

Investigação de descarga parcial e análise de falha na rede de distribuição usando câmera acústica NL



1. Introdução

Os dados deste artigo foram extraídos do paper escrito por: Cattareeya Suwanasri, Worapoj Khetcharoen, Thanapong Suwanasri* and Nattapon Panmala da King Mongkut's University of Technology North Bangkok e Shan Rungsivattagapong †, Nattawut Atiwet and Papatsporn Poonpoch da Victory Instrument Co. Ltd.

Ele apresenta uma investigação prática de descarga parcial (DP) usando câmera acústica móvel com equipamentos HV e MV na rede de distribuição. A gravidade da DP como baixa, média e alta, juntamente com sua probabilidade de porcentagem, pode ser analisada aplicando o aplicativo de IA baseado no sistema de nuvem NL.

O teste de laboratório foi realizado para confirmar a eficácia da câmera DP.

os resultados ilustram que a câmera acústica DP pode efetivamente detectar problemas de DP em equipamentos de energia. As estratégias de manutenção de acordo com cada tipo de DP determinado e equipamento medido podem ser sugeridas para uma manutenção eficiente.

2. CÂMERA ACÚSTICA PARA DETECÇÃO DE DP

Neste artigo, um detector acústico DP comercial denominado câmera NL mostrado na Fig.1 é aplicado para detectar as descargas parciais.

O detector acústico móvel de descargas parciais, **NLCAMERA** da **NLACOUSTICS** é equipado com 124 microfones de baixo ruído, câmera de vídeo e aplicativo de IA usado para identificar e localizar o local de DP.



Fig.1 – Detecção de DP usando câmera acústica

O princípio de funcionamento deste detector acústico DP é baseado na recepção de ondas sonoras emitidas por uma fonte de descarga. A ferramenta de análise é chamada de sistema de nuvem NL com base no aplicativo AI. O sensor pode ser usado na faixa de frequência de 2 kHz a 35 kHz como mostrado na Fig. 2 para localizar uma fonte DP usando 124 microfones de baixo ruído com visualização de som em tempo real para detectar a onda sonora emitida. É completamente inaudível e detectável pelo ouvido humano.

3. Testes em laboratório

A detecção de DP off-line do laboratório usando a ferramenta de diagnóstico convencional é mostrada na Fig. 2. Ela consiste em transformador de teste de 100 kV e detecção de DP convencional usando o padrão IEC 60270 e ICMsystem para análise de DP. O resultado do ICMsystem é comparado com o resultado do detector acústico DP.

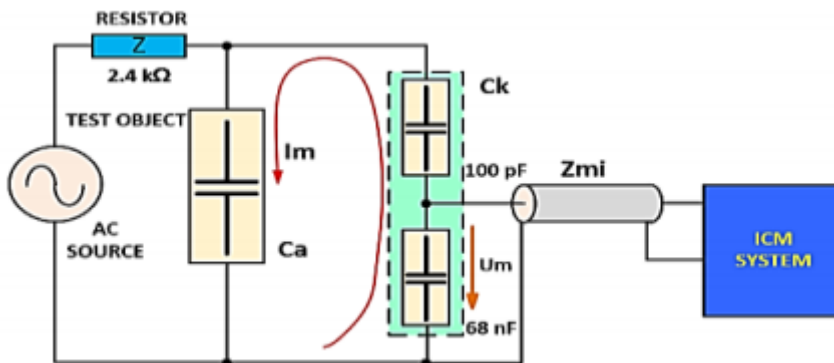


Fig. 2 – Circuito básico para teste de DP de acordo com a norma IEC 60270

Os resultados do ICMsystem e do sistema de nuvem NL são comparados e mostram os mesmos padrões de DP conforme mostrado na Fig. 3.

