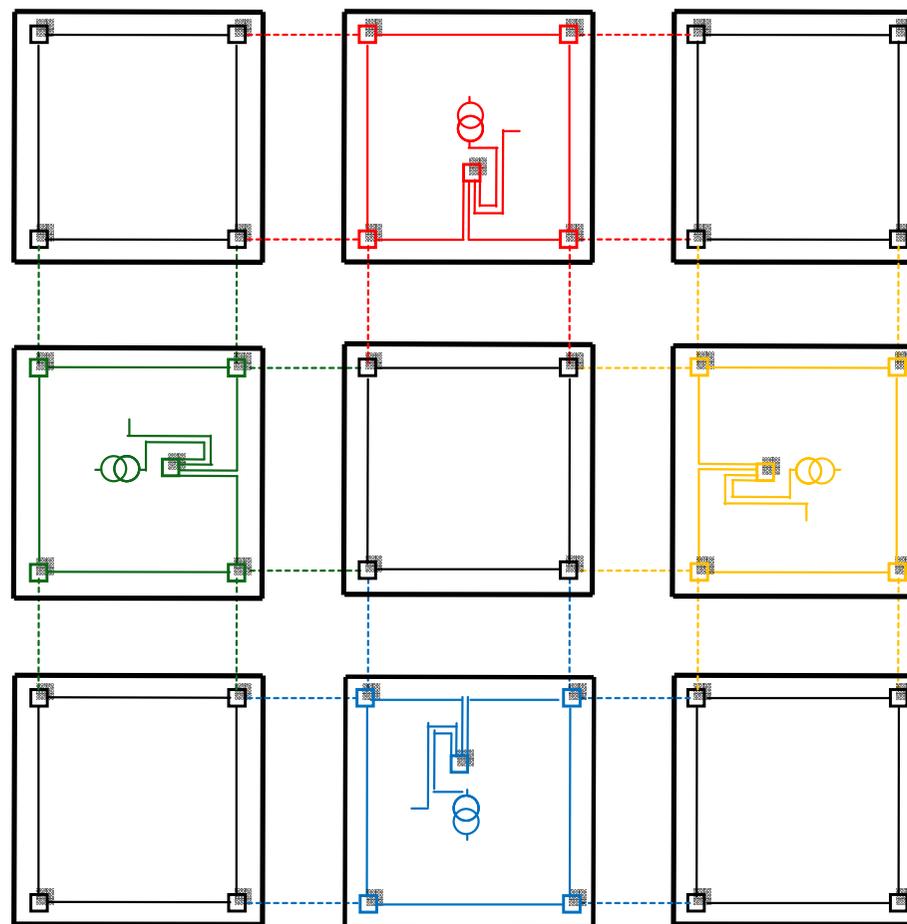
Implantação em etapas, exemplo 04: 2 Circuitos com 2 TR



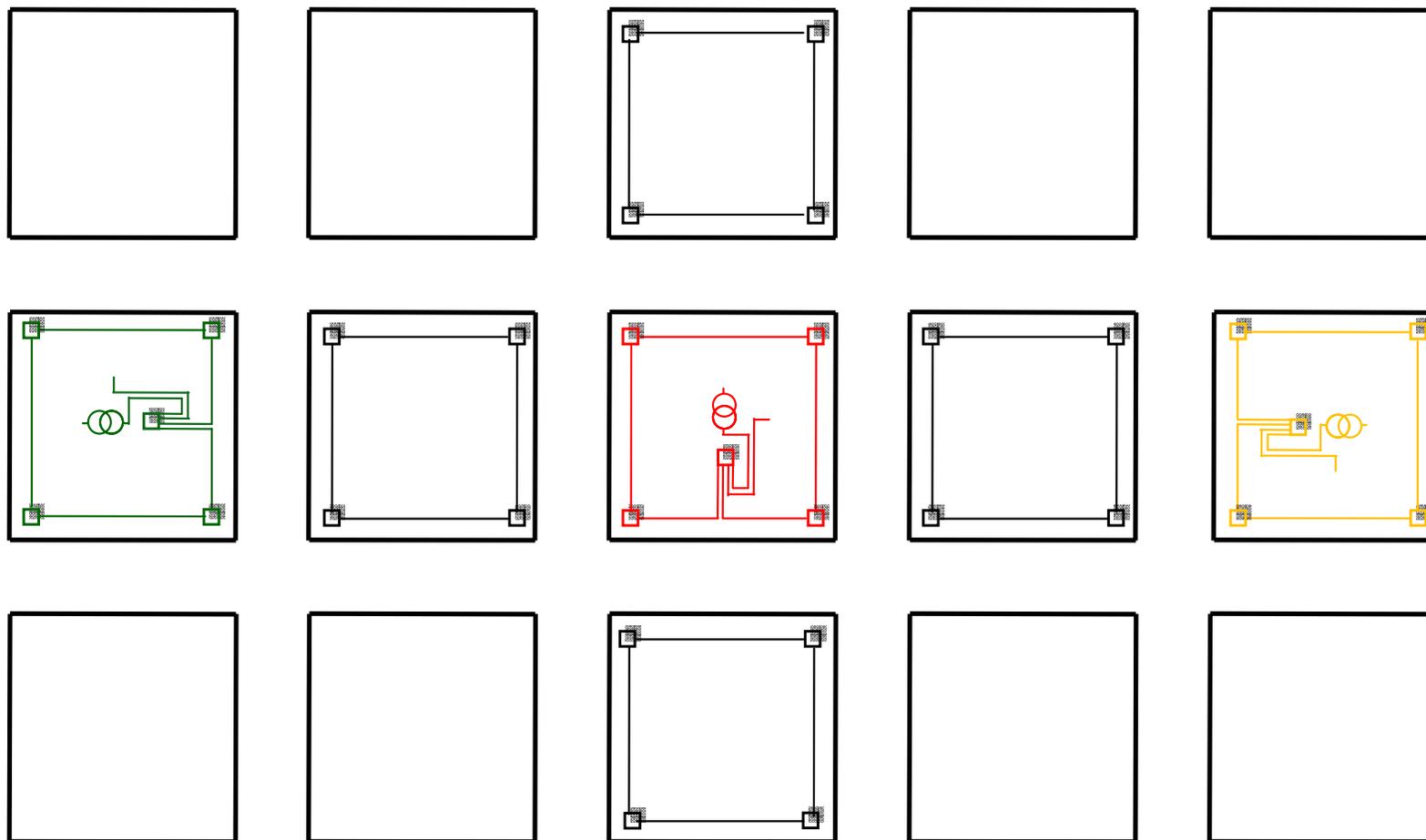
Implantação em etapas, exemplo 05: 3 Circuitos com 3 TR



