

**14<sup>a</sup>**  
edição

**Expo  
&  
Fórum**

**Redes Subterrâneas de  
Energia Elétrica/2018**

11 e 12 de junho de 2018

Centro de Convenções Frei Caneca - São Paulo - SP

# A NOVA SEE REBAIXADORA COMPACTA PRÉ-FABRICADA UTILIZANDO EQUIPAMENTO CONVENCIONAL (12 ANOS)

**Autores:**

- Fernando Reis da Cunha
- Paulo Cesar Gonzaga

**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 2000, é Membro de CE MT e BT do COBEI;
- 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;**
- ✓ **Nova SEE (CTC-i) INUNDÁVEL para uso em RD Subterrâneas.**

# LINHA DO TEMPO

- **1997: Primeiros estudos; início do desenvolvimento**  
**Foco: necessidades do mercado brasileiro e América Latina (em especial o Mercosul);**
- **2004: depósito das patentes no INPI;**
- **2005: Protótipos;**
- **2006: Ensaio (Labelo PUC-RS) IP-43 IP-45;**
- **2005 - 2017: Equipamentos em serviço, monitorados há 12 anos.**

# CONCEITOS

## SUBESTAÇÕES de ENTRADA de ENERGIA (SEE)

### Evolução tecnológica:

- Alvenaria convencional;
- Concreto;
- Chapa metálica;
- Pré-fabricada em concreto  
preformado/pré-fabricado em GRC/GFRC  
(*Glass Fiber Reinforced Concrete*).

CONFRONTO  
DOS  
CONCEITOS

# ALVENARIA CONVENCIONAL

Prós	Contras
<b>Construção</b> com tecnologia convencional ( centenária )	Prazo de projeto (civil e elétrico)
Baixo custo dos materiais	Prazo de aprovação pela Concessionária/Distribuidora
	Prazo de execução da SEE
	Construção artesanal: dependente da qualificação da mão-de-obra e materiais utilizados
	Dimensões: grande porte
	Ensaio <i>in situ</i>

# CHAPA METÁLICA

Prós	Contras
<b><u>Produto</u></b> pré-fabricado	Prazo de projeto (civil e elétrico)
Possibilita fabricação (produção) em escala → f (mercado)	Prazo de aprovação pela Concessionária/Distribuidora
Ensaio em laboratório e/ou fábrica	Corrosão: requer pintura (e/ou proteção catódica) frequente
	Prazo de execução
	Sem isolamento térmico
	Possibilidade de energização acidental do envoltório (pad/m)



# CONCRETO CONSTRUÍDO

Prós	Contras
<u>Construção</u> com durabilidade	Prazo de projeto (civil e elétrico)
Baixa necessidade de manutenção civil	Prazo de aprovação pela Concessionária/Distribuidora
	Prazo de execução
	Peso (projeto de fundações)
	Construção artesanal, dependente da qualificação da mão-de-obra e materiais utilizados
	Impossível garantir reprodutibilidade (qualidade)

# CONCRETO PRÉ-FABRICADO

Prós	Prós
<u>Produto</u> pré-fabricado	Prazos de aprovação pela Concessionária
Possibilita fabricação (produção) em escala → f (mercado)	Prazo de instalação
Controle total da qualidade → custo otimizado	Estética valorizada → escolha de acabamentos
Produto padronizado, pré-aprovado e homologado pela Concessionária (conceito: <b>PRODUTO SERIADO</b> )	Peso reduzido → dispensa fundações → conceito de <i>Radier</i>
Ensaio em laboratório e/ou na fábrica → opcional inspeção da Concessionária → amostragem ou não.	Não é considerada parte integrante da edificação → Normas

# SUBESTAÇÃO COMPACTA

( Centro de Transformação Compacto )

## Características Conceituais I

- **Produto** pré-fabricado
- **Aplicações multi-uso**, *designs* por patentes:
  - abrigos em concreto bi ou multi-bloco;
  - *layouts* internos otimizados;
- **Relação custo / benefício** → excepcional → viabiliza economicamente a maioria absoluta das aplicações.

# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

## Características Conceituais II

- Dispensa obra civil no local;
- Instalação (montagem) rápida na superfície;
- Passível de energização no mesmo dia;
- Modular, transportável em caso de mudança;
- Adaptável à projetos especiais.

# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

## Características Conceituais III

- Filosofia **FLEX**;
- Produto **personalizável**;
- Permite *upgrades* e *downgrades* a qualquer momento, mesmo depois de entrada em serviço;
- Desenvolvido para as necessidades técnicas e ambientais do Brasil (clima equatorial, tropical e sub-tropical).

# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

## Características Conceituais IV

- Desenvolvida para atender as Normas  
IEC-61330:1995;  
NR-10:2004 ( Portaria 3214:1978 → LEI 6514:1977 );  
NBR-14039 - 2005;  
NBR/IEC 62271-200:2007;  
NBR 5410 - 2004;  
Concessionárias/Distribuidoras Locais.

# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

## Características Elétricas

- Aplicável em locais alimentados por redes aéreas ou subterrâneas;
- Arranjo interno para 1 ou + transformadores;
- Classes de Tensão 15 kV ou 25 kV;
- Corrente definida pelo equipamento de proteção;
- Transformadores com geometria convencional;
- Medição opcional e *customizável*.

# COMPARATIVO DIMENSIONAL



## DIMENSÕES INTERNAS

Variável	Convencional	Redução	SEC
Área	12,0 m <sup>2</sup> (min.)	58,33%	5 m <sup>2</sup>
Volume	31,2 m <sup>3</sup> (min.)	64,74%	11 m <sup>3</sup>



# COMPARATIVO FINANCEIRO I



## CUSTOS TANGÍVEIS AO EMPREENDEDOR

Rubrica	Convencional	SEC
Subestação de obra	\$ 7k	\$ 0k
Box em condomínio edilício	\$ 30-40k	\$ 0k

# COMPARATIVO FINANCEIRO II



## CUSTOS INTANGÍVEIS AO EMPREENDEDOR

Projeto, liberação de carga, aprovação, execução, fiscalização e energização.

Evento	Convencional	SEC
Ciclo de tempo de análise por Concessionárias/Distribuidoras	120-180 dias (média brasileira)	<b>10-30 dias</b>