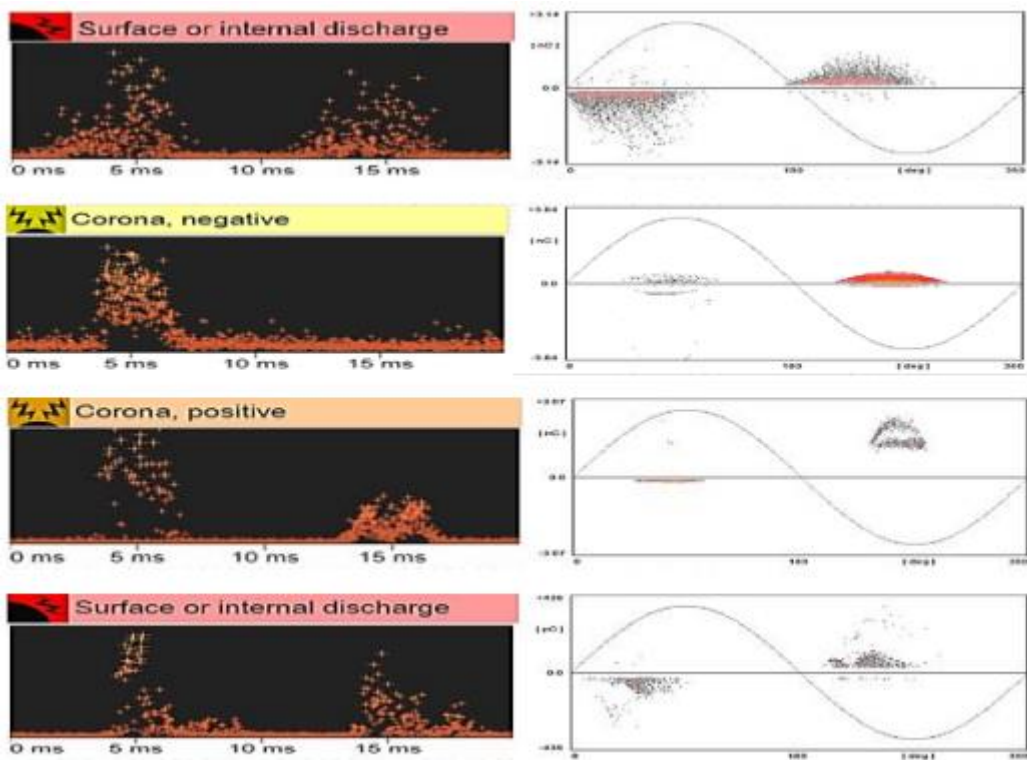


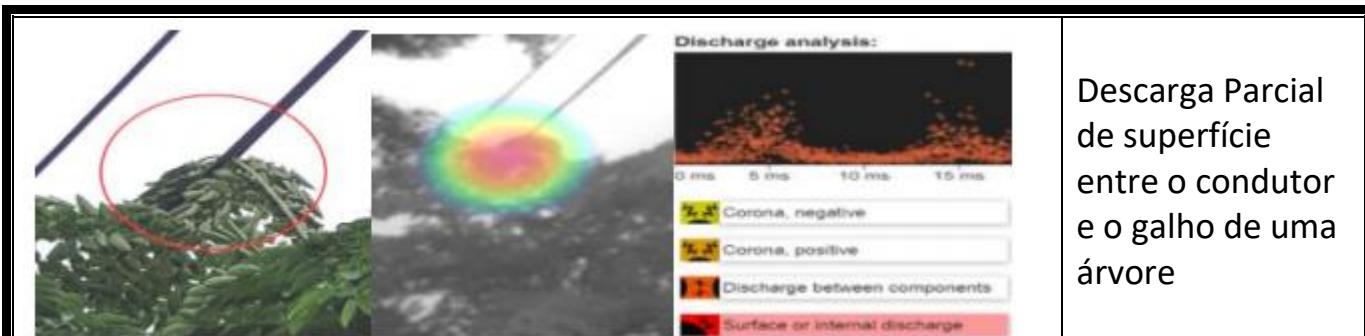
Fig.3 - Instantâneo da câmera acústica (esquerda) e DP detectado pelo ICMsystem (direita)

Portanto, a técnica de diagnóstico acústico DP é precisa para teste de diagnóstico de degradação de isolamento.

