



**XXII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GSE/01
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO – VIII

GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO - GSE

AVALIAÇÃO DA AMPLITUDE DA CORRENTE E VELOCIDADE DE ABERTURA DOS CONTATOS NO ENSAIO DE RESISTÊNCIA DINÂMICA DE CONTATO EM DISJUNTORES DE ALTA TENSÃO

Ronimack Trajano de Souza(*)
IFPB

Edson Guedes da Costa
UFCG

Vladimir Cesarino de Souza
CHESF

RESUMO

O informe técnico descreve um arranjo de medição aplicável na avaliação da amplitude da corrente e velocidade de abertura dos contatos no ensaio de resistência dinâmica de contato (MRD) em disjuntores de alta tensão. Para realização dos ensaios, foi desenvolvido um sistema com capacidade de injeção de corrente de teste de 300 A utilizando-se de bateria estacionária 12 V e resistor regulável. As informações da MRD são adquiridas por um osciloscópio digital. Os ensaios foram realizados em laboratório, tendo com objeto de teste um disjuntor PVO de 800 A. Os resultados demonstram a viabilidade do arranjo proposto.

PALAVRAS-CHAVE

MRD, Resistência, Disjuntor, Manutenção, Medição

1.0 - INTRODUÇÃO

Os disjuntores são equipamentos responsáveis pelas manobras nos sistemas elétricos de potência, contribuindo decisivamente para a sua confiabilidade, seletividade, economia e continuidade de operação. Neste contexto, o monitoramento sistemático dos disjuntores é ferramenta fundamental para uma eficiente avaliação do seu estado operativo e redução de custos de operação e manutenção.

Nos últimos anos diversas técnicas e métodos de manutenção preventivas e preditivas em disjuntores de alta tensão têm sido desenvolvidos e/ou aperfeiçoados. Dentre as vantagens da manutenção preventiva está a redução do número de falhas ou defeitos e a possibilidade de se detectar, previamente, anormalidades nos equipamentos. As técnicas de manutenção devem produzir dados precisos para o correto diagnóstico do estado do disjuntor. Desmontagem de disjuntores que não possuem defeitos implica despesas desnecessárias, podendo ainda dá origem ou acelerar o surgimento de novos problemas no equipamento, tornando-o suscetível a falhas de operação.

O estado dos componentes internos das câmaras de extinção de arco em disjuntores de alta tensão reflete diretamente na condição de funcionamento do equipamento. Deve ser lembrado que o excessivo desgaste nos contatos de arco do disjuntor pode resultar na diminuição da capacidade de ruptura do disjuntor, e não garantindo o fornecimento confiável de energia elétrica que o sistema demanda (4).

Os resultados dos ensaios de medição de resistência estática entre os contatos, técnica não invasiva, têm sido um parâmetro determinante na avaliação do estado dos contatos principais dos disjuntores. Entretanto, o ensaio não garante que baixos valores de resistência impliquem em contatos em bom estado. O diagnóstico por meio da desmontagem e inspeção interna das câmaras de interrupção é um processo caro e demorado. Se os componentes internos do disjuntor puderem ser avaliados sem a necessidade de desmontagem, será possível

(*) Rua Denise Alves de Medeiros, n° 180 – Bloco C Apto 102 – CEP 58.410-743 Campina Grande, PB, – Brasil
Tel: (+55 83) 8840-5239 – Fax: (+55 83) 2102-1401 – Email: ronimack.souza@ifpb.edu.br

acompanhar a evolução do desgaste dos componentes de maneira eficiente, fazendo que o processo de manutenção seja otimizado (3).

Para se produzir dados mais concisos na avaliação da resistência de contato, nas últimas duas décadas, algumas pesquisas têm sido direcionadas para a medição da resistência dinâmica dos contatos (MRD) em disjuntores de alta tensão, como forma de avaliar o estado interno das câmaras. A MRD é um ensaio realizado com o disjuntor em processo de abertura, tomando-se o valor da resistência ôhmica de contato no tempo, medindo valores desde o início do processo de abertura dos contatos até a abertura total dos contatos. A MRD permite uma avaliação mais precisa da evolução do desgaste dos contatos principais e dos contatos de arco (4), (5) e (8).

2.0 - MANUTENÇÃO EM DISJUNTORES DE ALTA TENSÃO

A manutenção dos disjuntores merece atenção especial devido à sua importância para a segurança no fornecimento de energia e para a proteção do sistema elétrico e de outros equipamentos da subestação. A falta de manutenção em um disjuntor pode provocar a sua não abertura e tendo como consequência a perda de seletividade e o aumento da área do desligamento, atingindo outras linhas de transmissão e/ou distribuição.

