

**Marta Lacorte**  
Autora

[marta.lacorte@br.abb.com](mailto:marta.lacorte@br.abb.com)

**Fabiano Oliveira**  
Palestrante

[fabiano.oliveira@br.abb.com](mailto:fabiano.oliveira@br.abb.com)



## Disjuntor de Gerador

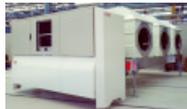


Marta Lacorte - Page 1  
28 Jan 2003

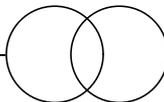


## Disjuntor de Gerador

**Aumento da disponibilidade dos componentes da Usina**



**GCB**



**HV-CB**

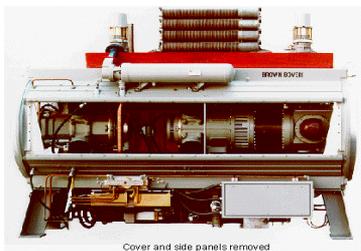
**ABB - Suíça**

Marta Lacorte - Page 2  
28 Jan 2003



## Sistema Tipo HEC

Inicialmente Disjuntor de Gerador  
→ ar comprimido



Evolução para Sistema de  
Disjuntor de Gerador



Livre de manutenção por 20 anos  
ou 20'000 CO

**ABB**

## O desenvolvimento tecnológico:

- diminuição das dimensões (SF6: extinção do arco)
- integração de outros equipamentos no mesmo invólucro
- realização de arranjos de usinas mais simples

**ABB**

## Utilização de Disjuntores de Gerador

- decisão de projeto da usina
- simplificação dos procedimentos de operação
- melhor proteção dos demais equipamentos
- menor investimento inicial

## Requerimento Básico

- conduzir a corrente máxima de carga do gerador, quando fechado.
- assegurar o nível de isolamento requerido em qualquer situação de operação.

## Requerimento Adicional

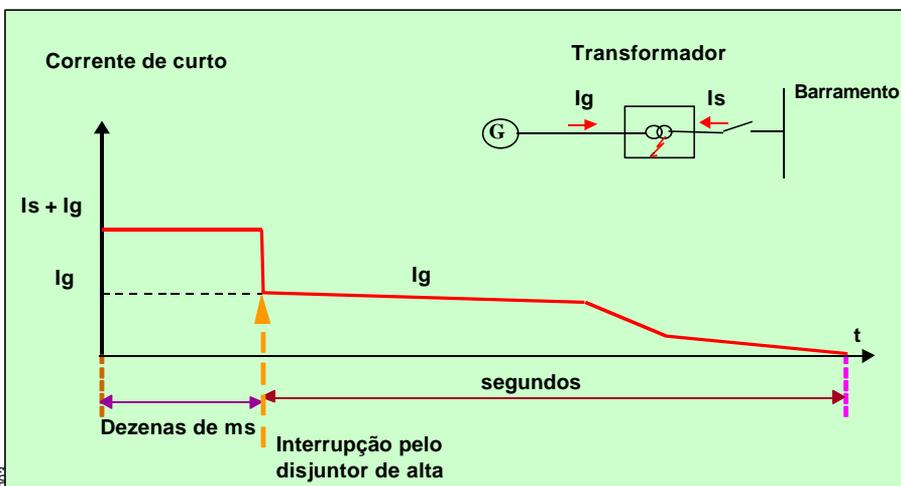
- sincronizar gerador ↔ sistema principal
- isolar gerador ↔ sistema principal (gerador a vazio ou carga leve)
- interromper correntes de curto-circuito alimentados pelo sistema principal
- interromper correntes de curto-circuito alimentados pelo gerador
- interromper correntes em oposição de fase

