



Seminário Nacional de Produção e
Transmissão de Energia Elétrica

SISTEMA PARA DETECÇÃO DE FALHAS EM TURBOGERADORES UTILIZANDO ANÁLISE DA ASSINATURA ELÉTRICA E COMPONENTES SIMÉTRICAS

GPT
Germano Lambert-Torres
e outros

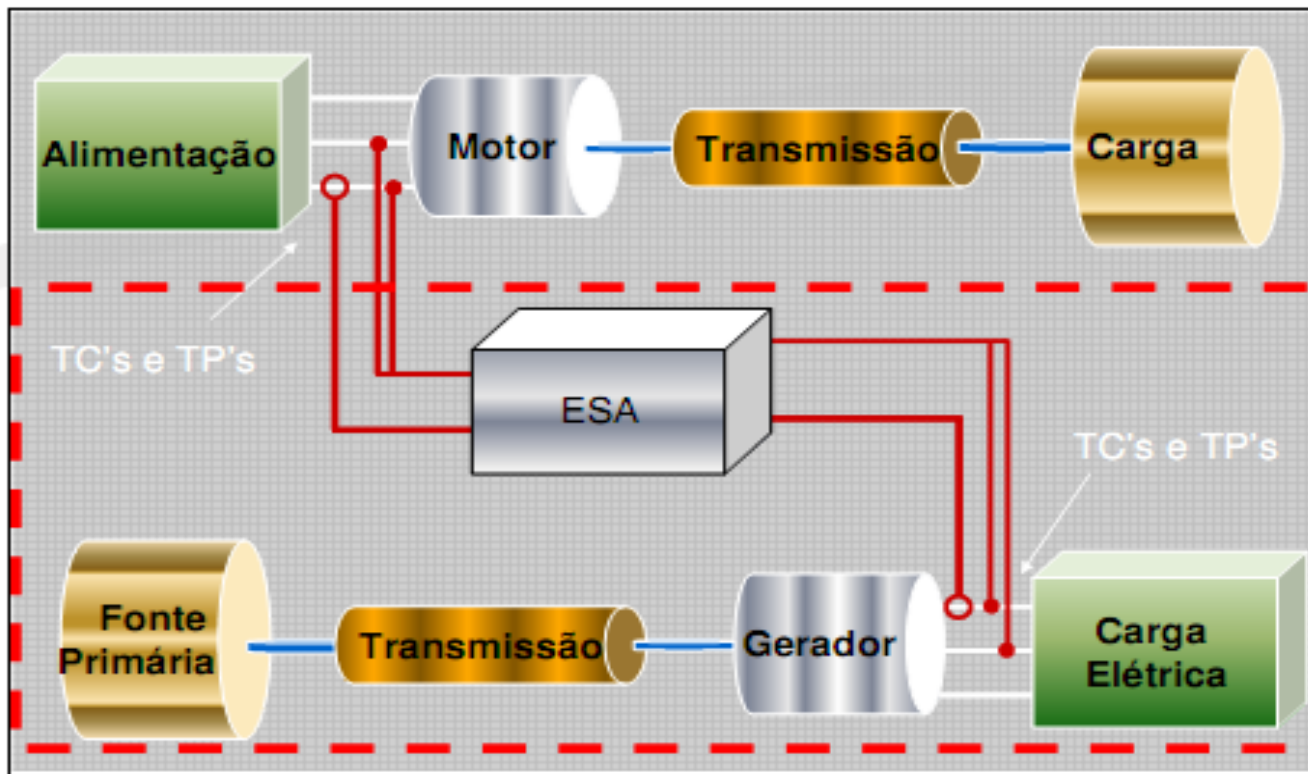


- Aplicação da análise da assinatura elétrica para a detecção de falhas em geradores síncronos: padrão de frequência de rotação, indicativo de falhas elétricas e mecânicas.
- Metodologia para se distinguir o efeito de falhas elétricas e mecânicas no rotor com base na análise de componentes simétricas.
- Estudo dos harmônicos pares e separação de harmônicos da rede e componentes de falha para geradores de dois polos.
- Resultados experimentais e exemplos de sinais reais de geradores em operação na Usina da Termo Norte, em Porto Velho.