Os disjuntores que seguem um padrão de manutenção baseada nos resultados de inspeções, suplementado com dados estatísticos e experiência acumulada, podem proporcionar uma vida de serviços mais longos do que o esperado. Se os dados de manutenção determinar que um disjuntor esteja em boas condições, o mesmo pode continuar a operar em vez de substituí-lo, entretanto, métodos eficientes de diagnóstico são de suma importância para se obter confiabilidade nos resultados.

O cronograma de manutenção dos disjuntores pode variar para cada instalação. A frequência das inspeções e manutenções é mais intensa em equipamentos mais antigos, bem como quando o disjuntor está submetido a severas condições operacionais (interrupções frequentes por falhas no circuito), e/ou ambientais (atmosfera agressiva que possam causar o desgaste e oxidação do equipamento, excesso de poeira ou sujeira, temperatura ambiente alta e umidade alta).

A avaliação do estado e componentes dos disjuntores é efetuada com o equipamento desenergizado. O disjuntor é desconectado do circuito, ficando o mesmo fora de serviço. Na manutenção dos disjuntores devem ser avaliados, no mínimo, os seguintes parâmetros: tempo de fechamento dos contatos (intervalo de tempo desde o início do comando até ocorrer o contato galvânico em todos os pólos); tempo de abertura dos contatos (intervalo de tempo desde o início do comando até a separação galvânica dos contatos em todos os pólos); sincronização de operação dos contatos; testes de vibração durante uma operação de abertura/fechamento; testes dos circuitos elétricos e resistência estática dos contatos principais.

Os resultados obtidos na avaliação dos parâmetros apresentados anteriormente são em sua maioria conclusivos, exceção feita à análise dos resultados da medição da resistência estática dos contatos principais. A medição da resistência dos contatos para conhecer o estado das conexões é feita enquanto o disjuntor está fechado e não fornece nenhuma indicação da condição dos contatos de arco (4) (5). O desgaste dos contatos ocorre principalmente sobre os contatos de arco, que são submetidas ao calor e energia produzida pelo arco durante a operação de abertura em falha (8). Para inspecionar a condição dos contatos, a abertura da câmara de extinção é necessária, indisponibilizando o disjuntor por longo tempo e demandando altos custos de manutenção (4).

Para se dispor de resultados que traduzam uma avaliação precisa da evolução do desgaste dos contatos principais e dos contatos de arco, algumas pesquisas têm sido direcionadas para a medição da resistência dinâmica dos contatos (MRD) dos disjuntores, como forma de avaliação do estado interno das câmaras. A MRD permite uma avaliação concisa da evolução do desgaste de ambos os contatos, sem a necessidade de abertura da câmara de extinção (4) (5) (8). A MRD permite medir o comprimento do arco de contato e por comparação com o valor medido quando novo, para um mesmo disjuntor, a relação subsidiará na determinação do nível do desgaste (8). Os resultados da MRD são usualmente apresentados em curvas de resistência dos contatos (Ω) versus distância dos contatos (mm) ou resistência dos contatos (Ω) versus tempo (s) de abertura dos contatos.

O diagnóstico do estado do disjuntor através da análise do valor da resistência de contato tem como fundamentação as imperfeições micrométricas dos contatos das câmaras de extinção de arco. Sendo os contatos micrometricamente porosos, a deformação destes contribui substancialmente para o aumento da resistência de contato entre os eletrodos. Nas conexões onde se configure uma má conexão, haverá um aumento gradual da resistência de contato e, conseqüentemente, um sobreaquecimento local (3).

2.1 Medição de resistência de contato em disjuntores

De modo análogo aos demais ensaios de medição de grandezas elétricas, o circuito de medição da resistência de contato é constituído por uma combinação de fios condutores, conectores, terminais e instrumentos de medição. A

exatidão da medição é dependente de muitos fatores, incluindo: temperatura na área de detecção, condições ambientais, distância entre os sensores, tipo de instrumentação, tipos de conexões e principalmente o método de medição (2, 3 ou 4) fios condutores por elemento, visto que estes podem influenciar significativamente nos resultados. No ensaio de medição de resistência de contato é utilizado o método de medição a quatro fios. A medição a quatro fios é principalmente aplicada em medições de baixas resistências, abaixo de 10Ω (7). Neste método de ensaio são utilizados dois sensores para se injetar corrente no objeto de prova e dois sensores de tensão, que medem a queda de tensão diretamente nos terminais do objeto de prova. O arranjo permite o cancelamento de queda de tensão nos cabos de corrente, garantindo assim uma medição mais precisa da resistência.