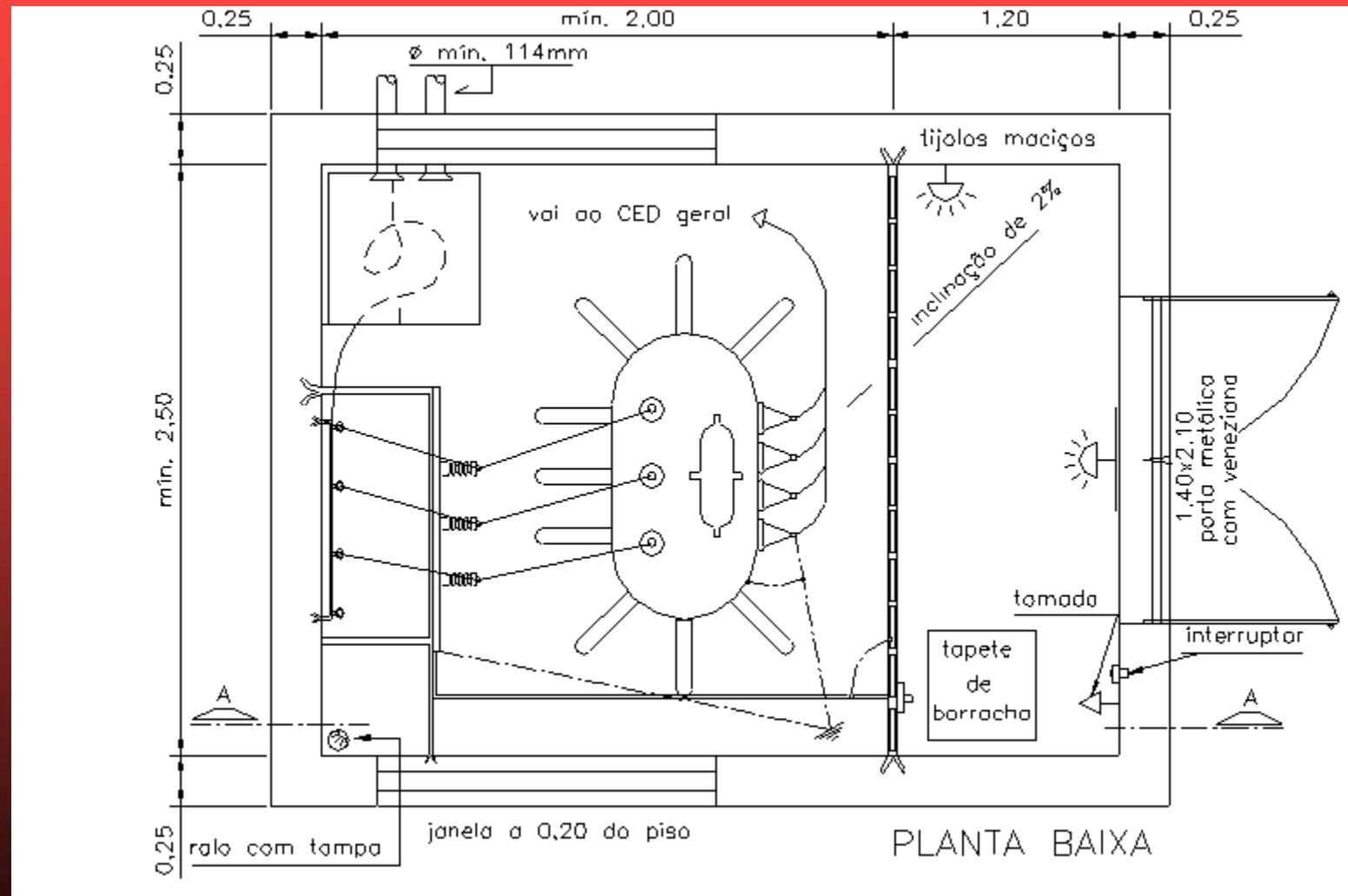
# COMPARATIVO FINANCEIRO III



## CUSTOS “INTANGÍVEIS” ÀS CONCESSIONÁRIAS

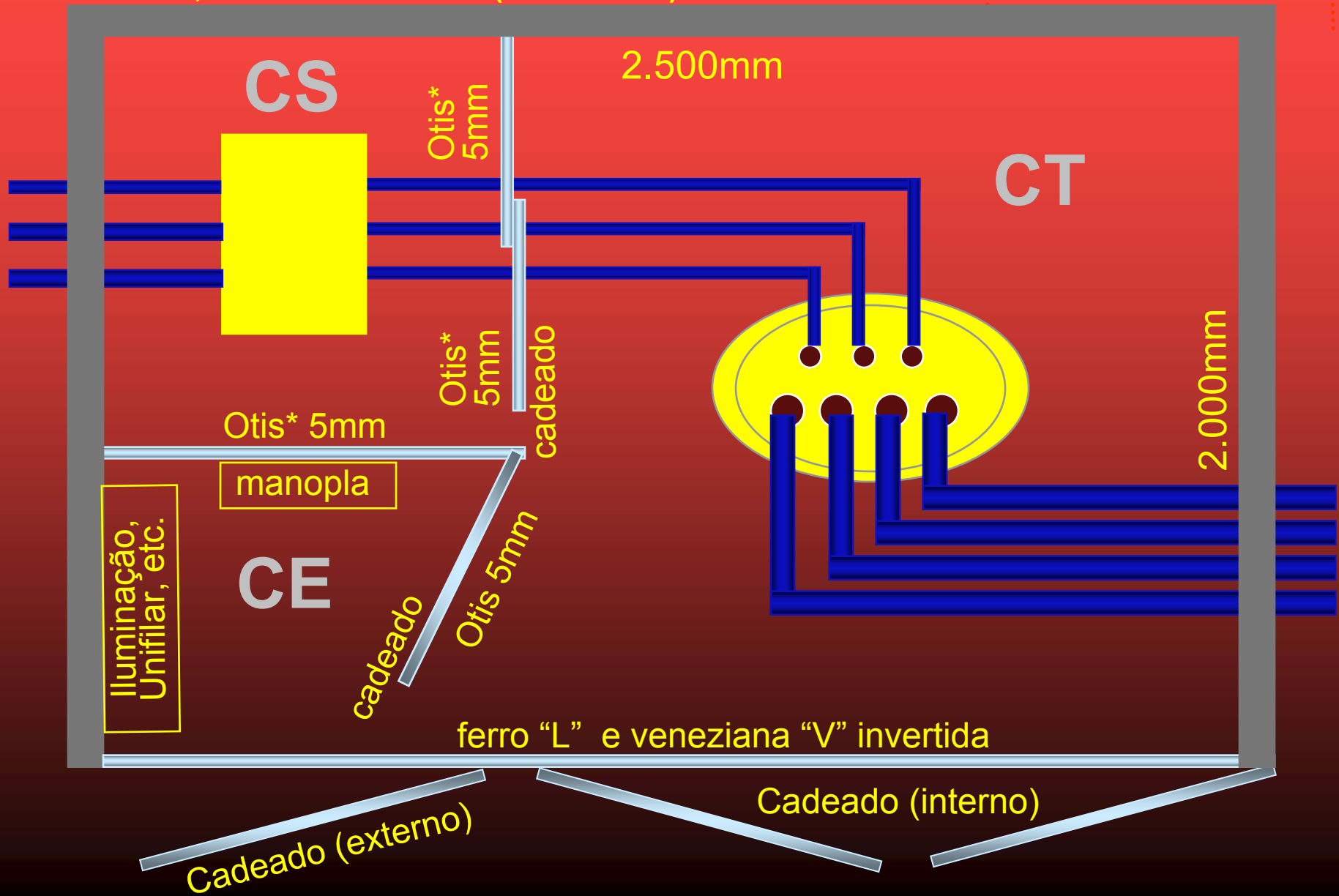
- Eliminação da perda de tempo com burocracia repetitiva;
- Disponibiliza mais tempo para treinamentos e qualificação do Corpo Técnico em temas mais relevantes para sua atividade fim;
- Melhoria dos indicadores de avaliação da ABRADÉE e ANEEL.

# SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA CONVENCIONAL



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

PISO, PAREDES E TETO (H=2100mm) EM CONCRETO ARMADO 100mm



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

## IEC-61330:1995

### ■ 6.1 ENSAIOS DIELÉTRICOS

**Não aplicável → não há blocos de conexão internos;  
→ todos os componentes internos são de série: seccionadora, condutores, terminações, transformador, etc.**

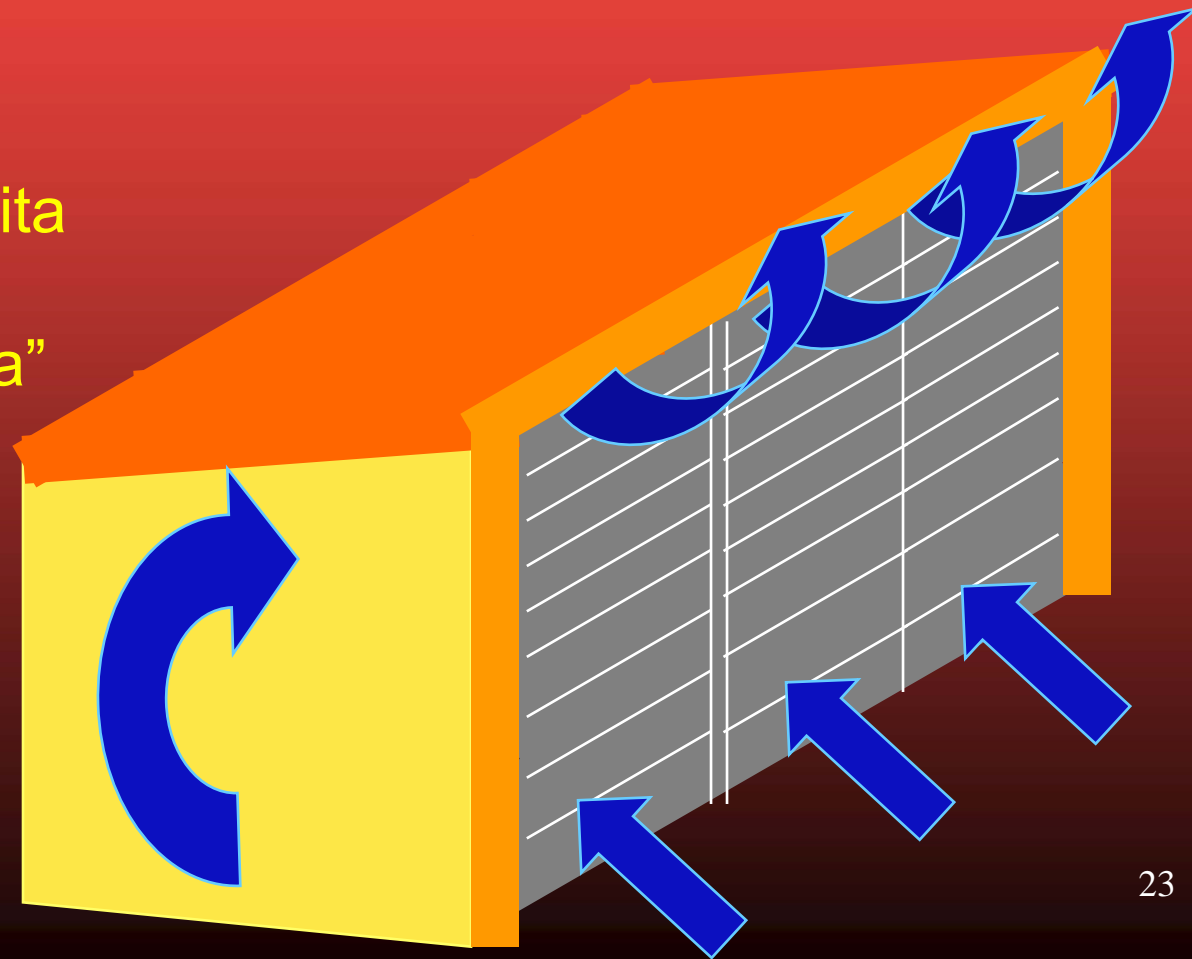
# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