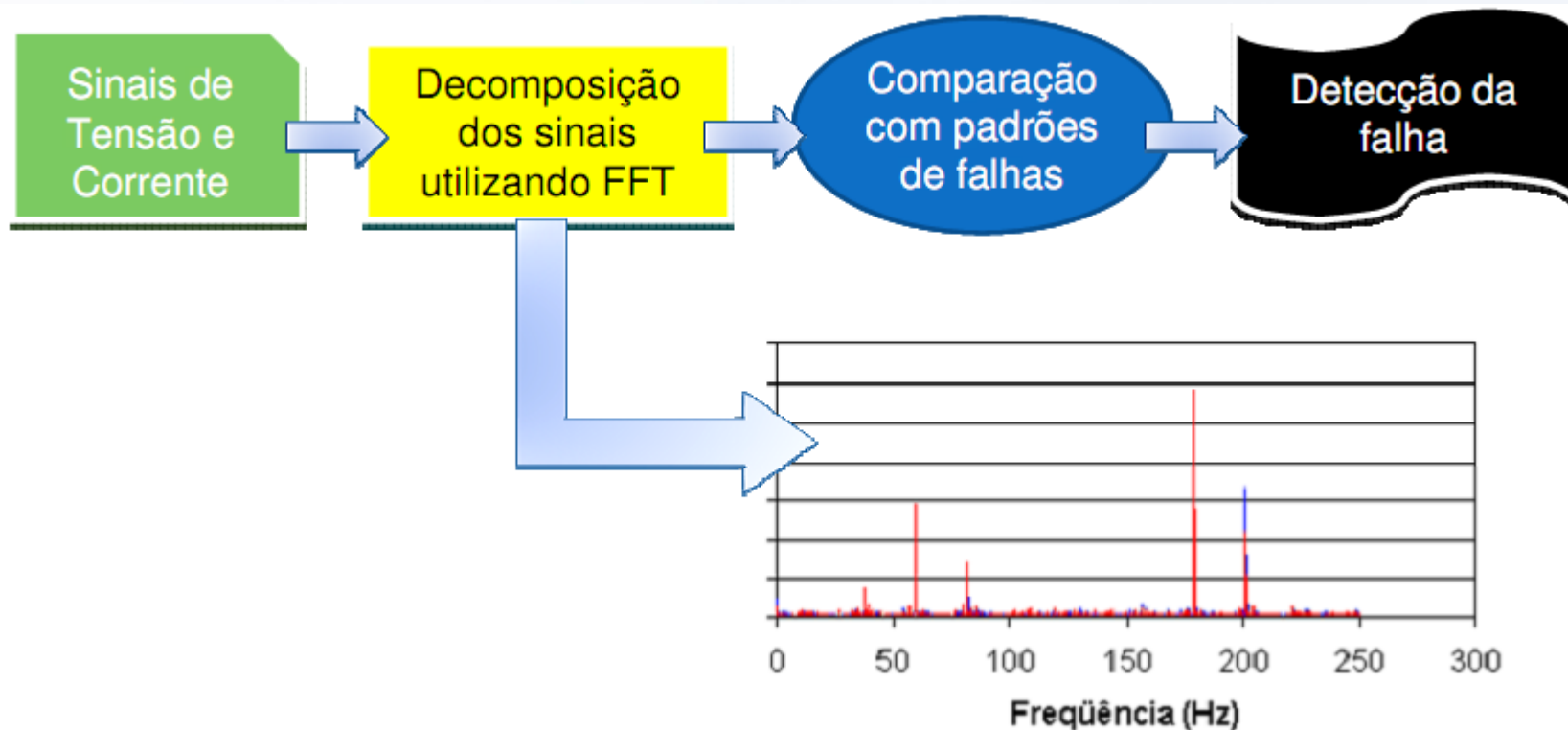
MANUTENÇÃO PREDITIVA



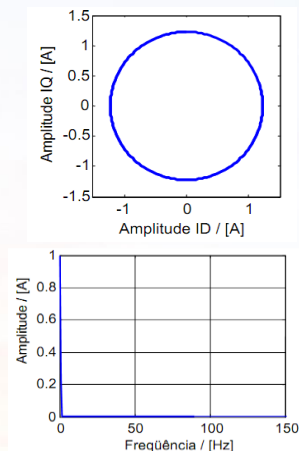
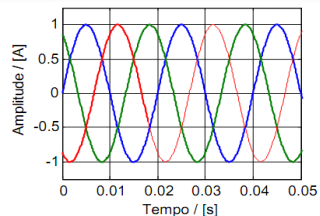
ANÁLISE DA ASSINATURA ELÉTRICA



