



ANÁLISE DE GASES DISSOLVIDOS EM TRANSFORMADORES COMO FERRAMENTA DE MANUTENÇÃO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS PRINCIPAIS MÉTODOS E A EXPERIÊNCIA DA COPEL DISTRIBUIÇÃO

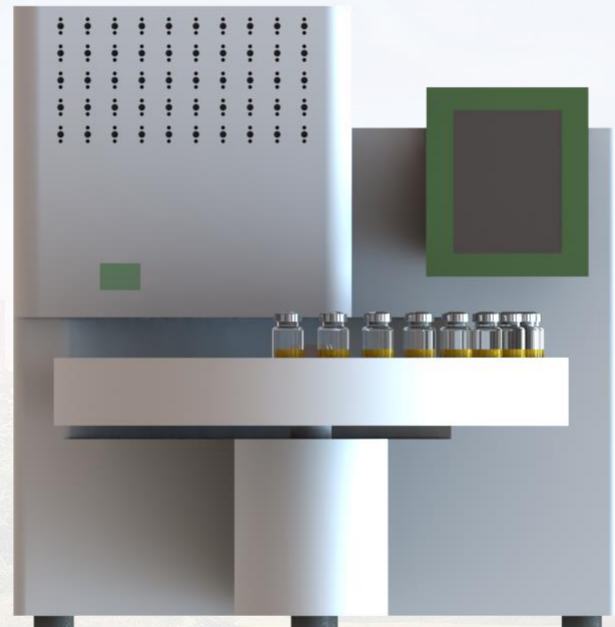
GTM - Rodger V. Pereira;
Mateus Giesbrecht; José A. de
França e Ana L. de S. M. Felício

Dados:

- ✓ Obtidos ao longo de 30 anos;
- ✓ Separados 14.332 conjuntos de dados;
- ✓ Total de 807 TF, de 29 fabricantes;
- ✓ Tensões de 34,5 kV, 69 kV e 138 kV;

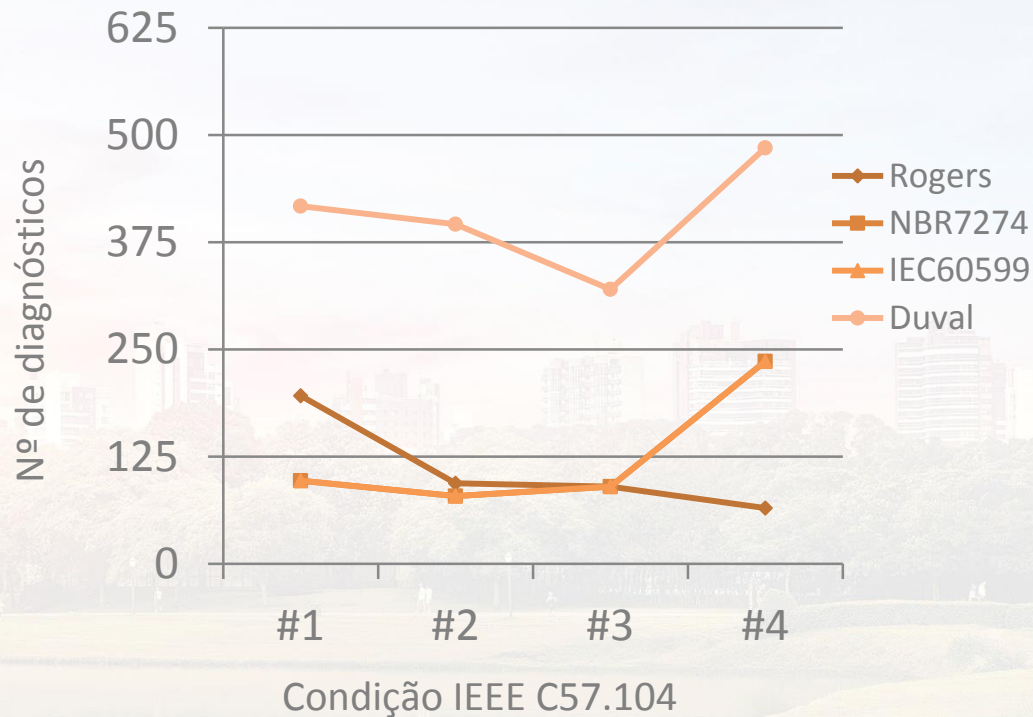
Submetidos aos métodos:

- ✓ Duval (triângulo 1);
- ✓ Rogers;
- ✓ NBR 7274:2012;
- ✓ IEC 60599:2007;
- ✓ IEEE.C57.104-2008.