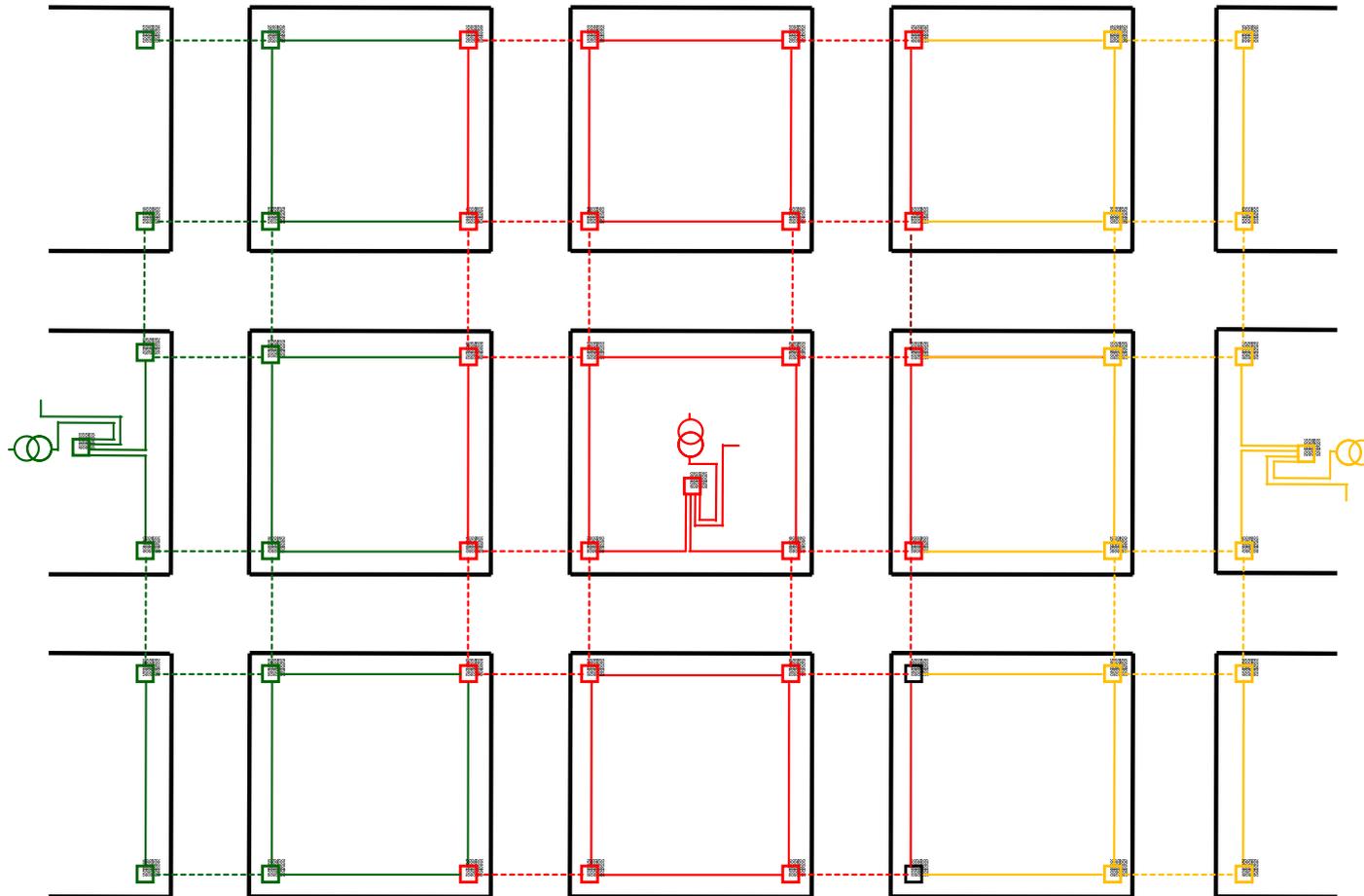
Implantação em etapas exemplo 06: 4 Circuitos com 4 TR



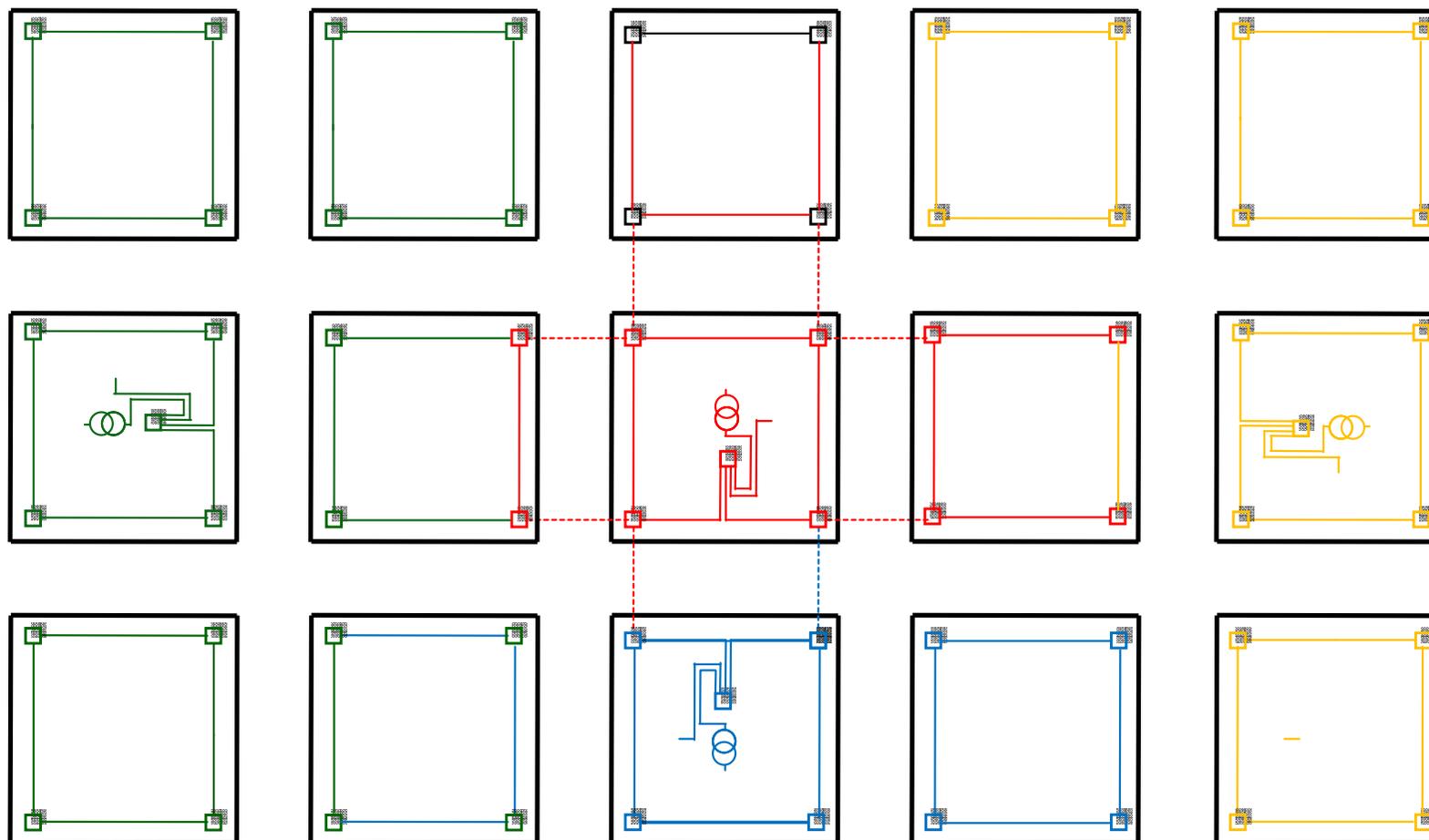
Implantação em etapas (parcial), exemplo 07: 3 Circuitos com 3 TR