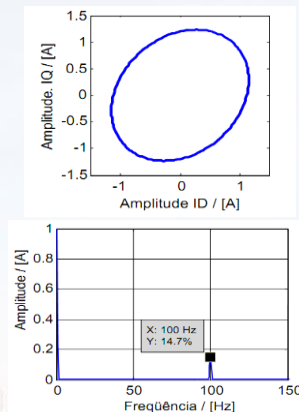
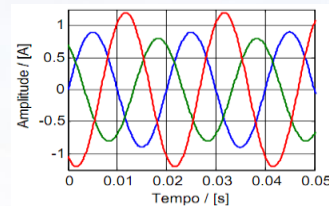
ANÁLISE DA ASSINATURA ELÉTRICA



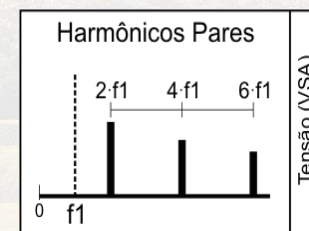
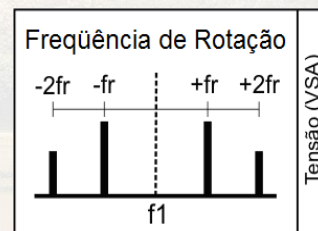
Corrientes Equilibradas



Corrientes Desequilibradas



Curto-circuito no Enrolamento Rotórico



DIFERENÇA ENTRE HIDRO E TURBOGERADORES

- Os padrões de falhas são válidos tanto para hidro quanto para turbogeradores.
- A principal diferença está na frequência de rotação:
 - Hidrogerador: geralmente, de polos salientes, possui vários polos, logo uma menor frequência de rotação
 - Turbogenerador: geralmente, de polos lisos, possui poucos polos, logo uma maior frequência de rotação

Para dois polos:

$$f_r = \frac{f_1}{p} = \frac{f_1}{1} = f_1$$

- A frequência de rotação (f_r) coincide com a frequência fundamental (f_1).
- As frequências dos padrões de falha coincidem com os harmônicos da rede.

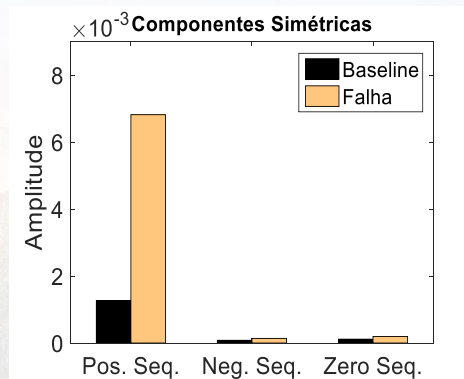


Necessidade de distinção da presença de falhas elétricas e mecânicas nos harmônicos!