Maria Lacorte - Page 7  
28 Jan 2003

**ABB**

## Corrente de curto durante falha em transformador

### sem disjuntor de gerador

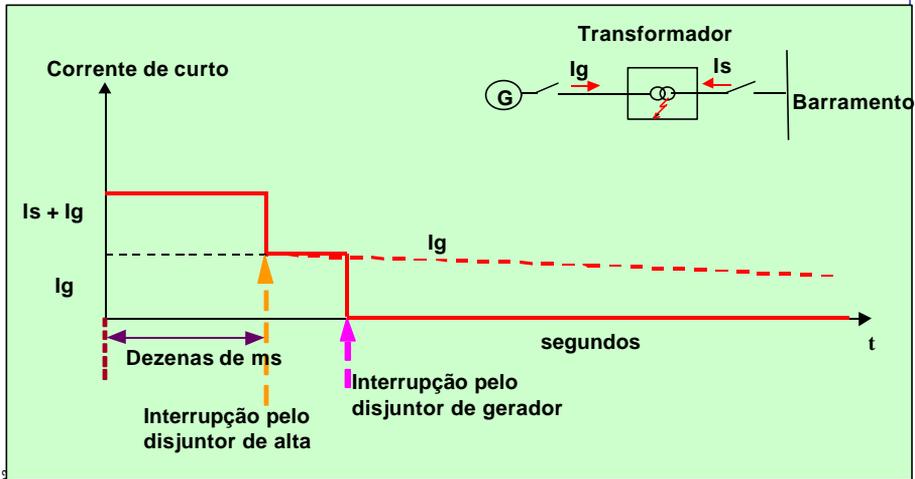


Maria Lacorte - Page 8  
28 Jan 2003

**ABB**

## Corrente de curto durante falha em transformador

### com disjuntor de gerador



Maria Lacorte - Page 9  
28 Jan 2003

**ABB**

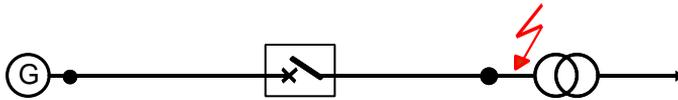
## Explosão de Transformador (Usina sem Disjuntor de Gerador)



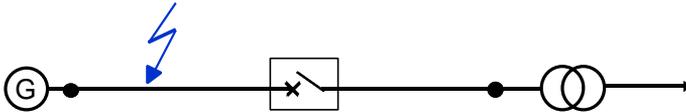
Maria Lacorte - Page 10  
28 Jan 2003

**ABB**

## Transitório de Curto alimentado pelo Gerador



**Curto alimentado pelo gerador**  
**assimetria 130%**  
**taxa crescimento TRT 2.2 kV/ms**



**Curto alimentado pela rede**  
**assimetria 74%**  
**taxa crescimento TRT 6 kV/ms**

## Transitório de Curto alimentado pelo Gerador

- solicitação mecânica/elétrica > disjuntor média tensão
- norma IEC não cobre requerimentos típicos de um disjuntor de gerador
- única norma disponível internacionalmente para disjuntor de gerador

**IEEE Std. C37.013**

# IEC 62271-100 / 2001 (antiga IEC 56)

62271-100 © IEC 2001

- 21 -

## HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

### Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers

#### 1 General

##### 1.1 Scope

This International Standard is applicable to a.c. circuit-breakers designed for indoor or outdoor installation and for operation at frequencies of 50 Hz and 60 Hz on systems having voltages above 1 000 V.

It is only applicable to three-pole circuit-breakers for use in three-phase systems and single-pole circuit-breakers for use in single-phase systems. Two-pole circuit-breakers for use in single-phase systems and application at frequencies lower than 50 Hz are subject to agreement between manufacturer and user.

This standard is also applicable to the operating devices of circuit-breakers and to their auxiliary equipment. However, a circuit-breaker with a closing mechanism for dependent manual operation is not covered by this standard, as a rated short-circuit making-current cannot be specified, and such dependent manual operation may be objectionable because of safety considerations.

This standard does not cover circuit-breakers intended for use on motive power units of electrical traction equipment; these are covered by IEC 60077 [4]<sup>1)</sup>.

Generator circuit-breakers installed between generator and step-up transformer are not within the scope of this standard



