



**Difference
makes
Innovation**

www.jfe-advantech.co.jp/

Technical Report

TR-C04

Công nghệ mới phát hiện và hiển thị nhanh phóng điện Corona ở trạng thái đường dây nóng

Corona Discharge Viewer™ MK-760

1. Giới thiệu

Phát hiện sớm hiện tượng phóng điện cục bộ gây ra bởi sự suy giảm chất cách điện hoặc bất thường trong thiết bị điện cao áp rất có hiệu quả để tránh xảy ra sự cố. Cho đến nay, các thiết bị để phát hiện sóng siêu âm gây ra bởi phóng điện cục bộ thường có hạn chế là phạm vi phát hiện nhỏ hẹp. Chính vì vậy một thiết bị đáp ứng yêu cầu của các trạm phân phối điện có khả năng chẩn đoán được phạm vi rộng và kết quả được hiển thị ngay lập tức là yêu cầu cấp bách. Báo cáo này trình bày nguyên lý của thiết bị cầm tay Corona Discharge Viewer™ MK-760 (bằng sáng chế) ứng dụng công nghệ "Ultrasonic Beam-forming" cùng với kỹ thuật xử lý tín hiệu mảng (array signal processing), kỹ thuật nhận dạng phóng điện cục bộ để phát hiện và xác định vị trí xuất hiện hiện tượng phóng điện cục bộ bằng siêu âm.

2. Hiển thị phóng điện cục bộ

2.1. "Ultrasonic Beam-forming" và "Array Signal Processing"

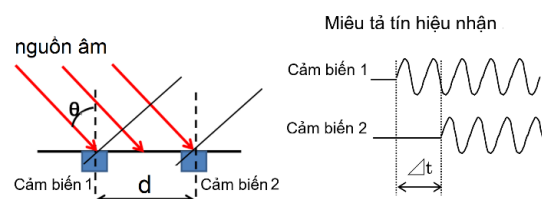
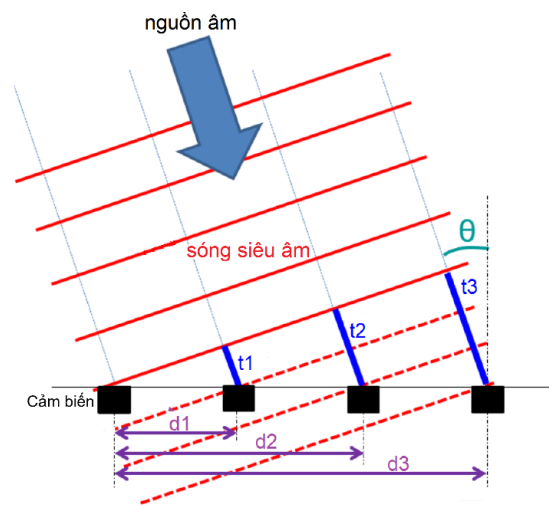
JFE Advantech đã áp dụng công nghệ "Ultrasonic Beam-forming", cùng với công nghệ xử lý tín hiệu mảng (array signal processing) để phát hiện và xác định vị trí rò rỉ gas bằng siêu âm.

Trong công nghệ "Ultrasonic Beam-forming", hướng đến của sóng siêu âm (góc phương vị của nguồn siêu âm) được xác định từ độ chênh lệch thời gian (trễ pha) của sóng siêu âm đến từng cảm biến

của mảng cảm biến trong đó sắp xếp nhiều cảm biến thu nhận siêu âm.

Để đơn giản hóa, ví dụ xem xét tình huống trong đó hai cảm biến thu siêu âm được sắp xếp cách nhau một khoảng cách d như trong Hình 1, khi tín hiệu siêu âm đến hai cảm biến thu với góc đến theta, tín hiệu được phát hiện với độ trễ thời gian Δt thể hiện trong phương trình (1), với s là tốc độ của âm thanh.

$$\Delta t = \frac{d \cdot \sin \theta}{s} \quad (\text{sec}) \quad \dots (1)$$



Hình 1 Sự khác biệt về thời gian từ nguồn siêu âm đến cảm biến tùy thuộc vào phối trí cảm biến và hướng đến

Ngược lại, nếu các tín hiệu phát hiện được đặt chồng lên nhau sau khi bù cho độ trễ thời gian xác định theo từng hướng và vị trí cảm biến, khi góc phương vị giả định trùng với góc phương vị đến thực tế, độ trễ thời gian giữa các đầu ra của các cảm biến trở thành 0 và các pha được căn chỉnh, sao cho biên độ tín hiệu sau khi chồng chất trở thành lớn nhất. Nói cách khác, nếu tín hiệu siêu âm nhận được của mỗi cảm biến được đặt chồng lên sau khi bù cho độ trễ thời gian tương ứng với vị trí cảm biến theo mọi hướng cần tìm, tín hiệu thu được ở hướng đến là mạnh nhất. Biên độ chồng chất tương ứng với áp suất âm của sóng siêu âm nhận được, phân bố không gian 2D của biên độ thu được được gọi là "bản đồ âm áp" (bản đồ áp suất âm). Nếu ghép "bản đồ âm áp" với hình ảnh được chụp bởi máy ảnh có cùng góc nhìn với "Beam-forming" có thể dễ dàng nhận ra được vị trí của nguồn siêu âm trong màn hình tìm kiếm.