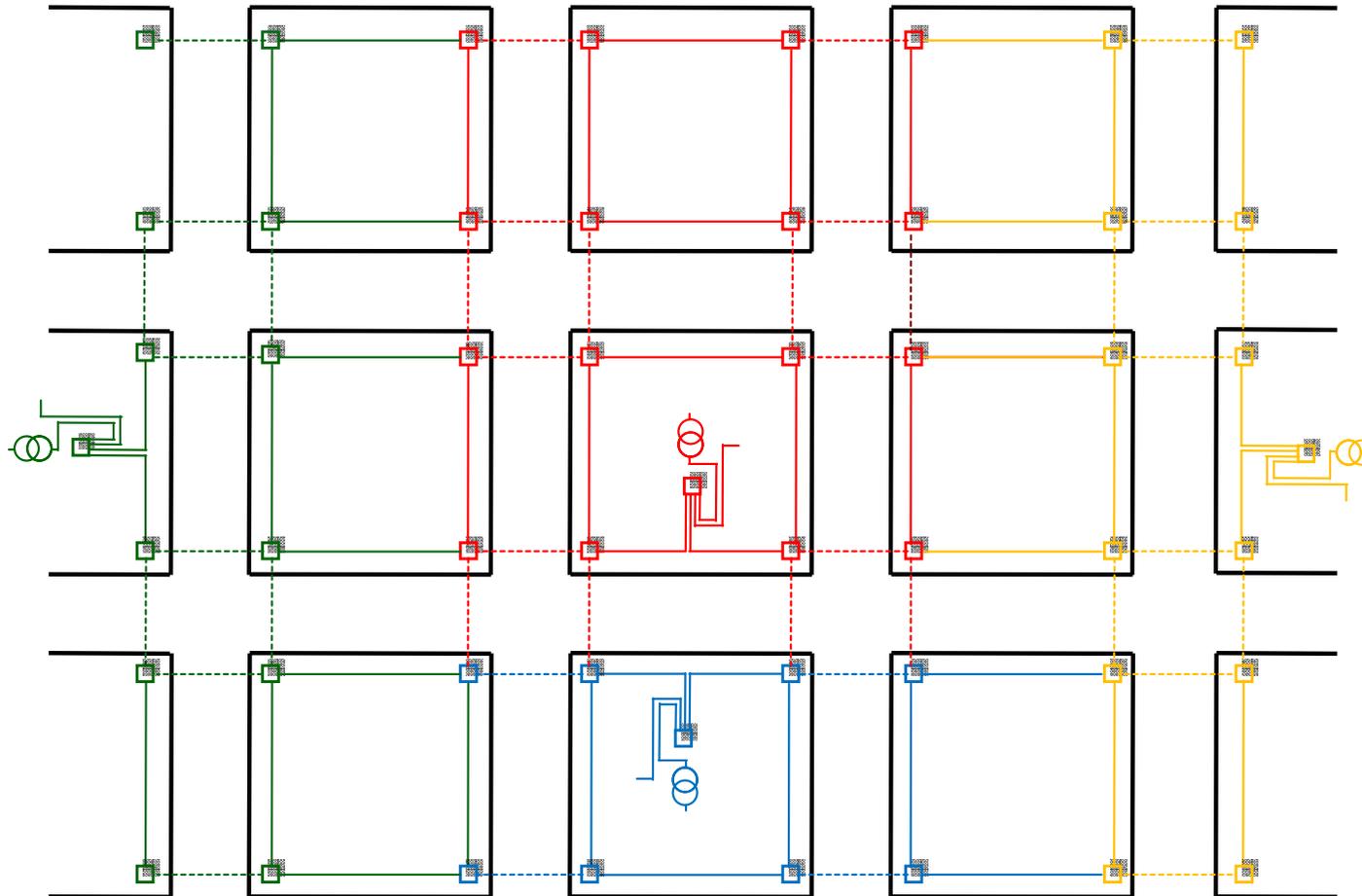
Implantação em etapas (finalizado), exemplo 08: 3 Circuitos com 3 TR