## Normas para Disjuntor de Gerador

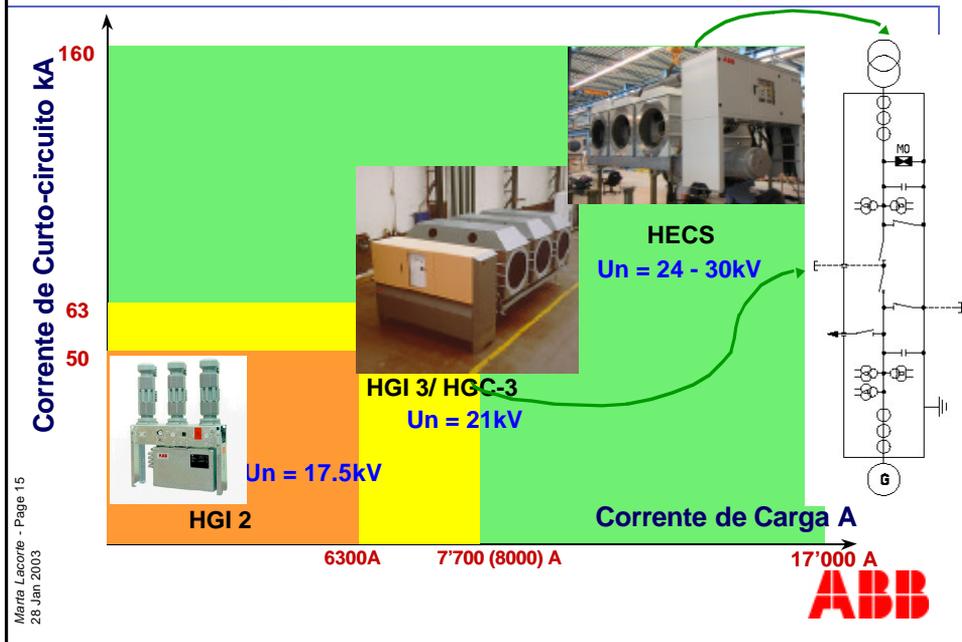
**IEC 60056** não cobre adequadamente os requisitos aplicáveis a disjuntor de gerador.

**IEEE Std. C37.013** cobre adequadamente os requisitos aplicáveis a disjuntor de gerador. É a única norma nacional ou internacional específica para disjuntor de gerador.

**Conclusão:**  
Especificação de Disjuntor de Gerador  
deve ser baseada na IEEE Std. C37.013



## Sistema de Disjuntor de Gerador ABB



## Características

- montado e testado na fábrica;
- capacidade de interromper todo tipo de corrente de falta em 4 ciclos;
- rapidez na interrupção da falta.

## Vantagens

- redução no tempo e custos de comissionamento;
- redução nos custos iniciais;
- prevenção de danos maiores nos equipamento da Usina (explosão de tanque de transformador);
- prevenção de destruição do gerador por excesso de temperatura;
- prevenção de longas interrupção da operação.

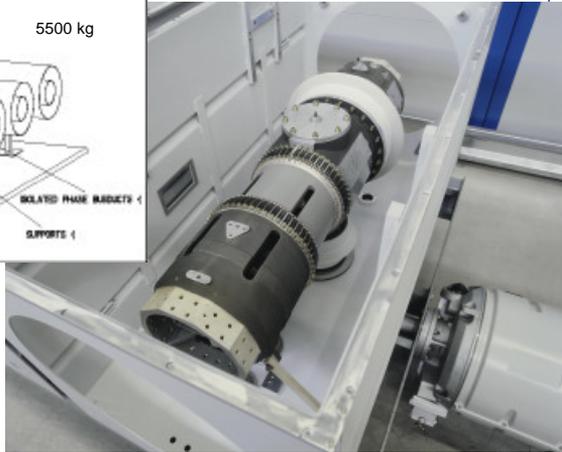
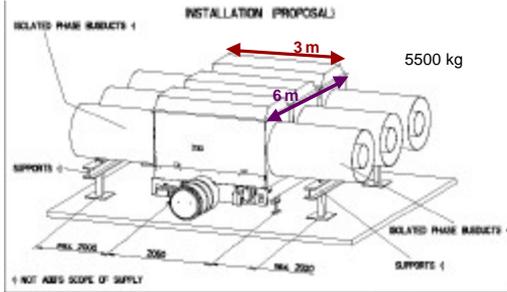


## Aumento da Confiabilidade e Disponibilidade da Usina

- simplificação do procedimento de operação;
- definição das responsabilidades operacionais;
- redução de probabilidade de erros;
- aumento da disponibilidade dos serviços auxiliares da usina;
- sincronização do gerador no nível de tensão do gerador por meio do disjuntor de gerador;
- eliminação rápida e seletiva de qualquer tipo de falta;
- redução de danos secundários custosos;
- redução de tempos longos de reparo
- maior número de horas em operação (disponibilidade)
- maior lucro para operador da usina (disponibilidade).