4. EXPERIÊNCIA PRÁTICA PARA DETECÇÃO DE DP COM REDE DE DISTRIBUIÇÃO

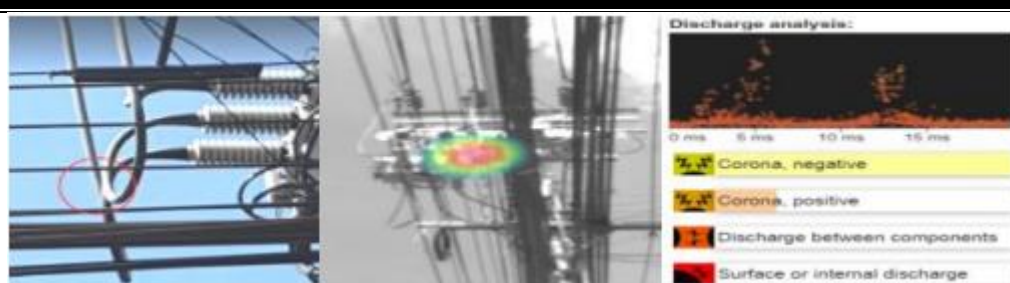
Os equipamentos de média tensão no sistema de distribuição foram investigados. A gravidade e a possibilidade da DP também foram analisadas pelo sistema AI.

Um total de 1.533 vãos de torres foram investigados em um período de monitoramento de 3 dias. As falhas foram encontradas em 81 vãos, conforme apresentado nas Figs. abaixo.



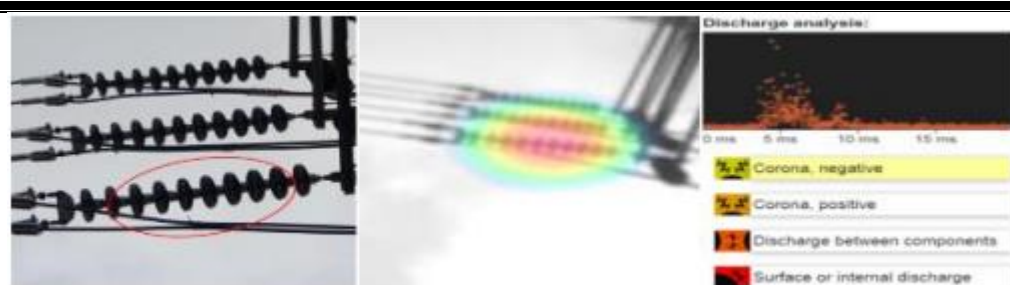
Descarga Parcial de superfície entre o condutor e o galho de uma árvore

Recomendação: Uma descarga superficial foi encontrada com 100% de probabilidade no ponto onde um condutor parcialmente isolado em um alimentador MV foi tocado por um galho de uma árvore causando descarga de alta impedância para o solo. O corte daquele galho de uma árvore foi executado com urgência para resolver este problema.



Descarga Corona de baixa intensidade no terminal do religador

Recomendação: Uma descarga corona de baixa intensidade foi encontrada com 100% de probabilidade em um religador em um alimentador MV devido ao contato solto em seu terminal. Uma vez que a intensidade da descarga ainda era baixa, uma manutenção programada planejada para apertar o parafuso e a porca soltos no terminal do religador é recomendada



Descarga corona de baixa intensidade na conexão de 115 kV no isolador de suspensão

Recomendação: Uma descarga negativa corona de baixa intensidade foi encontrada com 100% de probabilidade em um isolador de suspensão de 115 kV amarrado em uma subestação devido ao contato frouxo em sua tampa e conexão de pino. Como a intensidade da descarga ainda era baixa, uma manutenção programada planejada para apertar a conexão entre o isolador de suspensão em cada coluna de isolador foi recomendada.