ANÁLISE DAS COMPONENTES SIMÉTRICAS

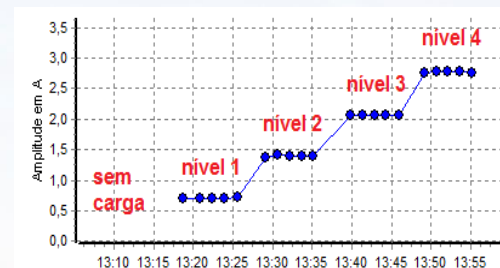
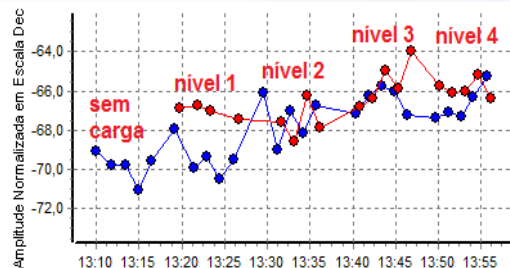
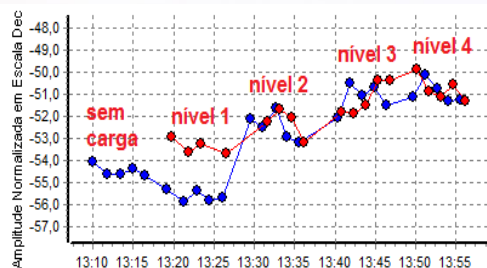
$$\dot{V}_{012} = T^{-1} \cdot \dot{V}_{abc}$$

$$T^{-1} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix}$$

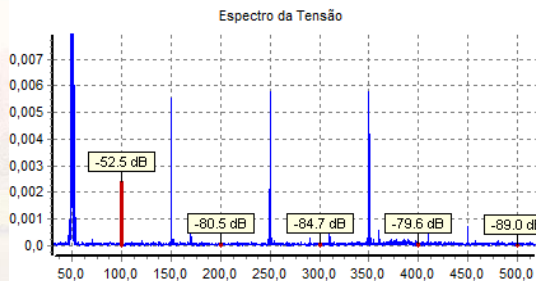


HARMÔNICOS PARES EM GERADORES DE DOIS POLOS

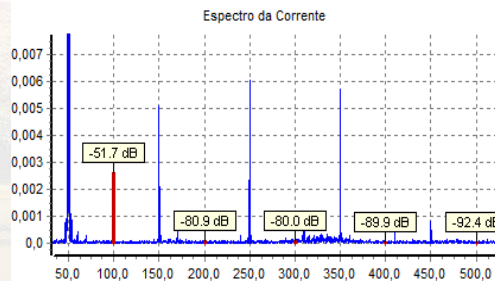
Ensaio de Baseline



Análise VSA
Aquisição: 29/03/16 13:31:06

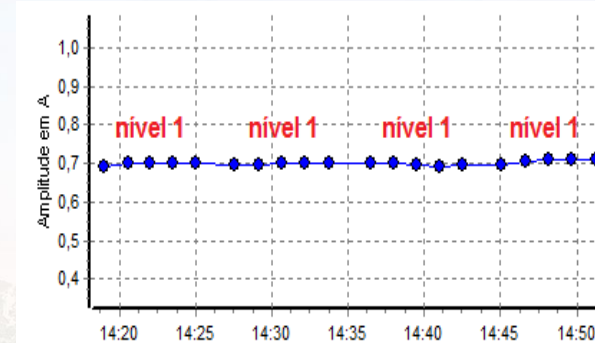
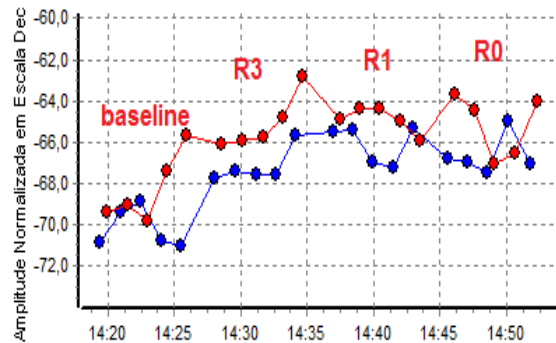
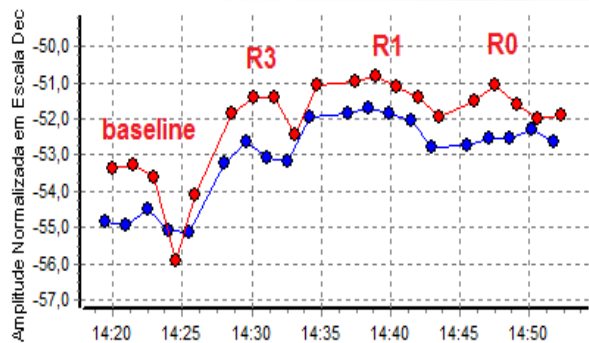