Para uma maior precisão do método, deve se utilizar fonte de corrente elevada, geralmente acima de 10 A (7). Existem várias razões para a utilização de uma alta corrente nos testes de resistência de contato. Em correntes baixas, os valores medidos serão os mesmo, desde que haja linearidade na resistência versus a corrente. O risco é que em alguns casos, com a aplicação de baixas correntes, os valores de resistência obtidos podem ser muito elevados, principalmente nos casos em que haja composto químicos depositados na superfície de contato ou um contato poluído a partir do repouso de produtos de várias interrupções de corrente nominal (4).

Para os ensaios de resistência de contato tem-se duas recomendações. O padrão da IEC (International Electrotechnical Commission) sugere que seja aplicada uma corrente de pelo menos 50 A. O padrão ANSI (American National Standards Institute) sugere que seja aplicada uma corrente de pelo menos 100 A.

2.1.1 Medição de resistência estática de contato em disjuntores

O ensaio de resistência de contato estática é implementado com a injeção de uma corrente contínua de teste através dos contatos principais do disjuntor, simultaneamente, mede-se a queda de tensão sobre os contatos (buchas terminais). O equipamento usualmente utilizado nesse ensaio é o microhmímetro. Os microhmímetros são equipamentos portáteis projetados para medição de resistência de contato de objetos de teste não indutivo. O instrumento possui quatro sensores para conexão ao elemento de teste, sendo dois sensores de corrente (C1 e C2) e dois sensores de potencial (P1 e P2). Com os contatos do disjuntor fechados, a corrente de teste é aplicada entre os terminais C1 (terminal superior do disjuntor) e C2 (terminal inferior do disjuntor). Paralelamente é medida a diferença de potencial entre os sensores P1 e P2 (diferença de potencial entre os terminais superior e inferior do disjuntor), ver Figura 1. A resistência é calculada internamente no instrumento, dividindo-se a tensão medida pela corrente injetada e o valor ôhmico é indicado em seu mostrador.

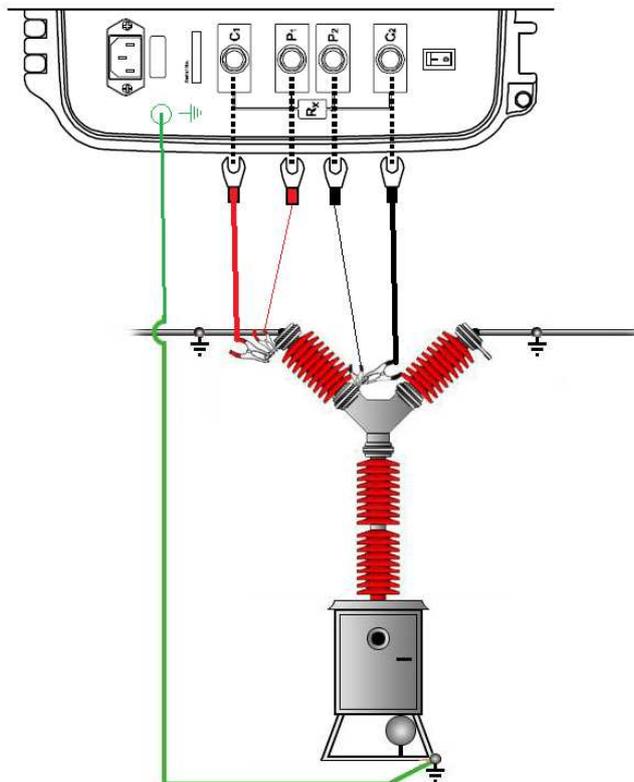


FIGURA 1 – Esquema de medição da resistência de contato em disjuntor (adaptação *circutor & Ibeko Power AB*).

2.1.2 Medição de resistência dinâmica de contato em disjuntores (MRD)

A MRD é um ensaio de resistência de contato similar ao ensaio de resistência estática de contato, mas em vez de considerar um único valor, quando os contatos do disjuntor estão fechados (valor estático), a resistência é medida, no tempo, durante uma simulação de operação de abertura do disjuntor. A MRD não apresenta bons resultados na operação de fechamento do disjuntor, visto que neste caso, a corrente contínua existente, no momento em que há a conexão galvânica dos contatos de arco gera um ruído indesejável, que compromete a medição (4).

Para realização dos ensaios de MRD se faz necessária a aplicação de instrumentos com maiores recursos tecnológicos que os microhmímetros, visto que são coletados diversos valores de resistência de contato, o que impossibilitaria a leitura dos valores no display de um microhmímetro, consequência da rápida atualização dos dados coletados.

O ensaio de MRD tem sido realizado pelas equipes de manutenção como o auxílio de analisadores de disjuntor (analisador de chaveamento), o qual possui um microhmímetro incorporado, sendo a MRD efetuada com injeção de corrente contínua de teste na faixa de 200 a 250 A, em velocidade nominal de abertura dos contatos, conforme modelo de cada fabricante.