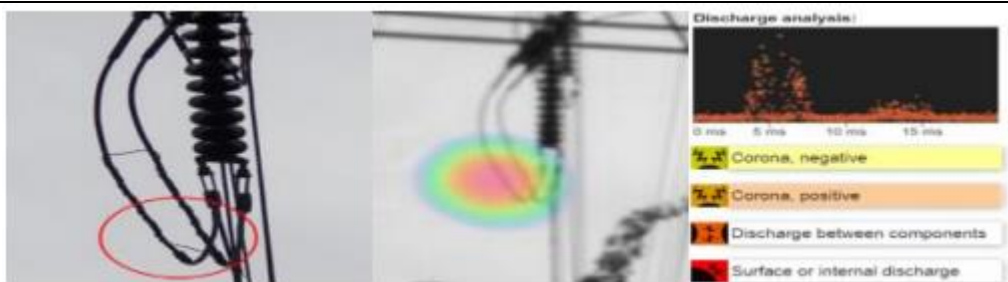
Descarga de superfície no condutor de suporte do isolador do pino para o transformador.

Recomendação: Uma descarga de superfície foi encontrada com 100% de probabilidade em um isolador de pino de sustentação do condutor para terminal de bucha de um transformador de distribuição de 24 kV / 400 V devido à contaminação no superfície do isolador. Uma vez que a descarga superficial foi encontrada com gravidade moderada, a manutenção planejada urgente para limpar a superfície do isolador foi recomendada.



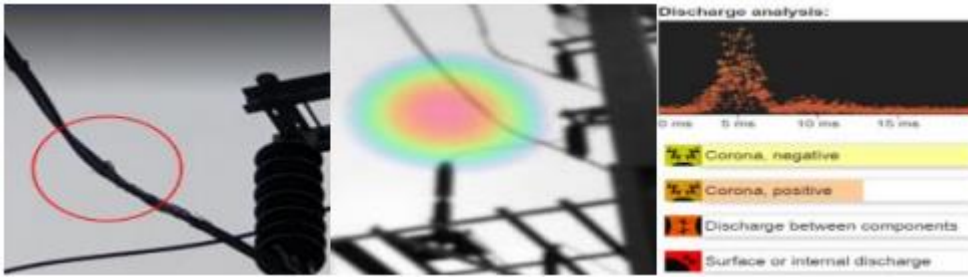
Descarga Corona de baixa intensidade no para-raio de 24 kV

Recomendação: Uma descarga corona negativa de baixa intensidade foi encontrada com 100% de probabilidade em um para-raios de 24 kV protegendo um transformador de 24 kV / 400 V devido ao contato frouxo no terminal do para-raios. Desde o a intensidade da descarga ainda era baixa, uma manutenção programada planejada para apertar o parafuso e a porca soltos no terminal do para-raios foi recomendada.



Descarga corona de alta intensidade no condutor de linha aérea de 115 kV

Recomendação: Uma descarga positiva corona de alta intensidade foi encontrada com 100% de probabilidade em hastes de blindagem pré-formadas de um condutor aéreo de 115 kV devido ao contato aberto no grampo. Como a intensidade da descarga estava alta, uma manutenção programada planejada para apertar a braçadeira solta deve ser realizada o mais rapidamente possível.



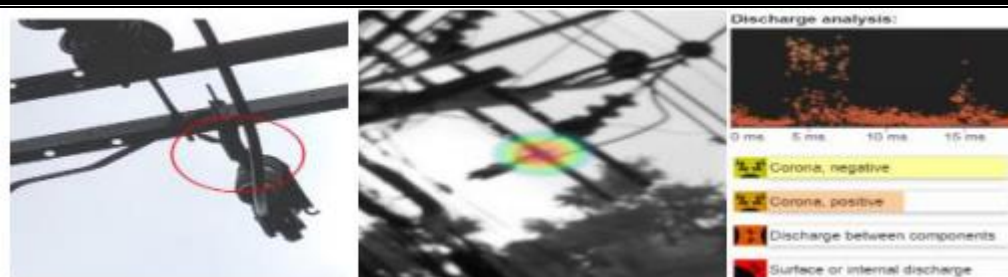
Descarga corona de intensidade moderada em hastes de blindagem pré-armadas de condutor de 115 kV.

Recomendação: Uma descarga corona de alta intensidade como corona positiva foi encontrada com 60% de probabilidade em um condutor pré-formado hastes de armadura de um isolador de linha aérea de 115 kV devido ao contato frouxo na braçadeira. Como a intensidade da descarga foi moderada, uma manutenção programada planejada para apertar a braçadeira solta foi recomendada.