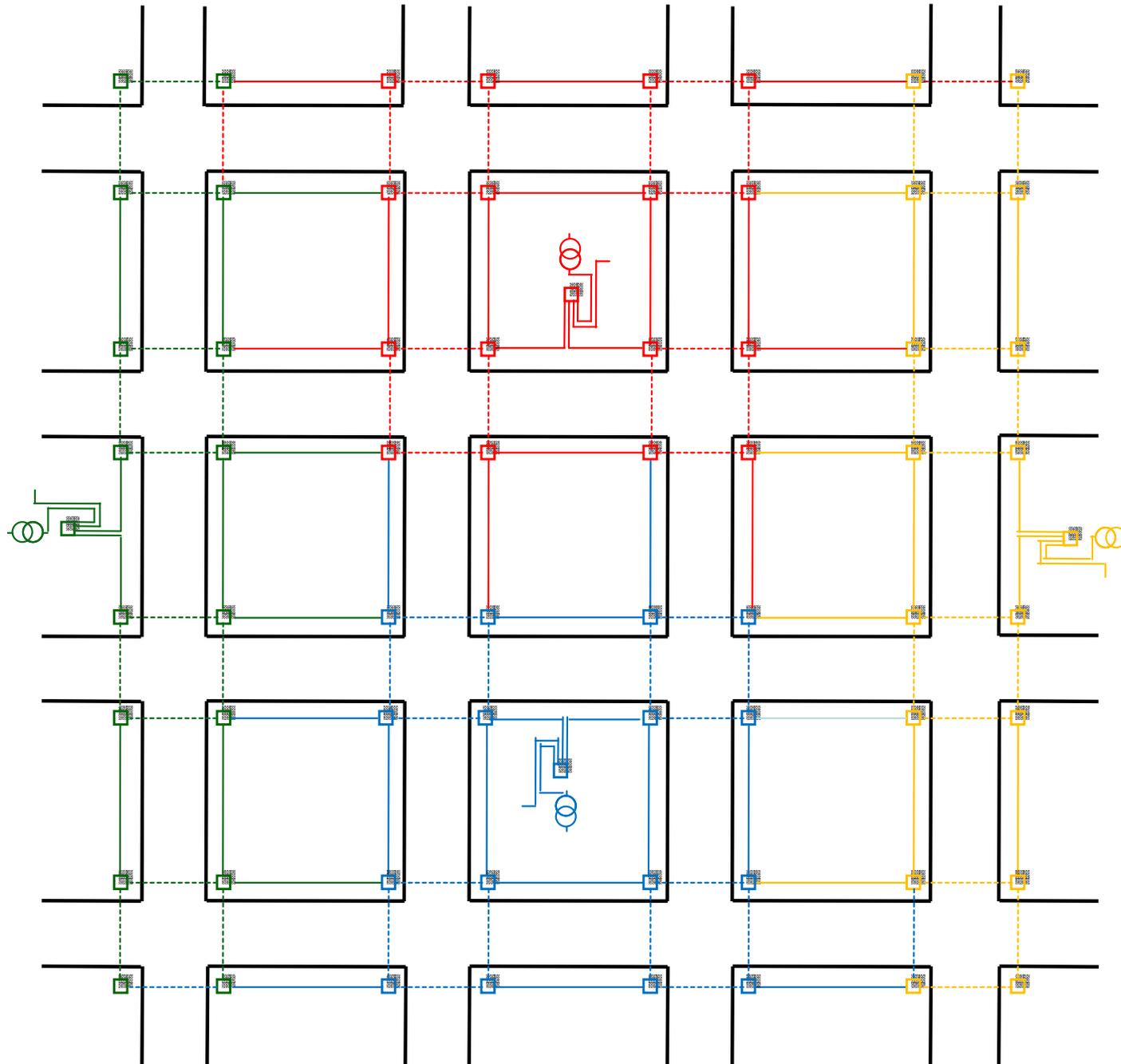
Implantação em etapas (parcial), Exemplo 09: 4 Circuitos com 4 TR



Implantação em etapas (finalizado), Exemplo 10: 4 Circuitos com 4 TR



Implantação em etapas (finalizado), Exemplo 12: 4 Circuitos com 4 TR



Conclusões:

A essência do trabalho apresentado reside na análise dos modelos de Redes de distribuição Subterrânea encontrados nas empresas distribuidoras de energia elétrica do Brasil, países da América do Sul, Europa e América do Norte, porém, **inova na mudança da filosofia, topologia de implantação e layout, possibilitando a comutação das Redes de Distribuição na Baixa Tensão**, garantindo a mesma confiabilidade dos sistemas existentes e possibilitando a redução dos custos de implantação e/ou manutenção das Redes de Distribuição Subterrânea, com a utilização de equipamentos e materiais já disponíveis no mercado, mantendo e/ou melhorando a confiabilidade do sistema e as condições técnicas e de segurança.

Na nova Rede de Distribuição subterrânea proposta, todos os equipamentos e materiais utilizados devem ser padronizados e/ou homologados nas empresas distribuidoras de energia elétrica do local.

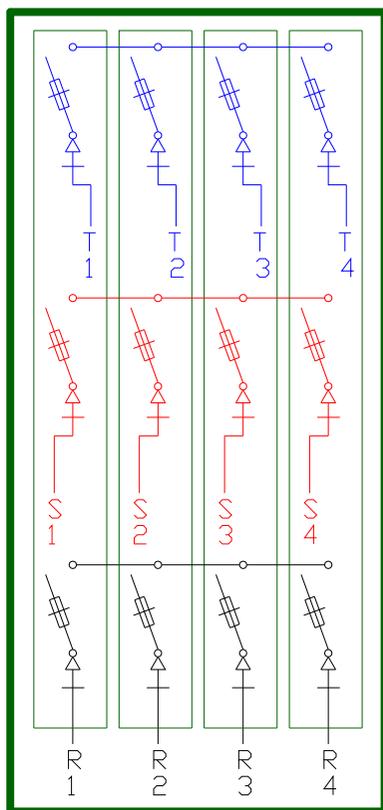
Os fabricantes destes equipamentos, também devem possuir ensaios de tipo e demais ensaios, conforme a norma de cada equipamento e ou material.

Após verificarmos os estudos, análises, cálculos de dimensionamento, projetos, simulações de funcionamento na maquete e o histórico de alguns equipamentos instalados, dentro da nova filosofia, ficou demonstrado que a nova Rede de Distribuição subterrânea, Comutada na Baixa Tensão, atende plenamente ao que se propõe e podemos afirmar com convicção, que esta inovação tecnológica apresenta excelentes condições técnicas e de segurança, possuindo

elevada confiabilidade, podendo atender as necessidades existentes do segmento e **viabilizar as Redes Subterrâneas com baixa densidade de carga**, no mercado Brasileiro e Latino Americano.

Este novo Sistema, além de proporcionar inúmeros avanços e ganhos tecnológicos, ao setor de distribuição de energia elétrica, possibilita a versatilidade e confiabilidade das Redes Subterrâneas com considerável redução dos custos de implantação, ampliação/alteração/manutenção e/ou tempo de reposição do sistema, beneficiando assim as Distribuidoras, os Empreendedores, os Incorporadores, as Construtoras, os Instaladores e os clientes/consumidores finais, conseguindo aliar as soluções técnicas e econômicas.

Registros históricos e fotográficos



Esquema multifilar e a fotografia da primeira Chave Comutadora de Baixa Tensão que foi instalada em via pública.

Configurações possíveis em uma Chave Comutadora de BT (alimentadores de baixa tensão).

COMBINAÇÕES DO AL BT 1

AL 1 e 2
AL 1 e 3
AL 1 e 4
AL 1 , 2 e 3
AL 1 , 2 e 4
AL 1 , 3 e 4
AL 1 , 2 , 3 e 4

COMBINAÇÕES DO AL BT 2

AL 2 e 1
AL 2 e 3
AL 2 e 4
AL 2 , 1 e 3
AL 2 , 1 e 4
AL 2 , 3 e 4
AL 2 , 1 , 3 e 4

COMBINAÇÕES DO AL BT 3

AL 3 e 1
AL 3 e 2
AL 3 e 4
AL 3 , 1 e 2
AL 3 , 1 e 4
AL 3 , 2 e 4
AL 3 , 1 , 2 e 4