Por se tratar de uma técnica em estágio incipiente, não existe ainda modelo conclusivo, que correlacione a curva da resistência dinâmica, com o nível de desgaste dos contatos. Para ensaios de MRD efetuada com corrente contínua de teste na faixa de (200 – 250 A), os fabricantes de analisadores de disjuntores comercializados, não indicam restrições quanto a velocidade de abertura dos contatos para diagnóstico através da análise da MRD. Entretanto, pesquisas desenvolvidas sobre MRD sugerem que para obtenção de resultados conclusivos, a MRD deve ser obtida com a abertura dos contatos em baixa velocidade (0,002 a 0,200 m/s). Para ensaios de MRD em velocidade nominal de abertura dos contatos, a região da curva de resistência do contato de arco, não se reproduz de um ensaio para outro no mesmo disjuntor, sendo necessária a aplicação de correntes superiores a 700 A para alguns tipos de disjuntores (5) (8).

Embora os analisadores de disjuntor comercializados apresentem diversas outras funções para análise de disjuntores, eles restringem o ensaio de MRD à velocidade nominal de abertura dos contatos, ou seja, o tempo de injeção de corrente é limitado a alguns milissegundos. Na Figura 2 é apresentada a curva característica de corrente versus tempo, obtida com osciloscópio, para um analisador de disjuntor comercializado. Observa-se que é injetada uma corrente de aproximadamente 200 A (100 A/div) por um período inferior a 32 ms (4 ms/div), tempo inferior a 2 ciclos em 50/60 Hz.

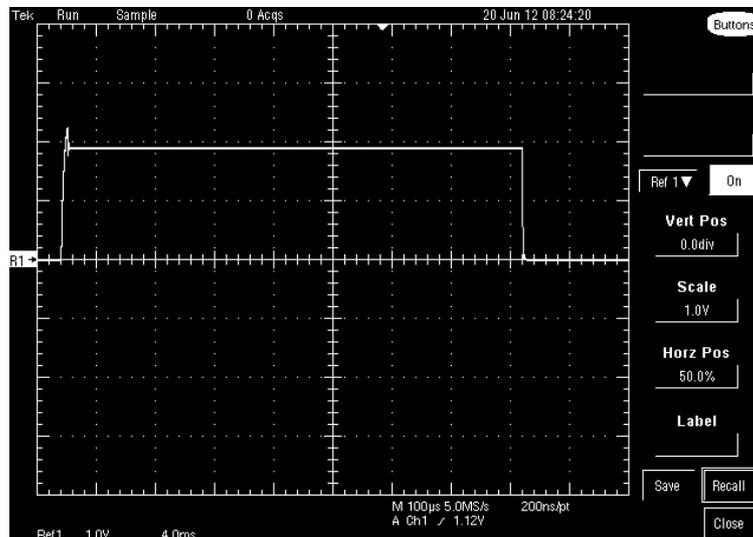


FIGURA 2 – Curva característica $i(A) \times t(ms)$ para o analisador de disjuntor, modelo SA10 - ELCON.

Para os ensaios de MRD com aplicação de correntes de teste diversas e velocidade reduzida na abertura dos contatos, objetivo desta pesquisa, se faz necessária em alguns ensaios aplicação de corrente durante alguns segundos, o que inviabiliza a utilização dos analisadores de disjuntores, visto que o tempo de aplicação da corrente de teste desses equipamentos se limita a alguns milissegundos.

Em virtude da impossibilidade de aplicação de analisadores de disjuntor em ensaios de abertura dos contatos em baixa velocidade, foi desenvolvido nesta pesquisa um sistema alternativo para os ensaios de MRD em laboratório.

3.0 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE MRD PROPOSTO

Conforme objetivo desta pesquisa, e de acordo com as singularidades do ensaio de MRD em velocidade reduzida na abertura dos contatos em diferentes níveis de corrente de teste, o sistema projetado nesta pesquisa para obtenção das curvas de MRD apresenta as seguintes características:

- Capacidade de injeção de corrente de contínua de até 300 A (fonte de tensão: bateria estacionária 12 V);
- Ajuste da corrente da bateria através de resistor de Níquel-Cromo regulável ($40\text{ m}\Omega - 1,3\ \Omega / 3\text{ kW}$);
- Medição da corrente com shunt de corrente ($500\text{ A} / 60\text{ mV}$) e transdutor de tensão/tensão ($60\text{ mV} / 5\text{ V}$);
- Aquisição das informações captadas na MRD (corrente e queda de tensão nos contatos) através de osciloscópio digital;
- Controle da velocidade de abertura dos contatos do disjuntor através de um sistema inversor e motor de indução trifásico, acoplado ao mecanismo de abertura dos contatos do disjuntor.