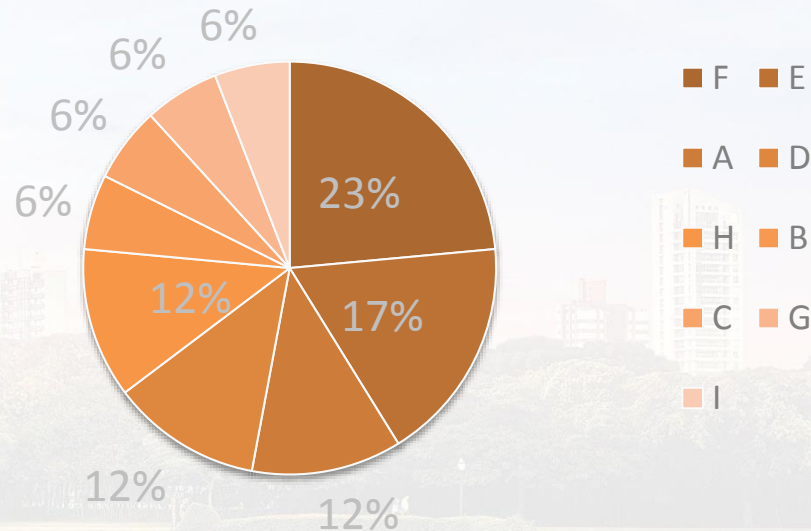


CONCORDÂNCIA ENTRE OS MÉTODOS

Descargas



Fabricante



Ações

CONCLUSÃO – POSSIBILIDADES AGD

- ✓ Possibilidades de AGD:
 - ✓ Recentes publicações (7), (13);
 - ✓ Associação de métodos de AGD (13);
 - ✓ Abordagem linear x não linear?
 - Variação solubilidade dos gases $f(T)$;
 - Dinâmica da geração de gases;
 - Variação de temperatura e energia durante faltas, falhas e defeitos.
 - ✓ O emprego de inteligência artificial;
 - ✓ Sem se esgotar o tema.

CONCLUSÃO – DIAGNÓSTICOS AGD

- ✓ Os diagnósticos por AGD:
 - ✓ Importantes ferramentas auxiliares na manutenção;
 - ✓ Podem sugerir tanto o tipo de falha ou defeito, ou mesmo a gravidade destes;
 - ✓ Contudo estão sujeitos a discordância de diagnóstico entre os métodos para uma mesma falha conhecida;
 - ✓ Neste caso a incerteza pode ser inserida por vários aspectos no processo de amostragem e parece interferir nos diagnósticos (8); Apesar da maturidade e aceitação dos métodos de AGD;
 - ✓ Discordâncias encontradas entre diagnósticos demonstram que tema que não se encontra esgotado;

CONCLUSÃO - RESULTADOS

✓ Resultados:


- ✓ Maioria das falhas ou defeitos foram passíveis de manutenção ou recuperação dos equipamentos (94%);
- ✓ 71% puderam ser reparados com manutenções efetuadas pela própria concessionária;
- ✓ A maioria dos eventos catastróficos têm origem externa ao TF;
- ✓ Observa-se que a sobrecarga intensa por curto-circuito externo ao TF apresentou-se como a causa (evento desencadeador) mais comum destes eventos.