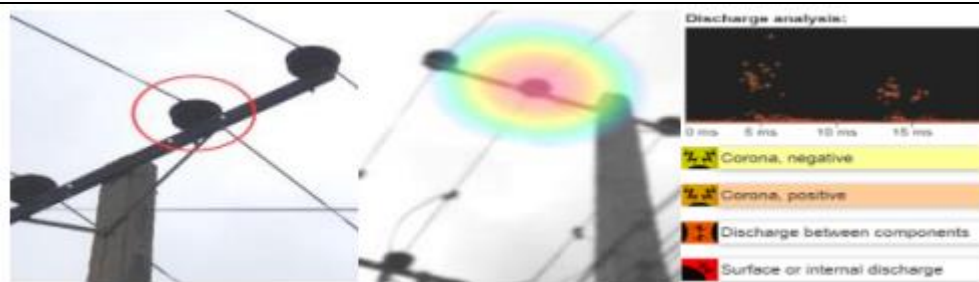
Descarga de superfície no para-raios de 24 kV

Recomendação: Uma descarga de superfície foi encontrada com 100% de probabilidade em um para-raios de 24 kV fechando para o fusível de queda devido à contaminação na superfície do para-raios. Uma vez que a descarga superficial foi encontrada com gravidade moderada, a manutenção planejada urgente para limpar a superfície do para-raios foi recomendada.



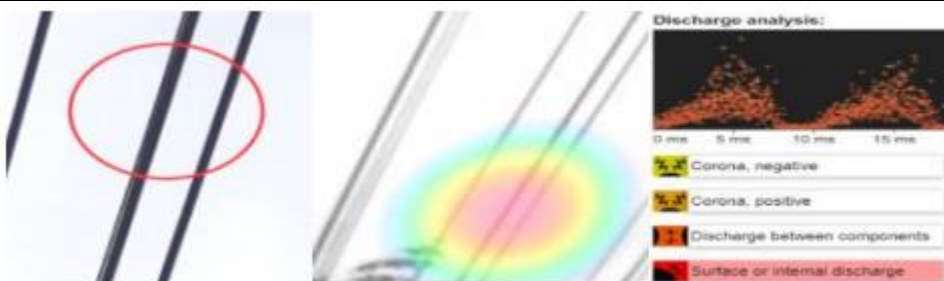
Descarga corona de intensidade moderada na braçadeira de linha de 24 kV

Recomendação: Uma descarga positiva corona de alta intensidade foi encontrada com 60% de probabilidade na braçadeira do condutor de um onduador de 24 kV levando à fusão devido ao contato frouxo na braçadeira. Uma vez que a intensidade da descarga foi moderada, uma manutenção programada planejada para apertar a braçadeira solta foi recomendada.



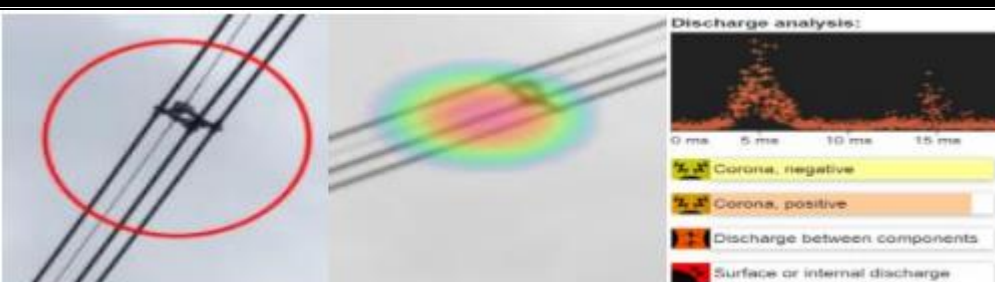
Descarga corona de alta intensidade na braçadeira de linha de 24 kV

Recomendação: Uma descarga corona de alta intensidade como corona positiva foi encontrada com 100% de probabilidade em hastes de blindagem pré-formadas e grampo condutor no topo de um isolador de 24 kV em um alimentador devido ao contato frouxo no grampo. Como a intensidade da descarga foi alta, uma manutenção programada planejada para apertar a braçadeira solta deve ser realizada o mais rápido possível.