COMBINAÇÕES DO AL BT 4

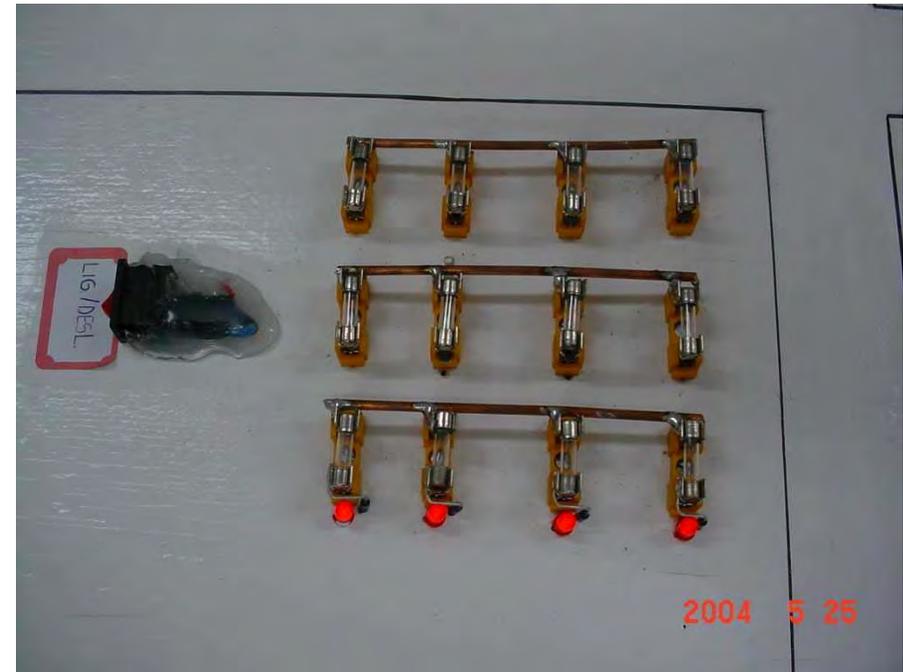
AL 4 e 1
AL 4 e 2
AL 4 e 3
AL 4 , 1 e 2
AL 4 , 1 e 3
AL 4 , 2 e 3
AL 4 , 1 , 2 e 3



Chave Comutadora de BT, fotografias da apresentação da Chave durante o primeiro treinamento realizado.



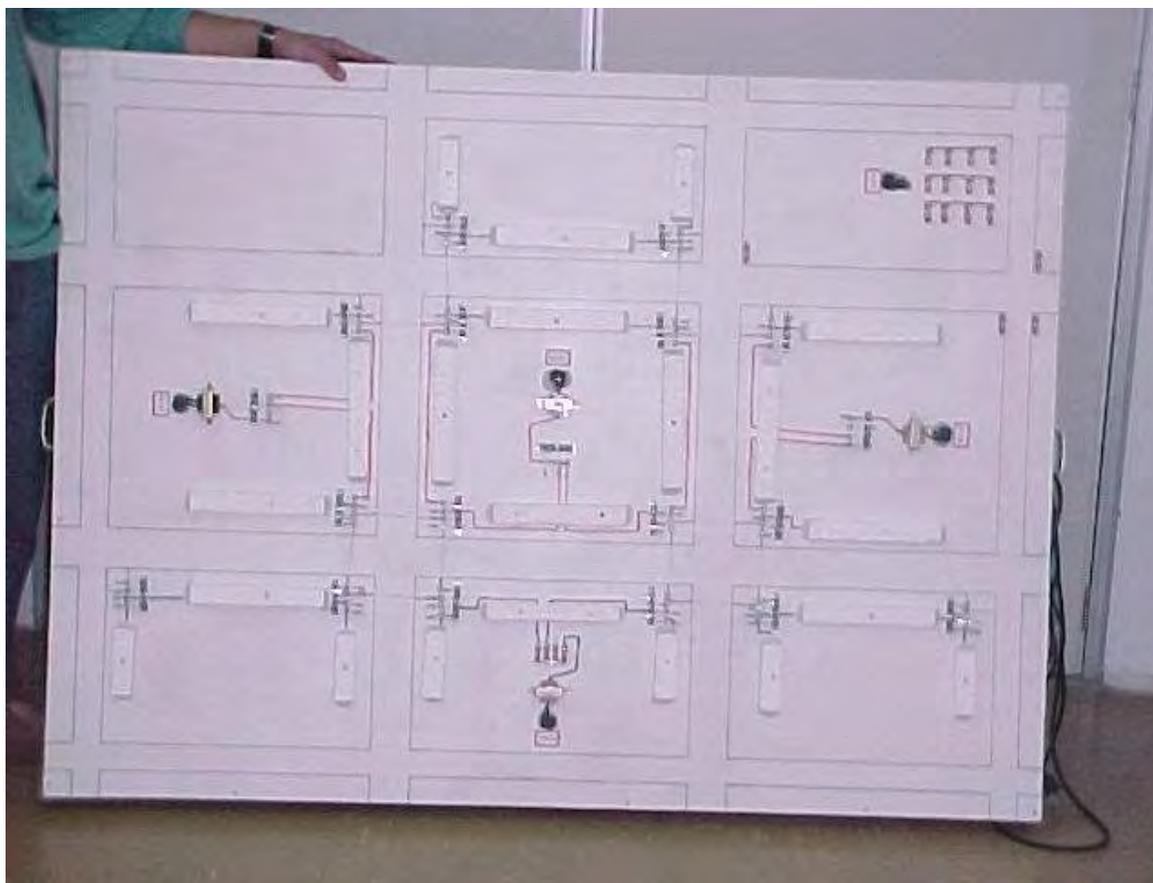
Chave Comutadora de Baixa Tensão Fotografias da Chave e da configuração multifilar simulada com micro porta fusíveis na maquete.