IEC-61330:1995

## ■ 6.2 ENSAIOS DE AUMENTO DE TEMPERATURA

### Classe 10K

- Sem sobre-porta + 2%: facilita expulsão da umidade pelas portas, evitando a “almofada” úmida entre o teto e a borda superior da porta;
- Refrigeração por circulação natural de ar → tendência a não ter condensação interna.



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

## IEC-61330:1995

### ■ 6.3 ENSAIOS DE CURTA DURAÇÃO E DE PICO NO ATERRAMENTO

→ **5.1 da IEC-60694:2002**

- Componentes projetados para suportar corrente de curta duração  $> 6\text{kA}$  por 1s;
- Disponibilidade de poço de aterramento interno;
- Faraday: armação da estrutura de concreto aterrada;
- Equipotencialização TOTAL à malha em anel e à BEP.



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

IEC-61330:1995

## ■ 6.4 ENSAIOS FUNCIONAIS

Verificar:

- funcionamento geral;
- funcionamento mecânico das portas;
- fixação das barreiras isolantes;
- temperatura e nível de líquido isolante;
- existência de tensão;
- fixação/instalação do dispositivo de aterramento;
- prova dos cabos;
- troca de fusíveis (não aplicável).

# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

## IEC-61330:1995

### ■ 6.5 VERIFICAÇÃO DO GRAU DE PROTEÇÃO

\*14.2.3 e 14.3 da IEC-60529:2001

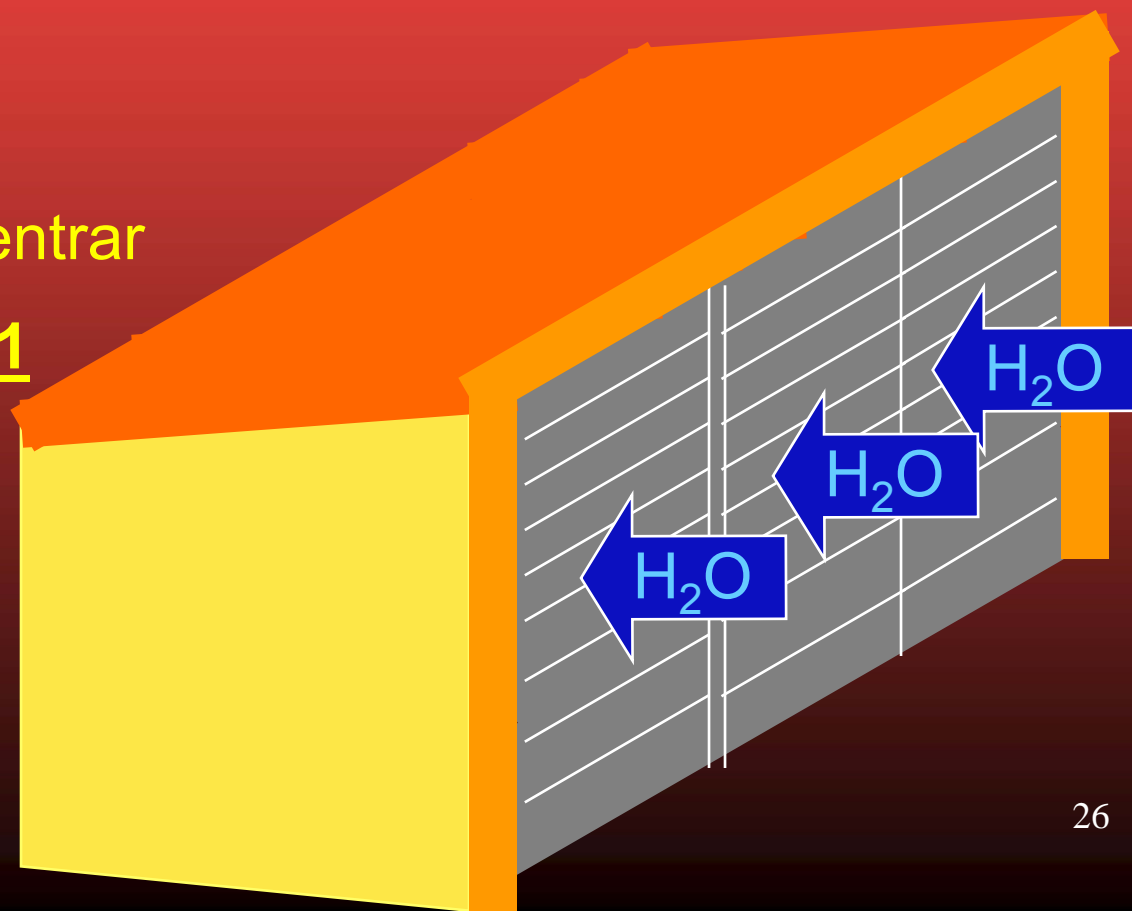
#### IP-43

- partículas sólidas  $\varnothing > 1\text{mm}$
- aspersão líquida não pode adentrar

\*13.2 e 13.3 da IEC-60529:2001

#### IP-45

- partículas sólidas  $\varnothing > 1\text{mm}$
- jato líquido em qualquer direção não impede o funcionamento.