## Disjuntor de Gerador HECS



Vista de uma fase do HECS

Maria Lacorte - Page 19  
28 Jan 2003

**ABB**

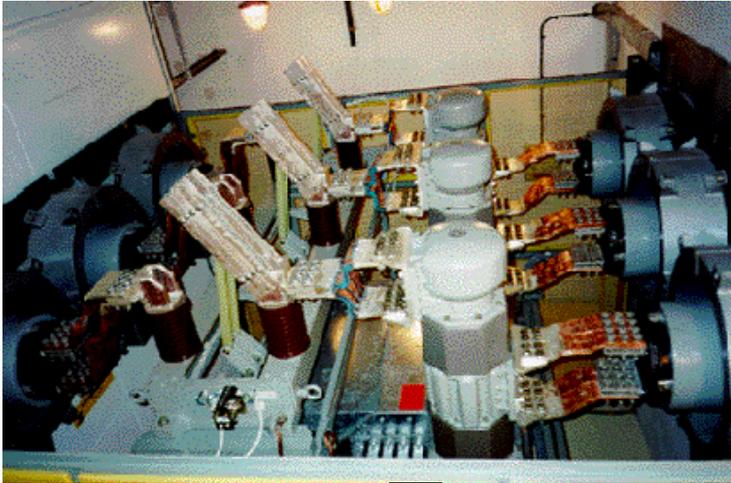
## Instalação de GCB Tipo HEC 3



Maria Lacorte - Page 20  
28 Jan 2003

**ABB**

Exemplo de instalação



Arranjos



Life Cycle Cost

$$LCC = IC + (FC + VC) * \left( \frac{(1+p)^{n-1}}{p * (1+p)^n} \right)$$

sendo:

LCC = Life Cycle Cost (valor presente)

IC = investimento inicial

FC = custo anual de operação e manutenção

VC = custo anual devido falhas/interrupções

n = vida útil

p = taxa de juros



## Life Cycle Cost

### ■ Investimento Inicial:

Custos envolvidos em um projeto até entrar em operação:

- custo de aquisição dos equipamentos;
- custo da instalação;
- custo do comissionamento.

## Life Cycle Cost

### ■ Custo anual de operação e manutenção:

- custos relativos à equipe de supervisão e manutenção;
- custos da energia necessária para serviços auxiliares;
- custos de infraestrutura;
- custos de peças de reposição.

## Life Cycle Cost

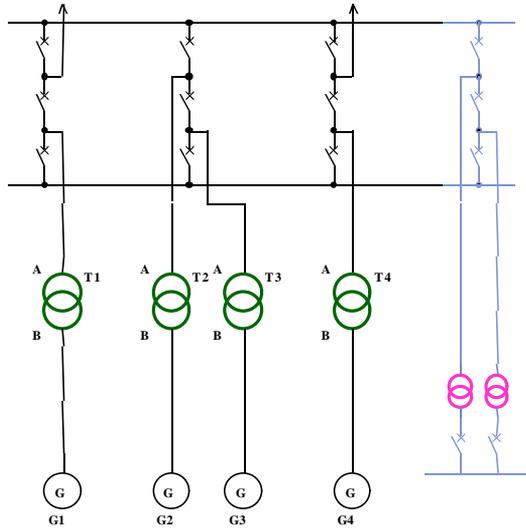
### ■ Custo anual devido a falhas/interrupções:

Custos causados por falhas ou por interrupções programadas no fornecimento de energia:

- custos da equipe de reparo;
- custos das peças de reposição;
- custos de perdas e danos / multas.

Cálculo e avaliação do Custo de Vida Total:  
aplicação para uma subestação de usina  
hidroelétrica

## Usina Hidroelétrica **sem** GCB

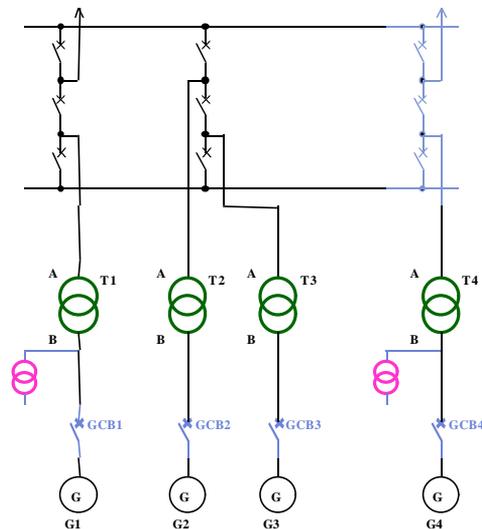


4 bays AT 1 1/2 Disj.  
4 transformadores elevadores  
2 transformador de serviços auxiliares