Na Figura 3 é apresentado diagrama de blocos simplificado do sistema proposto e adotado no desenvolvimento desta pesquisa.

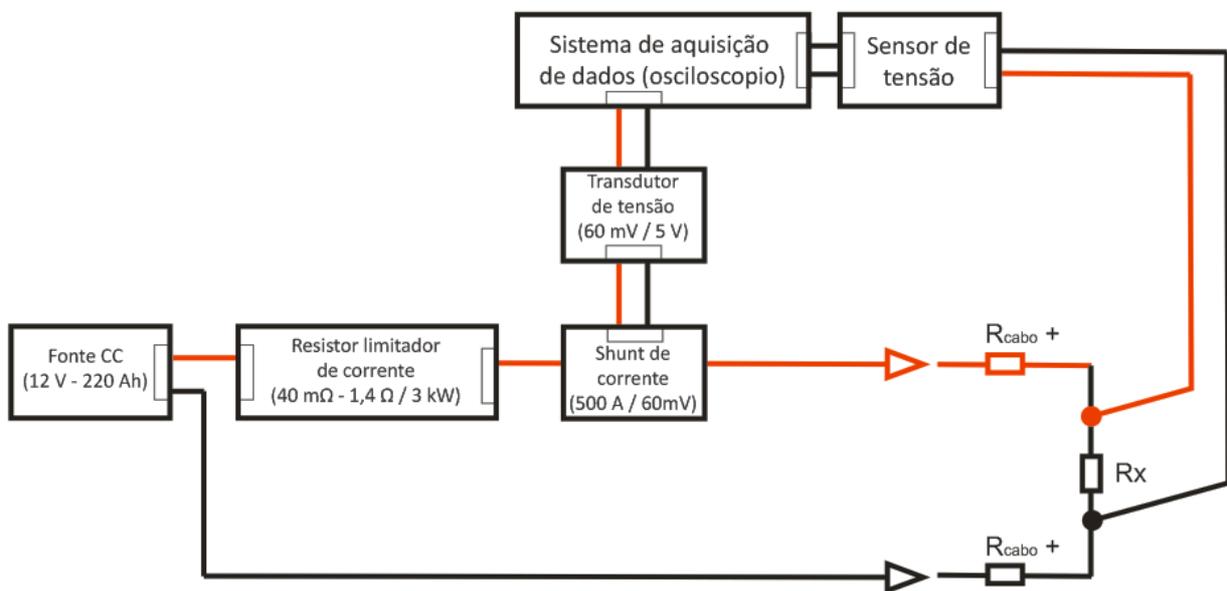


FIGURA 3 – Diagrama de blocos do sistema de MRD proposto.

4.0 - RESULTADOS DOS ENSAIOS DE MRD

Os ensaios com controle de velocidade foram realizados em um disjuntor PVO, fabricação Siemens – 800 A. Conforme características técnicas do citado disjuntor, a superfície de contato galvânico entre os contatos fixo e móvel apresenta uma extensão $\Delta S = 27\text{ mm}$.

Para avaliar a influência da amplitude da corrente de teste no ensaio de MRD em velocidade nominal de abertura dos contatos do disjuntor foram adotados quatro níveis de corrente, sendo elas: 50 A, 100 A, 200 A e 300 A.

Na Figura 4 são apresentadas as curvas obtidas da MRD entre os contatos do disjuntor em função do nível de corrente contínua de teste aplicada no ensaio. A região da curva onde ocorre um pequeno incremento no valor da resistência de contato representa o ponto de separação entre os contatos principais do disjuntor. A região da curva onde o valor da resistência aumenta excessivamente representa a separação total dos contatos de arco e conseqüentemente a abertura total dos contatos do disjuntor.

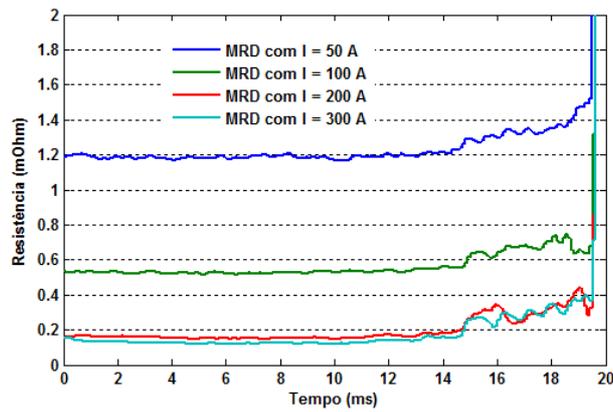


FIGURA 4 – MRD no disjuntor PVO em velocidade nominal para amplitude variável de corrente.