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

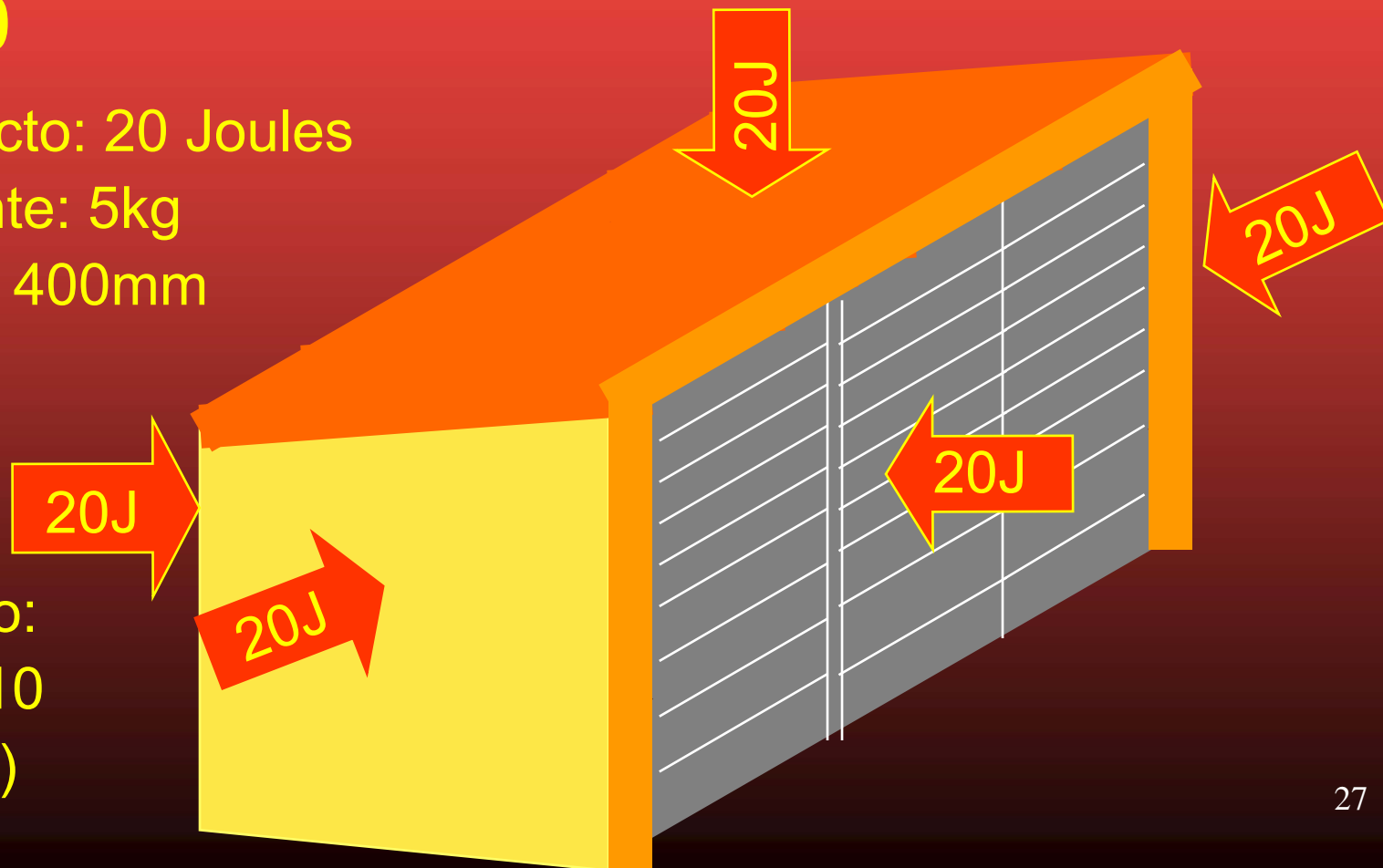
IEC-61330:1995

## ■ 6.6 ENSAIO DE ESFORÇOS MECÂNICOS

### Classe IK10

- Energia de impacto: 20 Joules
- Massa equivalente: 5kg
- Altura da queda: 400mm

- Carga no teto e pressão do vento: concreto FCK 110 (1121,70kgf/cm<sup>2</sup>)



**PRODUTO ACABADO  
( Vem Pronto de Fábrica );**

**Transportado em  
caminhão comum;**

**Içado por guindastes ou  
guindautos;**

**Possibilita Instalação no  
nível do solo ( térreo )  
ou em outro pavimento.**



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

Utilizando SECCIONADORA GIS e TR convencional





# **SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC) o antes...**

**Utilizando SECCIONADORA e TR convencionais**



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC) o depois...

Utilizando SECCIONADORA e TR convencionais



# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC) o exterior...

## SECCIONADORA CONVENCIONAL OU GIS





# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC) o interior...