Maria Lacorte - Page 27  
28 Jan 2003

**ABB**

## Usina Hidroelétrica **com** GCB

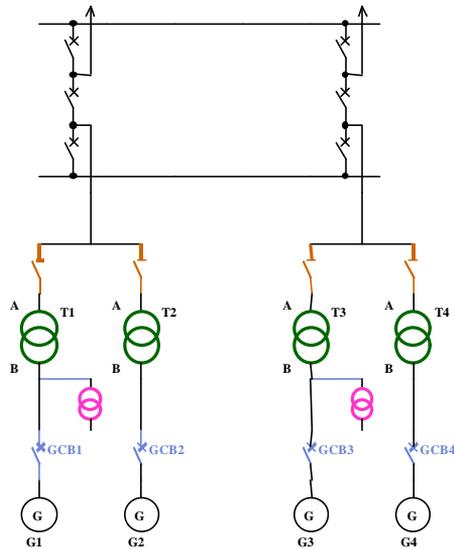


3 bays AT 1 1/2 Disj.  
4 transformadores elevadores  
2 transformador de serviços auxiliares  
4 GCB

Maria Lacorte - Page 28  
28 Jan 2003

**ABB**

## Usina Hidroelétrica com GCB

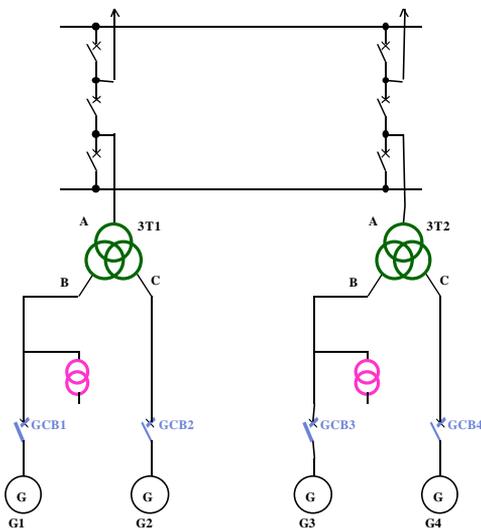


2 bays AT 1 1/2 Disj.  
4 transformadores  
elevadores  
2 transformador de  
serviços auxiliares  
4 GCB  
2 seccionadoras AT

**ABB**

Maria Lacorte - Page 29  
28 Jan 2003

## Usina Hidroelétrica com GCB

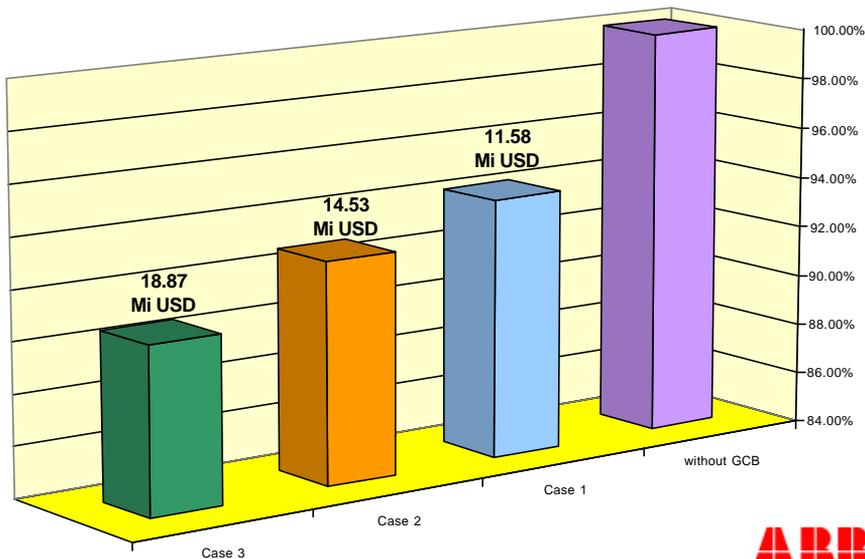


2 bays AT 1 1/2 Disj.  
2 transformadores  
elevadores de tres  
enrolamentos  
2 transformador de  
serviços auxiliares  
4 GCB

**ABB**

Maria Lacorte - Page 30  
28 Jan 2003

## Resultado do Cálculo de LCC



Marta Lacorte - Page 31  
28 Jan 2003

**ABB**

## CONCLUSÃO

- ✓ disjuntores de gerador modernos com gás SF6 para correntes de curto-circuito até 160 kA : unidade geradoras até 1400 MW;
- ✓ equipamentos associados: chave seccionadora, chave de terra, transformadores de corrente, transformadores de potencial, capacitores de surto e pára-raios;
- ✓ melhora na funcionalidade do disjuntor de gerador;
- ✓ arranjos de usina mais simples e mais econômicos;
- ✓ maior disponibilidade → aumento do número de horas em operação.