Para avaliar a reprodução da curva MRD entre ensaios, para um mesmo nível de corrente e velocidade nominal de abertura dos contatos do disjuntor foram selecionadas três curvas de MRD para cada nível de corrente (50 A, 100 A, 200 A e 300 A).

Nas Figuras 5 são apresentadas três curvas de MRD para cada nível de corrente. A região da curva onde ocorre um pequeno incremento no valor da resistência de contato representa o ponto de separação entre os contatos principais do disjuntor. A região da curva onde o valor da resistência aumenta excessivamente representa a separação total dos contatos de arco e consequentemente a abertura total dos contatos do disjuntor.

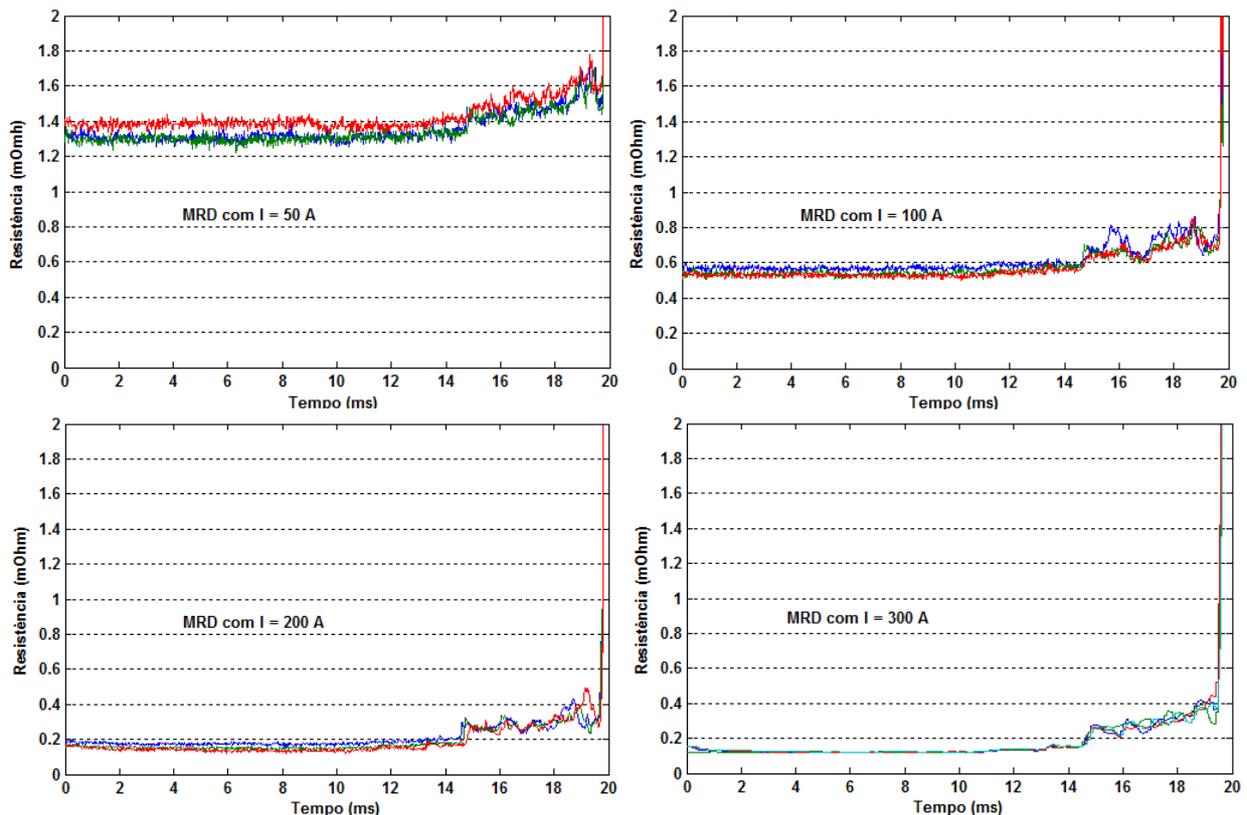
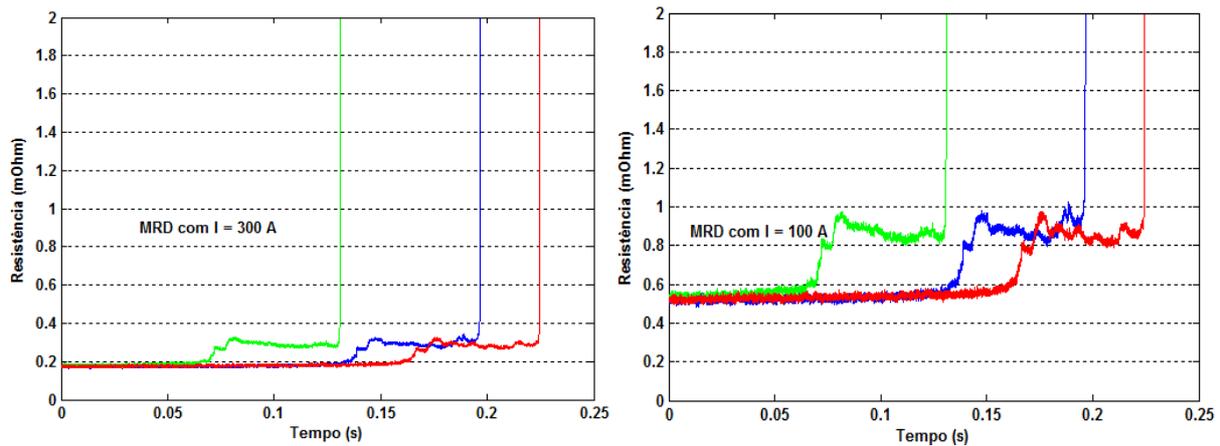