Descarga superficial em condutor parcialmente isolado tocando o fio de tensão.

Recomendação: Uma descarga superficial foi encontrada com 100% de probabilidade em um ponto de um condutor parcialmente isolado devido ao condutor parcialmente isolado tocando o fio de tensão. Uma vez que a descarga superficial foi encontrada com gravidade moderada, a manutenção planejada urgente para limpar a superfície do isolador foi recomendada.



Corona positiva de alta intensidade no espaçador de 24 kV.

Recomendação: Uma descarga positiva corona de alta intensidade foi encontrada com 90% de probabilidade em um espaçador de um alimentador de 24 kV devido ao contato frouxo no terminal do espaçador. Como a intensidade da descarga era alta, uma manutenção programada planejada para apertar o contato solto deve ser realizada o mais rápido possível.



Arco no ponto de contato do condutor 24 kV

Recomendação: Um arco de alta intensidade foi encontrado no ponto de contato do condutor 24 kV, isolador, hastes de blindagem pré-formadas e braçadeira com 100% de probabilidade. Como a intensidade da descarga foi alta e pode ocorrer um ponto quente, é solicitada uma programação planejada de manutenção para verificação do contato.

A abaixo resume os dados da rede, como área, número de vãos, distância e tipos de DP e número de falhas. A porcentagem de falha é de 5,28% em 1533 extensões. A maior % de falhas é superfície/descarga interna.

Area	Número de vãos	Distância (KM)	Tipos de DP				Total
			Descarga corona negativo	Descarga corona positivo	Descarga entre componentes	Descarga interna/superficial	
1	233	3.5	0	2	0	3	7
2	300	4.5	0	2	3	3	8
3	100	1.5	0	1	0	4	5
4	83	2.5	2	2	0	2	6
5	200	6.0	0	3	0	0	3
6	100	3.0	0	3	0	8	11
7	67	2.0	0	1	1	7	9
8	83	2.5	0	1	0	0	1
9	117	3.5	0	2	0	3	5
10	117	3.5	2	2	0	18	22
11	83	2.5	2	1	1	0	4
12	50	1.5	0	0	0	2	2
Total	1533	36.5	6	20	5	50	81

Na Tabela abaixo, foram resumidos os tipos de DP, causas de falhas e componentes de falha.

Tipos de DP	Componentes falhados	Causa das falhas
Descarga corona negativo 12 casos	para-raios, condutor, fusível, condutor para isolador, espaçador	encaixe perdido, contato perdido no equipamento terminal, poluição
Descarga corona positivo 20 casos	condutor, pino isolador, isolador de suspensão, espaçador	equipamento envelhecido / degradado, poluição
Descarga entre componentes 5 casos	condutor para pino isolador, condutor para isolador de suspensão	arco entre o condutor e componentes, isolamento danificados / degradado, envelhecimento do equipamento, poluição
Descarga interna/superficial 50 casos	condutor, espaçador, pára-raios	DP entre o condutor e outros componentes e árvores, isolação danificada, envelhecimento do equipamento, poluição

5. CONCLUSÕES

A câmara acústica NL foi desenvolvida para detectar o defeito do sistema de isolamento.

Os resultados mostram a capacidade do sistema acústico DP aplicado para detectar várias fontes DP. A câmara acústica DP é capaz de detectar problemas de equipamentos de energia e torná-los possível classificar o tipo de DP e sua gravidade com o mínimo de experiência de engenheiros ou técnicos no uso de câmara acústica. Foram apresentadas experiências práticas de medição com diferentes equipamentos de potência.

A gravidade e a probabilidade de DP também foram analisadas com base na análise de IA como função integrada da câmara acústica.

O plano de manutenção de acordo com cada tipo e equipamento de DP foi sugerido para correção de problemas e manutenção eficaz.