**→ maior lucro para o operador da usina.**

Marta Lacorte - Page 32  
28 Jan 2003

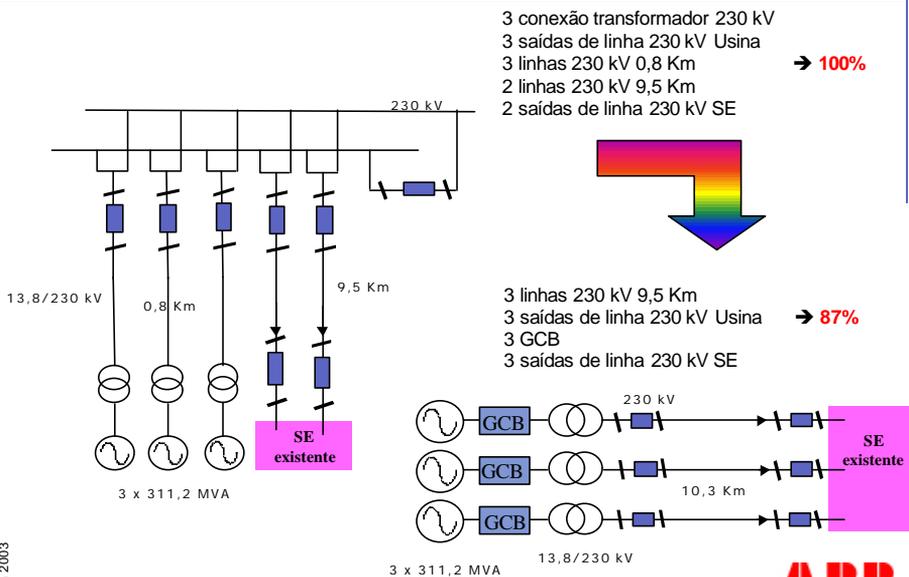
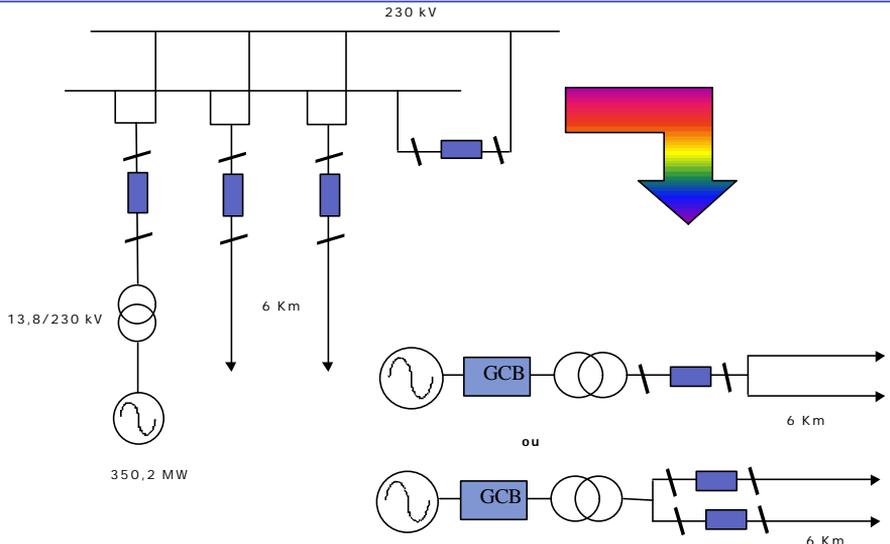
**ABB**