FIGURA 5 – MRD no disjuntor PVO em velocidade nominal para amplitude variável de corrente.

Para avaliar a reprodução da curva MRD entre ensaios, para um mesmo nível de corrente e velocidade reduzida de abertura dos contatos do disjuntor (0,3 m/s), foram selecionadas três curvas de MRD para cada nível de corrente (100 A e 300 A).

Nas Figuras 6 são apresentadas três curvas de MRD para cada nível de corrente. A região da curva onde ocorre um pequeno incremento no valor da resistência de contato representa o ponto de separação entre os contatos

principais do disjuntor. A região da curva onde o valor da resistência aumenta excessivamente representa a separação total dos contatos de arco e conseqüentemente a abertura total dos contatos do disjuntor.



5.0 - CONCLUSÕES

Os resultados dos casos estudados de MRD para avaliar a influência da amplitude da corrente de teste no ensaio de MRD em velocidade nominal de abertura dos contatos do disjuntor, indicam que:

- As curvas de MRD obtidas não indicaram restrições da velocidade de abertura dos contatos quando o ensaio de MRD for realizado com aplicação de corrente contínua com amplitude superior que 200 A. Para correntes acima de 200 A, as curvas se reproduziram entre ensaios, se assemelhando das curvas obtidas em baixa velocidade para o mesmo nível de corrente.
- As curvas de MRD em velocidade nominal com corrente aplicada de 50 A e 100 A, não apresentam distintamente os pontos de separação dos contatos de arco, apresentando basicamente as mesmas informações do ensaio de resistência estática. A provável razão é a presença de composto químicos depositados na superfície dos contatos.

Os resultados dos casos estudados de MRD para avaliar a influência da velocidade de abertura dos contatos do disjuntor, indicam que:

- Os ensaios com aplicação de corrente em maior amplitude e menor velocidade de abertura dos contatos têm produzido semelhantes curvas de MRD entre ensaios para um mesmo nível de corrente.
- As curvas de MRD entre ensaios tem apresentado maiores semelhanças entre si, para menores velocidades de abertura dos contatos do disjuntor.
- As curvas de MRD em velocidade reduzida com corrente aplicada de 50 A e 100 A, não apresentam semelhanças significativas entre ensaios. A provável razão é a presença de composto químicos depositados na superfície dos contatos.

O sistema alternativo de MRD (bateria e osciloscópio) desenvolvido e adotado nesta pesquisa tem obtido curvas de MRD reproduzíveis a cada ensaio para o mesmo contato, para correntes de teste acima de 200 A, o que corrobora na viabilidade do ensaio de MRD na manutenção de disjuntores de alta tensão.

Os ensaios de MRD realizados no disjuntor avaliado têm apresentado melhores resultados com o aumento da corrente contínua de teste e menor velocidade de abertura dos contatos.

6.0 - BIBLIOGRAFIA

(1) CARVALHO, A. C. C. de; PUENTE, A. P.; FUCHS, A.; PORTELA, C. M.; FIGUEIREDO, D. D.; GUERATTO, E. J.; CARVALHO, F. M. S.; GARCIA JUNIOR, G.; MORAIS, I. S.; AMON FILHO, J.; ALMEIDA, J. B. de; TEIXEIRA, J. S.; SILVA, L. da P. S. da.; ASANO, M.; DRUMMOND, M. A. G.; LACORTE, M.; VORPE, M. A.; KASTRUP FILHO, O.; COLOMBO, R.; FERNANDES JUNIOR, S. V.; MORAIS, S. de A.; FRONTIN, S. de O.; FRANÇA, W. J. Disjuntores e chaves: aplicação em sistemas de potência. Niterói: EDUFF, 1995. 365 p.