RODGER VITORIA PEREIRA

 (43) 3293-2325

 (43) 98822-9913

 rodger.pereira@copel.com

 www.copel.com

- (1) ZIRBES, R., ROLIM, J., e ZURN, H. H., Metodologias para avaliação e diagnóstico do estado de isolamentos de papel impregnado com óleo mineral - Revista Controle e Automação, vol. 16, no. 3, Agosto de 2005.
- (2) IEEE.C57.104-2008, Guide for the interpretation of gases generated in oil-immersed transformers - IEEE Power & Energy Society, Fevereiro de 2009.
- (3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Interpretação da análise dos gases de transformadores em serviço, NBR7274:2012.
- (4) ROGERS, R. R., IEEE and IEC codes to interpret incipient faults in transformers, using gas in oil analysis - IEEE Trans. Dielect. Elect. Insulation, vol. E1-13, p. 349–354, Outubro de 1978.
- (5) DÖRNENBURG, E. e STRITMATTER, W., Monitoring oil-cooled transformers by gas analysis - Brown Boveri Rev., vol. 61, no. 5, pp. 238–247, Maio de 1974.
- (6) DUVAL, M., Fault gases formed in oil-filled breathing e.h.v. power transformers: the interpretation of gas analysis data - Proc. IEEE Power Eng. Soc. Conf.
- (7) DUVAL, M., e LAMARRE L., The Duval pentagon-a new complementary tool for the interpretation of dissolved gas analysis in transformers - Electrical Insulation Magazine, IEEE, vol. 30, no. 6, pp. 9–12, Novembro de 2014.
- (8) DUVAL, M. e DUKARM, J., Improving the Reliability of Transformer Gas-in-Oil Diagnosis, IEEE Electrical Insulation Magazine, IEEE, vol. 21, no. 4, pp 21-27, Agosto de 2005.

- (9) GIBEAULT, J. P., BEAUCEHMAN, C. e SPARLING, B. D., Tutorial: Online monitoring of key fault gases in transformer oil: an operational experience accumulated over the years - Syprotec Inc., Tech. Rep., Agosto de 1997.
- (10) DUVAL, M., Dissolved gas analysis: It can save your transformer - Electrical Insulation Magazine, IEEE, vol. 5, no. 6, pp. 22–27, Novembro de 1989.
- (11) IEC60599-2007, Mineral oil-impregnated electrical equipment in service - guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis - IEC tech. committee 10: Fluids for Electrotechnical Applications, Maio de 2007.
- (12) MILASCH, M., Manutenção de transformadores em líquido isolante – São Paulo. Ed. Blucher; Escola de Engenharia, 1984.
- (13) BRITO, Leonardo C., RIBEIRO, Cacilda de J., ROCHA, Adson S., DIAS, Yuri A., MOURA, Nicolas K., PALHARES, Pedro H. S., MARQUES, André P., AZEVEDO, Cláudio H. B., SANTOS, José A. L., Abordagem Combinada dos Guias IEEE e IEC para Interpretação de Análises de Gases Dissolvidos em Óleo Mineral Isolante – SBSE VI Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2016.

1- Os autores comentam que incertezas influenciam nos resultados. Qual o perfil do profissional que executa a amostragem de óleo isolante e quais os procedimentos adotados pela empresa para garantir a cadeia de medição ?

- ✓ Na intenção de diminuir as incertezas, as amostras são colhidas mediante procedimento definido(NBR 7070), por profissional qualificado e treinado, acondicionadas em sala com temperatura e umidade controladas e encaminhadas posteriormente para análise. Este manuseio de amostras e o tempo para análise são fatores que interferem nas medições, aliando-se os métodos de medição A e B da ASTM 3612 e NBR 7070 e o descrito em [6] . cremos ser pontos que interfeririam positivamente na diminuição destas incertezas: a utilização do método ASTM 3612-C, a determinação de DGA online, e a utilização de outras técnicas de Inteligência artificial para a determinação do diagnóstico.

2-Os autores selecionaram 17 TF entre o histórico existente baseados no conhecimento das intervenções realizadas versus diagnósticos disponíveis por diversas metodologias de análise. Os autores definiram qual a metodologia de análise com maior número de acertos?

- ✓ Sim, mediante os casos estudados o método do triângulo de Duval teve 89% de acerto, o de Rogers 61%, e NBR e IEC 44% cada.

3- Os autores concluem que a maioria dos eventos catastróficos têm origem externa ao TF, seria possível discordar desta posição associando o conhecimento dos diferentes graus de envelhecimento da parte ativa para uma mesma solicitação teórica?

- ✓ De um certo ponto de vista sim, mas permita-nos discorrer um pouco mais a respeito. Quando referimos à origem dos eventos catastróficos, destacamos o evento inicial desencadeante da falha. Esta provavelmente progride mediante a uma menor suportabilidade do TF, a qual poderia ser comprovada mediante exame mais criterioso da isolação sólida, calços, grau de polimerização etc decorrentes do envelhecimento. Contudo pode apontar para a possibilidade de se optar por uma filosofia de proteção mais conservadora do ponto de vista do TF, tanto das cargas como de seus periféricos, como uma ação possível para diminuir a possibilidade de uma parada não programada para manutenção do TF.