SECCIONADORA e TR convencionais



# SUBESTAÇÃO COMPACTA - CTC

## Centro de Transformação Compacto

Vista Externa  
Acesso de Pessoal e  
Acesso de Equipamento\*



**Seccionadora GIS**



**Transformadores  
convencionais**

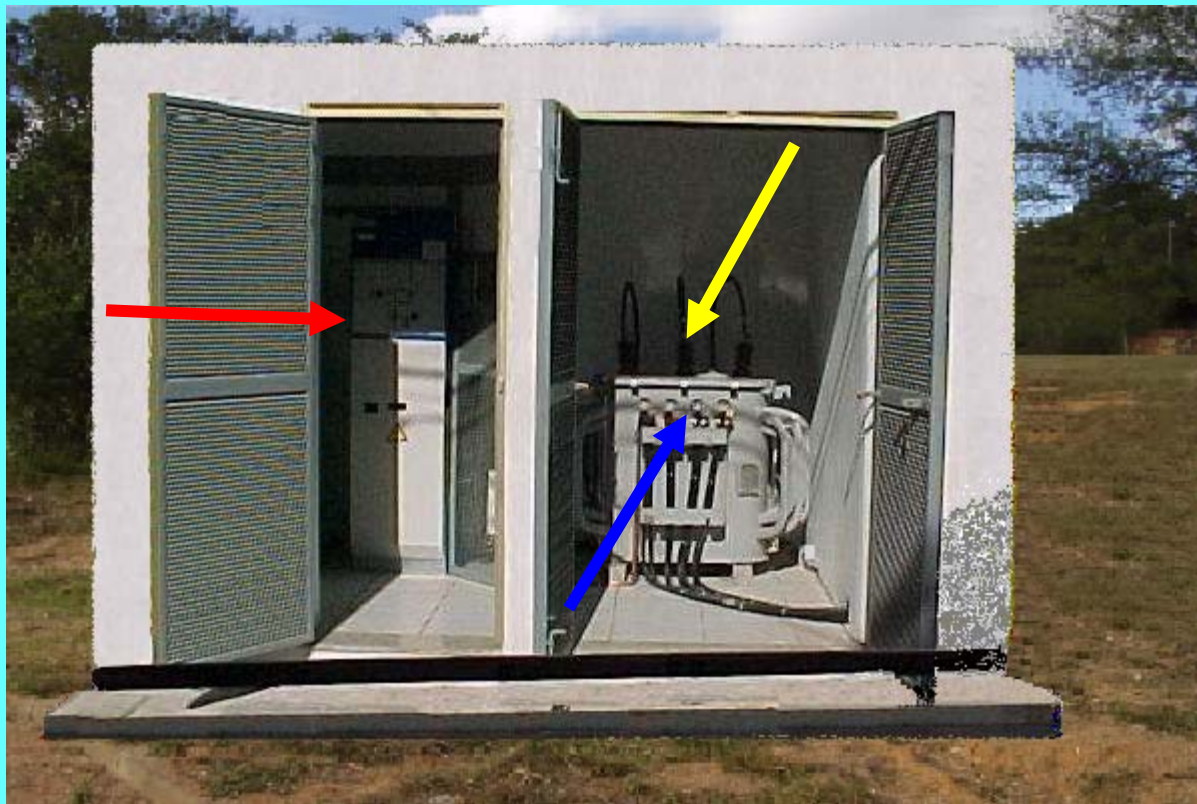


**Seccionadora  
Convencional**

# SUBESTAÇÃO COMPACTA (CTC)

Utilizando SECCIONADORA GIS e TR convencional

Atenção! Nova Melhoria Técnica e de Segurança SEC-CTC:



Subestação Compacta,  
utilizando Módulo GIS;

Subestação Compacta,  
utilizando plug-in de MT  
e BT no TR;

A Subestação Compacta,  
torna-se uma Subestação  
Inundável, para utilização  
em Redes Subterrâneas  
e/ou áreas de Risco;

Nova SEC (CTC-i) INUNDÁVEL para uso em RD Subterrâneas. <sup>35</sup>

# 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 Rebaixadoras até 500 kVA - Fernando Reis da Cunha - 2000;
- 12.Regulamento para Postos de Transformação em zona de Redes Subterrâneas 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 EATON;
- 32.Catálogos equipamentos compactos BEGHIM;
- 33.Catálogos equipamentos compactos ALSTON;
- 34.Catálogos equipamentos compactos INAEL;
- 35.Catálogos equipamentos compactos GIMI;
- 36.Centros de Transformação pré fabricados em Ormigon Ormazabal;
- 37.Centros de Transformação pré fabricados AREVA;
- 38.Catálogos equipamentos compactos RM ENERGY;
- 39.Tratado Teórico e Prático de Curto-Circuito - Pedro Armando L. Fischer;
- 40.Resolução 414 da ANEEL.

# Obrigado!

## Autores:

- Fernando Reis da Cunha

[cunhac3e@yahoo.com.br](mailto:cunhac3e@yahoo.com.br)

+55.51.98479-0008

- Paulo Cesar Gonzaga

[paulo.c.gonzaga@gmail.com](mailto:paulo.c.gonzaga@gmail.com)

+55.11.99194-9797

# **CUNHA.RS - CONSULTORIA TÉCNICA & ADMINISTRAÇÃO**

**Fernando Reis da Cunha**

**[cunhac3e@yahoo.com.br](mailto:cunhac3e@yahoo.com.br)**

**51.98479-0008**

# CUNHA.RS

## PAT & QP - Programa de Aperfeiçoamento Técnico & Qualificação Profissional