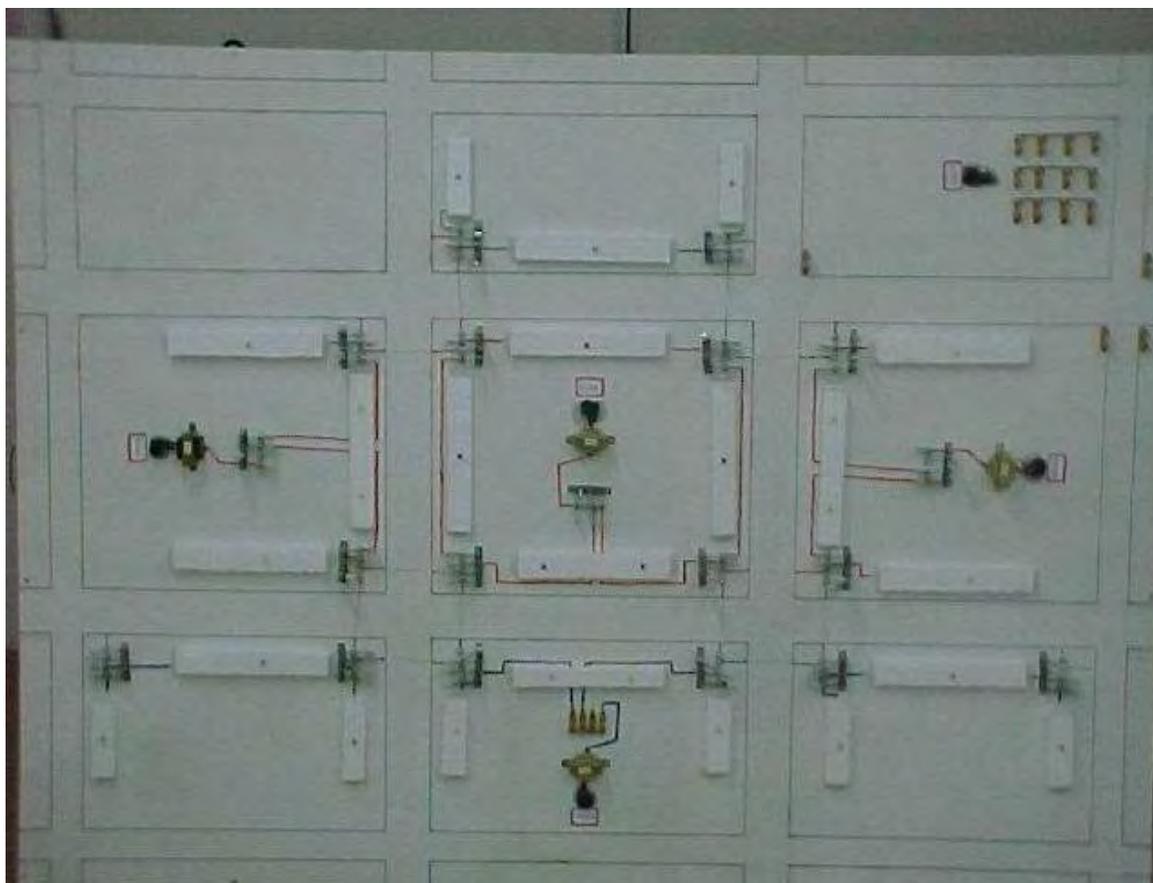
Fotografias da Chave Comutadora de BT com sinalização visual na entrada da chave, na configuração multifilar simulada com micro porta fusíveis na maquete.



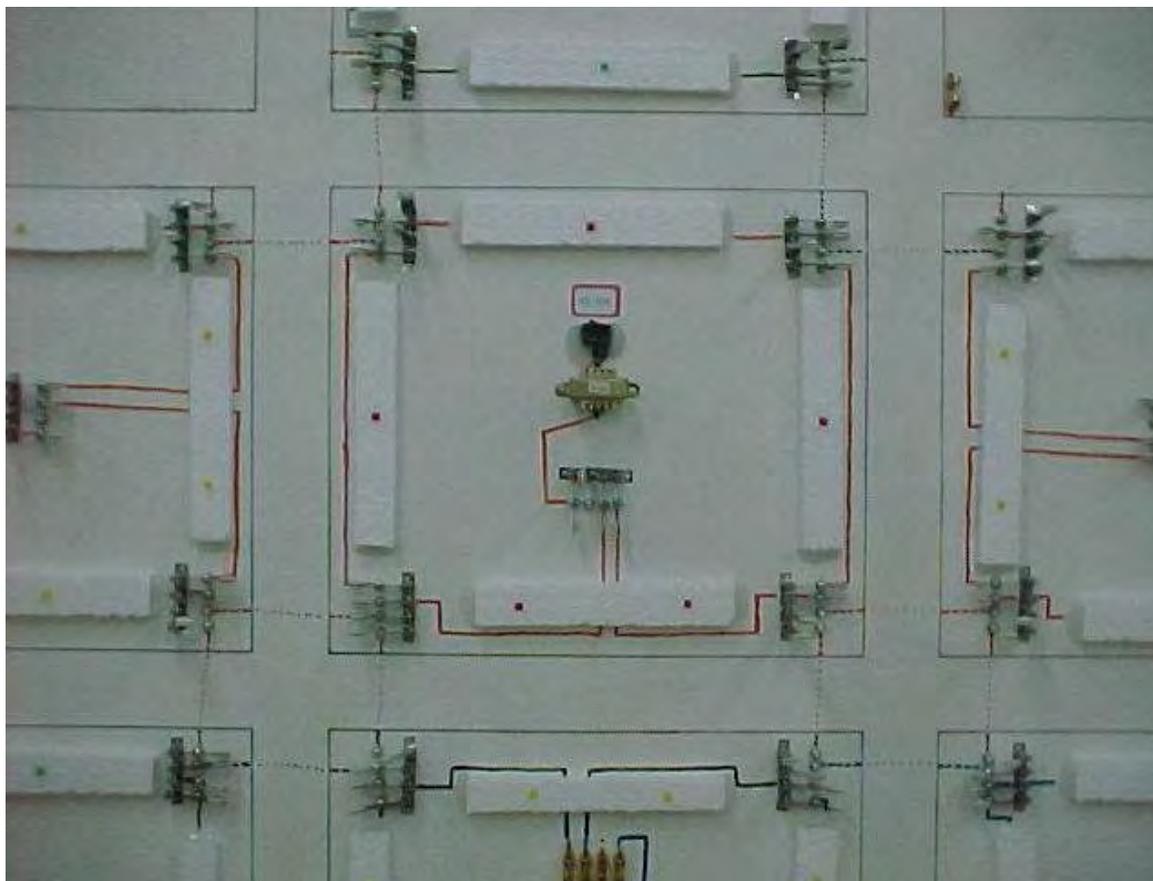
Chave Comutadora de Baixa Tensão, fotos de uma chave seccionadora de BT de outro fabricante que também pode ser utilizada/configurada para a atividade.