Análise CSA
Aquisição: 29/03/16 13:33:07



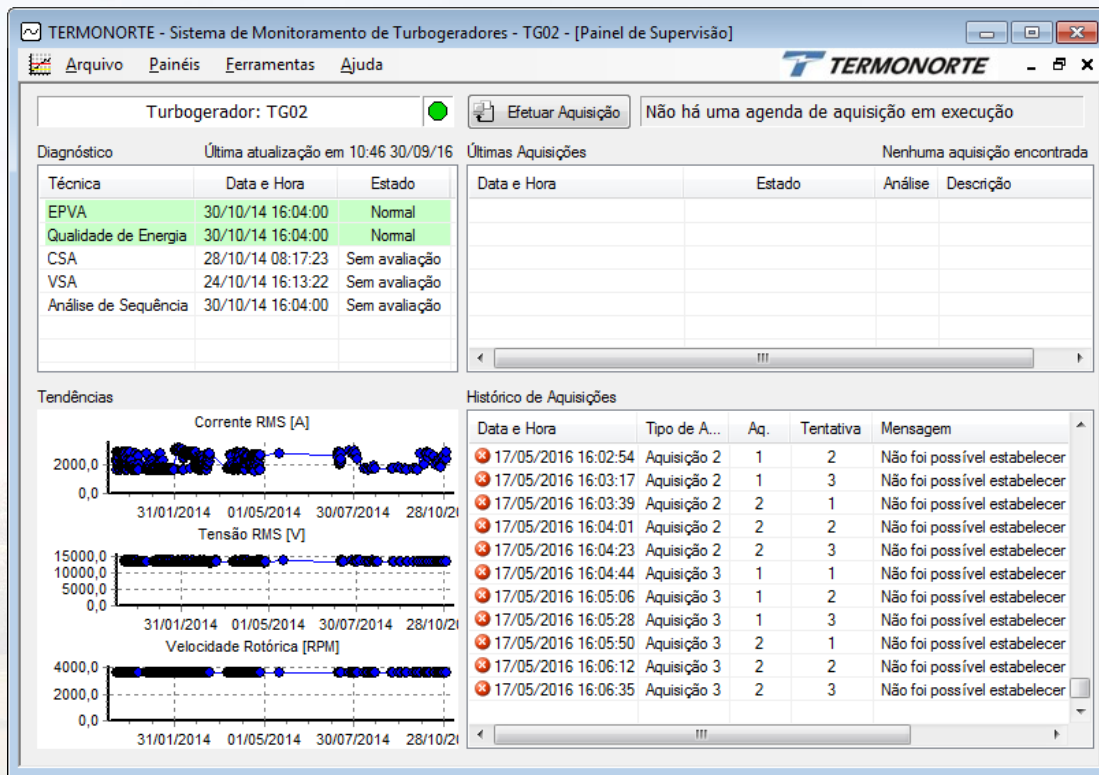
HARMÔNICOS PARES EM GERADORES DE DOIS POLOS

Ensaio de Curto Circuito no Enrolamento Rotórico



SISTEMA EM OPERAÇÃO NA USINA TERMONORTE

- Porto Velho
- Potência: 404 MW
- 4 moto-geradores de 16 MW
- 3 turbogeradores de turbinas a gás de 73,8 MW
- 1 turbogerador de turbina a vapor de 119 MW.




CONCLUSÃO

- Peculiaridades na aplicação da ESA para a detecção de falhas em geradores síncronos
- Metodologia para separação do efeito de falhas elétricas e mecânicas nas componentes de falha de ESA baseada na análise das componentes simétricas
- Estudo sobre o comportamento dos harmônicos pares, visando à aplicação de ESA para geradores síncronos de dois polos
- Implementada no sistema para monitoramento inteligente para manutenção preditiva de turbogeradores, instalado na Usina da Termo Norte, em Porto Velho
- Sistema desenvolvido possui baixo custo, baixo nível de invasão e abrange a detecção de falhas elétricas e mecânicas

Germano Lambert-Torres

 (35) 3622-0132

 (35) 99986-0378

 germanoltorres@gmail.com

 www.institutognarus.com.br