- (2) COLOMBO, R. Disjuntores de alta tensão, 1.ed. São Paulo: Nobel – Siemens S.A., 1986 – 1987.
- (3) COSTA, E. G.; FELIX, T. A.; GERMANO, A. D.; ALMEIDA, G. J. C.; SOUZA, V. C. de. Estudo das características de curvas de resistência dinâmica de disjuntores utilizando redes neurais artificiais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMA ELÉTRICOS, 3; Belém: 2010.
- (4) LANDRY, M.; TURCOTTE, O.; BRIKCI, F. A Complete Strategy for Conducting Dynamic Contact Resistance Measurements on HV Circuit Breakers. IEEE Transactions on Power Delivery, v. 23, n. 2, April. 2008.
- (5) LANDRY, M.; MERCIER, A.; OUELLET, G.; RAJOTTE, C.; CARON, J.; ROY, M.; BRIKCI, F. A New Measurement Method of the Dynamic Contact Resistance of HV Circuit Breakers, In: IEEE/IPES TRANSMISSION AND DISTRIBUTION CONFERENCE AND EXPOSITION LATIN AMERICA. Venezuela. 2006.
- (6) NASRALLAH, E.; BRIKCI, F.; PERRON, S. Make/Break Contacts In Power Circuit Breakers. Electric Energy T&D Magazine, p. 54-60. Maio/junho. 2007.
- (7) STANISIC, Z.; NEIMANIS, R. A New Ultra Lightweight Method for Static and Dynamic Resistance Measurements. In: ELECTRICAL INSULATION (ISEI), CONFERENCE RECORD OF THE 2010 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, p. 1-4. San Diego: 2010.
- (8) TURCOTTE, O.; GAUTHIER, R. A thorough examination for circuit breaker health. Preventive Maintenance, p. 28-32, fev. 2008.
- (9) PINNEKAMP, F. The Circuit Breaker: A showcase of industrial product development. ABB Review 1/2007, p. 71-75. 2007.
- (10) SHEA, J. J.; BINDAS, J. A. Measuring Molded Case Circuit Breaker Resistance. IEEE Transactions On Components, Hybrids, And Manufacturing Technology, v. 16, n. 2, march. 1993.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Ronimack Trajano de Souza nasceu em 1976 em Serra Grande, Paraíba, Brasil. Obteve os títulos de bacharel e mestre em Engenharia Elétrica, respectivamente em 2003 e 2004, na UFCG. Entre os anos de 2004 a 2011, foi Engenheiro Eletricista da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA. Desde agosto de 2011 é professor da Unidade Acadêmica de Indústria do IFPB, campus João Pessoa. Desde 2012 é aluno do curso de doutorado em engenharia elétrica na UFCG. Seus interesses profissionais incluem equipamentos de alta tensão, técnicas de manutenção elétrica e automação industrial.



Edson Guedes da Costa nasceu em 1954, em Ribeirão, Pernambuco, Brasil, e deu início a sua carreira acadêmica em Areia, Paraíba, Brasil. Obteve os títulos de bacharel, mestre e doutor em Engenharia Elétrica, respectivamente em 1978, 1981 e 1999 (no Campus II da Universidade Federal da Paraíba, hoje Universidade Federal de Campina Grande). Desde 1978 trabalha como professor na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba,

Brasil. Seus interesses profissionais incluem equipamentos de alta tensão, mapeamento de campo elétrico, descargas parciais, método dos elementos finitos, pára-raios e sistemas de isolamento. O Dr. Guedes também é membro do CIGRÉ, IEEE, ABENGE e SBA.



Vladimir Cesarino de Souza nasceu em 1957 em Santa Luzia, Paraíba, Brasil. Obteve o título de bacharel em Engenharia Elétrica em 1981 na Universidade Federal da Paraíba. Desde 1981 trabalha com engenheiro eletricitista na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF, na área de manutenção de subestações, tendo durante 10 anos trabalhado no Departamento de Manutenção de Subestações, desenvolvendo trabalhos voltados para a análise de defeitos em disjuntores, pára-raios, banco de capacitores, chaves seccionadoras e compensadores estáticos de alta tensão. Seus interesses profissionais incluem equipamentos de alta tensão, desenvolvimento de novas técnicas para suporte à manutenção de subestações e segurança nos trabalhos e instalações do Sistema Elétrico de Potência.