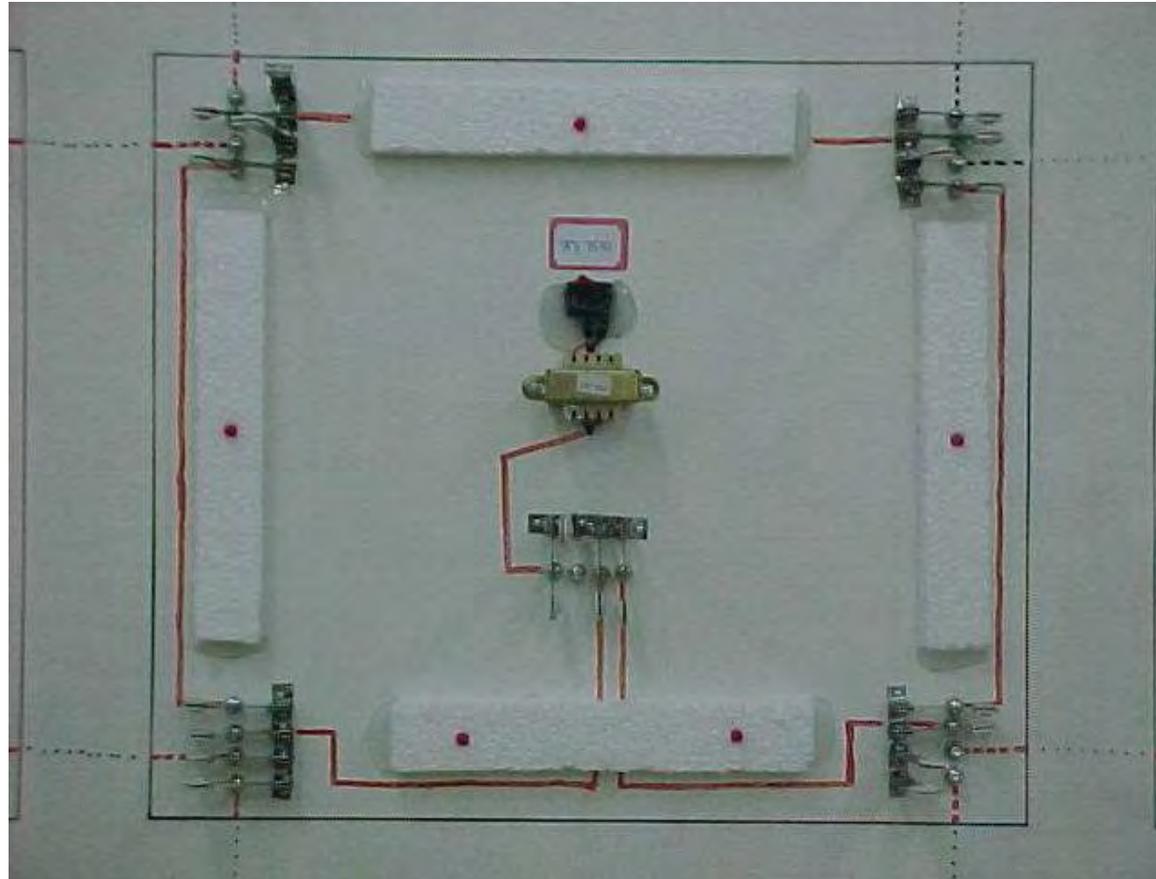
Maquete da Rede de Distribuição Subterrânea simulando uma área constituída de nove quadras, alimentadas por quatro transformadores, onde se pode simular a implantação da instalação da Rede e realizar todas as manobras, iniciando-se com um circuito radial e transformando-o em sistema reticulado, ou as manobras possíveis em uma contingência.



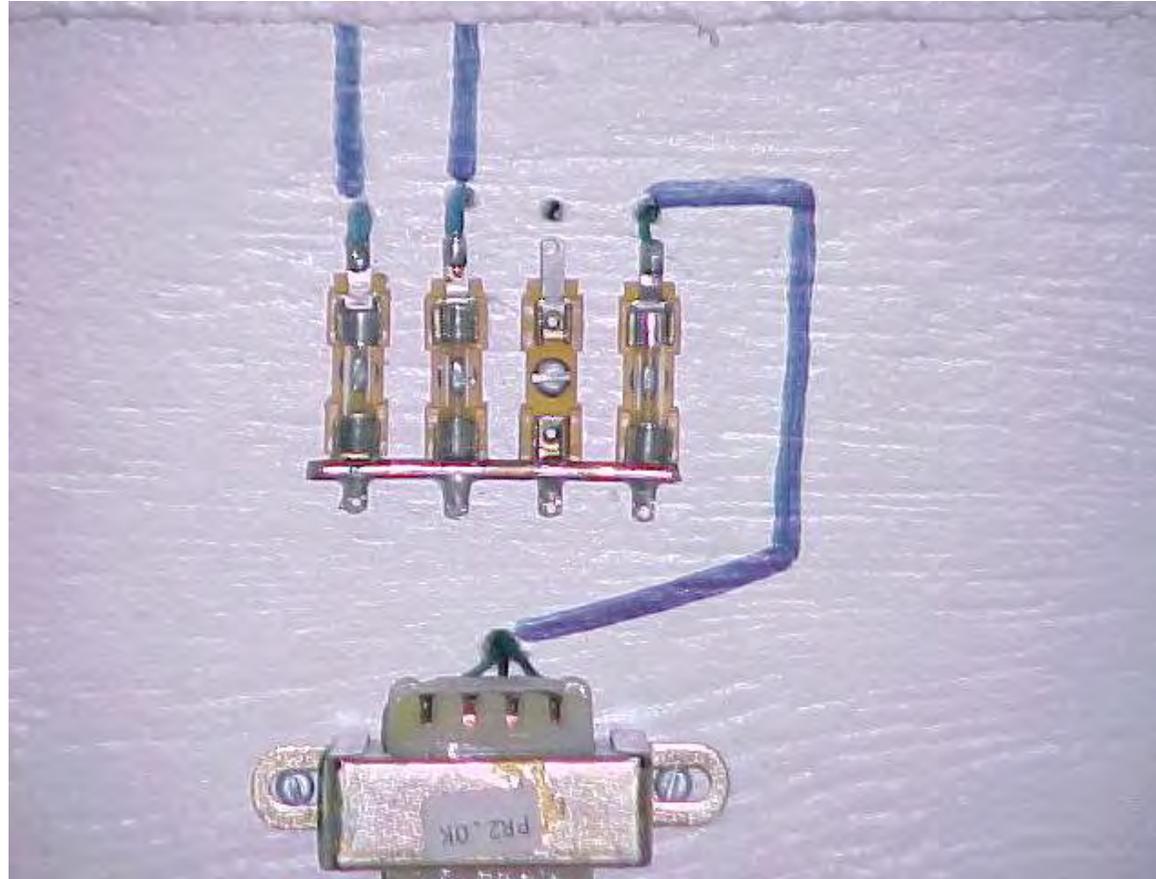
Maquete da Rede de Distribuição Subterrânea simulando a quadra central, com possibilidade de conexão com outras quatro quadras, utilizando quatro Chaves Comutadoras de Baixa tensão, uma em cada esquina da quadra, podendo ser simuladas todas as manobras possíveis no novo sistema de Distribuição proposto.



Maquete da Rede de Distribuição Subterrânea salientando a quadra central, com possibilidade de conexão com outras quatro quadras, utilizando quatro Chaves Comutadoras de Baixa tensão, uma em cada esquina da quadra, podendo ser simuladas todas as manobras possíveis no novo sistema de Distribuição proposto.



Quadra contendo Transformador, Chave Comutadora de BT, com dois alimentadores da via pública, uma proteção para o TR e outra reserva (a SE pode estar externa ou na edificação).