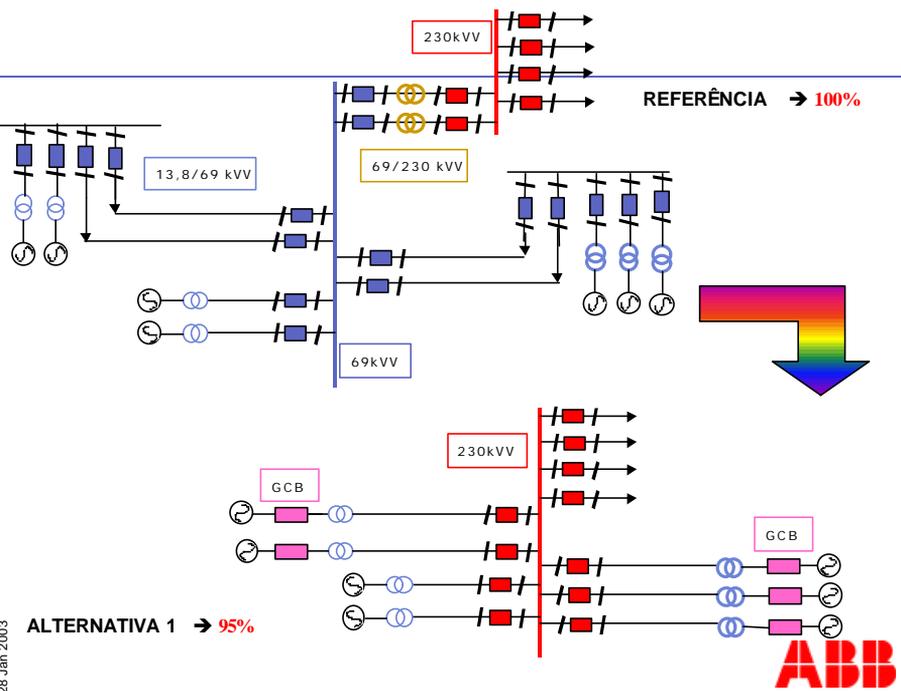
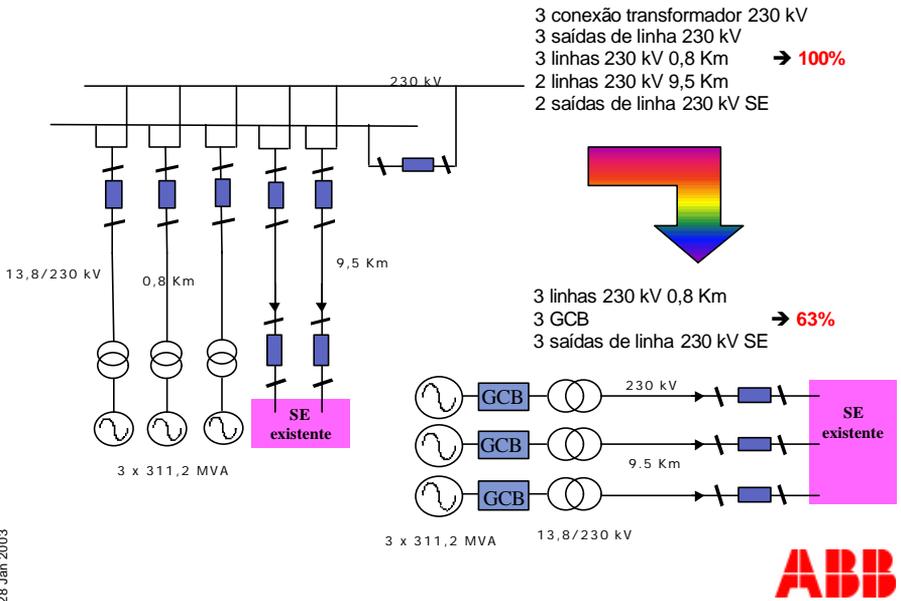
# Contatos