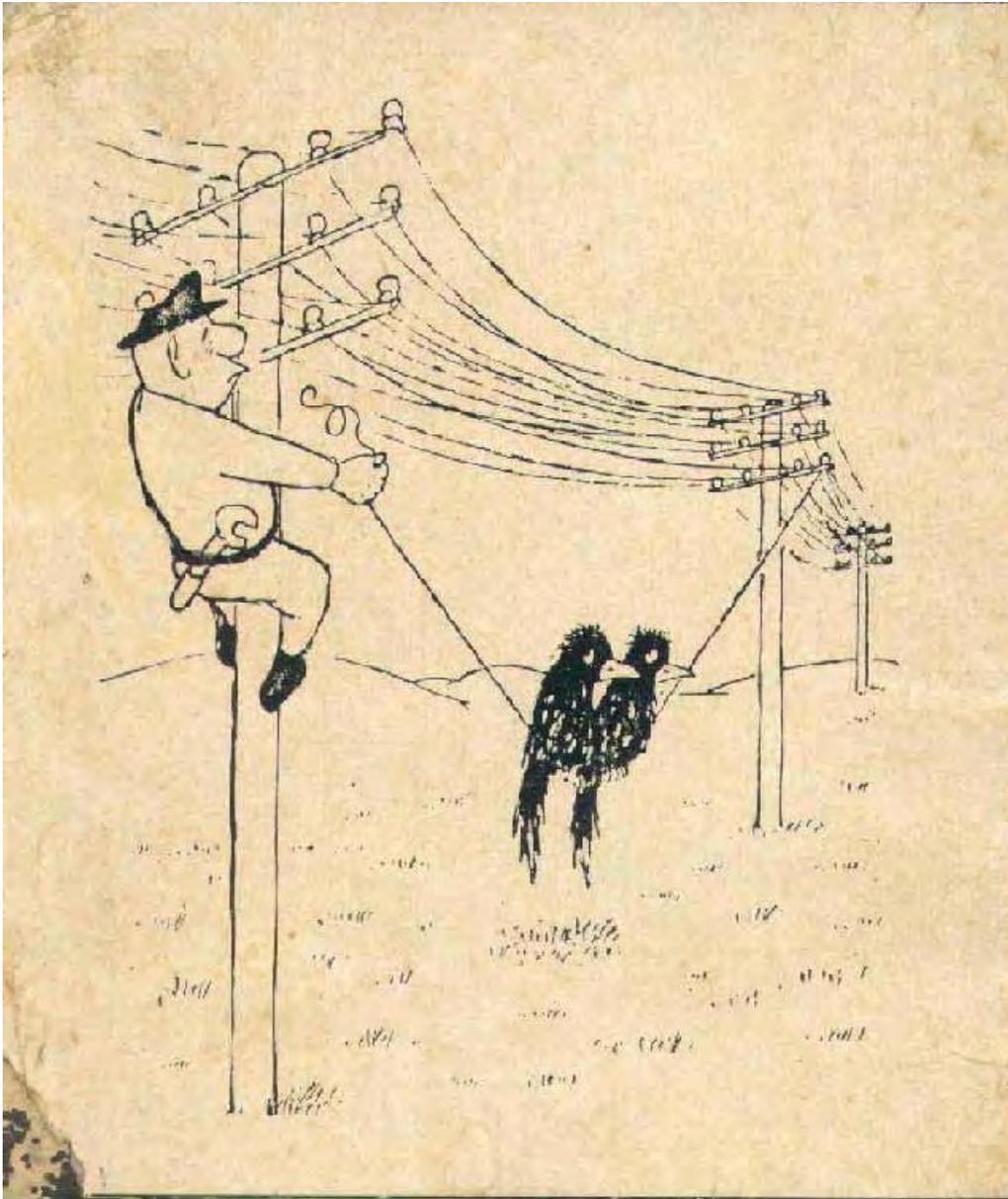
Edificação de múltiplas unidades consumidoras contendo Transformador, Chave Comutadora de Baixa Tensão, com dois alimentadores da via pública, uma proteção para o Transformador e outra para a edificação (a SE pode estar externa ou na edificação).

Bibliografia

- 1.RIC CEEE, Ed. 1971;
- 2.RIC CEEE, Ed. 1987;
- 3.RIC CEEE, Ed. 1992;
- 4.RIC CEEE, Ed. 2004;
- 5.RIC AES Sul, Ed. 2004;
- 6.RIC RGE, Ed. 2004;
- 7.LIG Eletropaulo Ed. 2004;
- 8.LIG Eletropaulo Ed. 2014;
- 9.Norma CELESC Ed. 1983;
- 10.Regulamento CEMAR Ed. 2002;
- 11.Projetos e montagens de Subestações até 500 kVA - Fernando Reis da Cunha - 2000;
- 12.Regulamento para Postos de Transformação em zona Subterrânea CEEE Ed. 1978;
- 13.Manual de Instalações Elétricas AT/BT, Ademaro Cotrin - 1985;
- 14.Guia de Planejamento para Sistemas de Distribuição de Energia - 1994 Dr, HartmutKlank / ChristaGrau;
- 15.Diretrizes para Redes Subterrâneas - Grupo CODI;
- 16.NBR 6979;
- 17.NBR 5410;
- 18.NBR 14039;
- 19.IEC 62.271-200;
- 20.IEC 1330;

Bibliografia

- 21.EN 61330;
- 22.NBR/IEC 62.271-200;
- 23.NR 10;
- 24.Resolução 456 da ANEEL;
- 25.Catálogos equipamentos compactos SIEMENS;
- 26.Catálogos equipamentos compactos ABB;
- 27.Catálogos equipamentos compactos AREVA;
- 28.Catálogos equipamentos compactos ORMAZABAL;
- 29.Catálogos equipamentos compactos SCHNEIDER;
- 30.Catálogos equipamentos compactos F & G;
- 31.Catálogos equipamentos compactos BEGHIM;
- 32.Catálogos equipamentos compactos ALSTON;
- 33.Catálogos equipamentos compactos INAEL;
- 34.Catálogos equipamentos compactos GIMI;
- 35.Centros de Transformação pré fabricados em Ormigon Ormazabal;
- 36.Centros de Transformação pré fabricados AREVA;
- 37.Catálogos equipamentos compactos RM ENERGY;
- 38.Tratado Teórico e Prático de Curto-Circuito - Pedro Armando L. Fischer;
- 39.Resolução 414 da ANEEL.



**Redes Subterrâneas de
Energia Elétrica/2017**

OBRIGADO!

**DÚVIDAS ?
PERGUNTAS ?**

Fernando Reis da Cunha
cunhac3e@yahoo.com.br
51.98479-0008

CUNHA.RS - CONSULTORIA TÉCNICA & ADMINISTRAÇÃO

Fernando Reis da Cunha

cunhac3e@yahoo.com.br

51.98479-0008