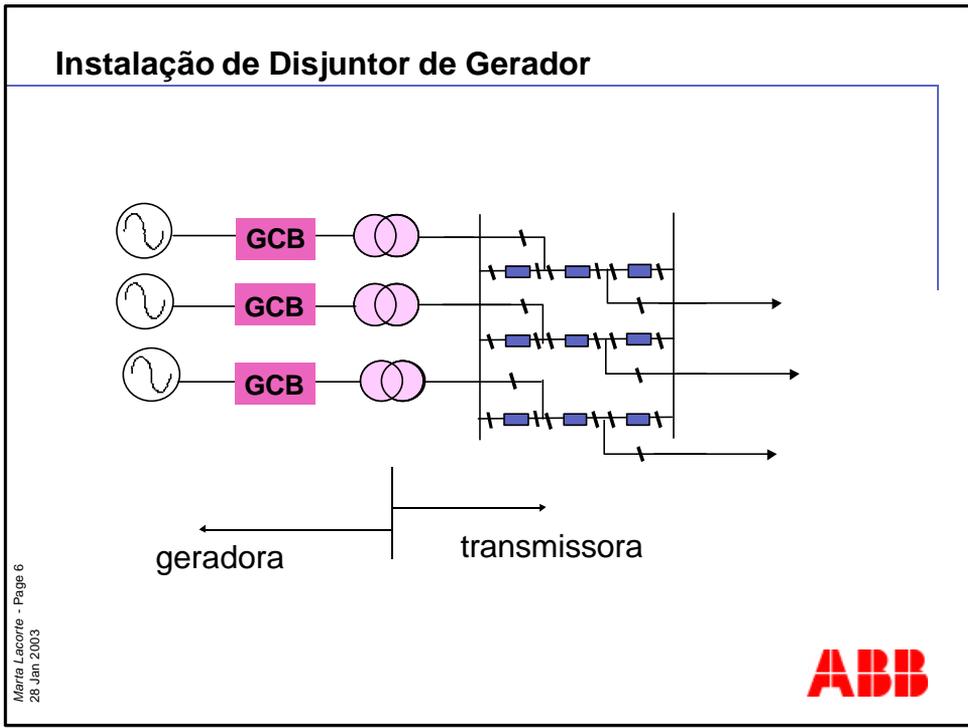
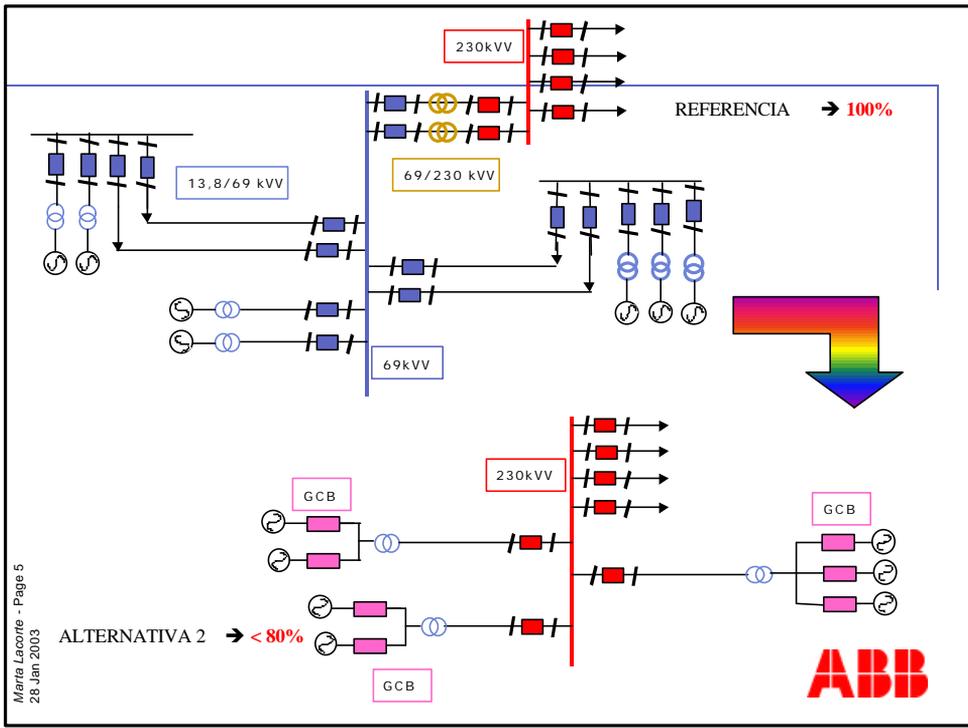
**Marta Lacorte** tel **011 6464 8762**  
**marta.lacorte@br.abb.com**

**Fabiano Oliveira** tel **011 6464 8255**  
**fabiano.oliveira@br.abb.com**









## Exemplo: Instalação de Disjuntor de Gerador em uma Usina em operação



Maria Lacorte - Page 7  
28 Jan 2003

**ABB**

## Disjuntor de Gerador chegando na Usina



Maria Lacorte - Page 8  
28 Jan 2003

**ABB**

## Cortando o tubo para instalação do Disjuntor de Gerador

Maria Lacorte - Page 9  
28 Jan 2003



**ABB**

## Disjuntor de Gerador instalado

Maria Lacorte - Page 10  
28 Jan 2003



**ABB**

## Instalação Interna



Maria Lacorte - Page 11  
28 Jan 2003

**ABB**