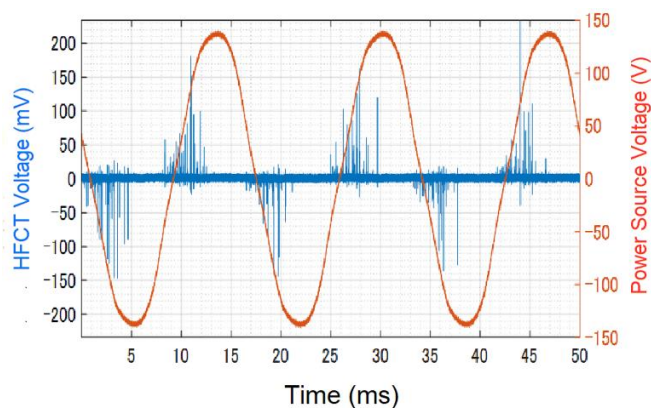
2.2. Kỹ thuật nhận dạng phóng điện cục bộ

Khi phóng điện cục bộ xảy ra từ chất cách điện sẽ phát ra tín hiệu âm (từ lĩnh vực khả thính đến lĩnh vực siêu âm, vài kHz đến vài chục kHz). Trong khi đó tại hiện trường lắp đặt thiết bị phân phối và truyền tải điện, tiếng ồn nền (từ vài kHz trở xuống) cũng tồn tại, vì vậy không thể xác định chính xác liệu có sự hiện diện hay không của phóng điện cục bộ nếu chỉ bằng cách đo mức âm áp.

Tuy nhiên, có một đặc điểm là cường độ tín hiệu âm tạo ra bởi sự phóng điện cục bộ đồng kỳ với điện áp AC. Nếu chọn trong dải vài chục kHz để phát hiện, phân tích tần số sóng siêu âm, trích xuất thành phần kép (gấp hai lần) của tần số nguồn cung cấp điện, tách tín hiệu âm do phóng điện cục bộ với tiếng ồn nền, và như vậy có thể đánh giá sóng siêu âm tạo ra bởi phóng điện cục bộ.

Để phân biệt sóng siêu âm gây ra bởi sự phóng điện

với các sóng siêu âm khác, một kỹ thuật mới để xác định sự phóng điện đã được nghiên cứu và phát triển. Kỹ thuật mới này sẽ được mô tả dưới đây.



Hình 2 Dạng sóng phóng điện cục bộ (màu xanh), dạng sóng nguồn điện AC (màu đỏ)

Tín hiệu âm phát ra từ sự phóng điện cục bộ xảy ra trong thiết bị xoay chiều AC đồng bộ với chu kỳ dao động của nguồn điện. Để xác nhận điều này, đặt điện áp xoay chiều giữa các điện cực, Hình 2 cho thấy dạng sóng phóng điện cục bộ được đo bằng máy biến dòng tần số cao HFCT (High Frequency Current Transformers). Có thể thấy rằng sự phóng điện cục bộ xảy ra đồng kỳ với chu kỳ nguồn điện. Tại thời điểm này, tín hiệu âm tạo ra do phóng điện cục bộ có tần số gấp đôi trong trường hợp phóng điện lưỡng cực (hai lần phóng điện xảy ra trong một chu kỳ của nguồn điện) như trong ví dụ này. Trong trường hợp phóng điện đơn cực (phóng điện chỉ xảy ra một lần trong một chu kỳ của nguồn điện), tín hiệu âm phóng điện có cùng tần số với tần số cung cấp điện.

Như đã mô tả ở trên, có thể xác định xem tín hiệu nhận được có phải do phóng điện hay không bằng cách kiểm tra xem tín hiệu nhận được có bao gồm tần số nguồn cung cấp hoặc thành phần tần số cao gấp hai lần tần số nguồn cung cấp hay không. Sau khi phân tích tần số tín hiệu siêu âm đo được, đánh

giá được thực hiện bằng cách sử dụng chỉ tiêu tỷ lệ thành phần phóng điện trong phương trình (2), với fv là tần số nguồn điện AC.

$$\text{Tỷ lệ thành phần phóng điện (\%)} = 100 \times (\text{thành phần fv} + \text{thành phần 2fv}) / (\text{toàn thể}) \dots (2)$$

Phương trình (2) biểu thị tỷ lệ thành phần phóng điện đối với toàn thể tín hiệu nhận được và nếu trên 10%, có thể đánh giá rằng có khả năng xuất hiện cao hiện tượng phóng điện cục bộ.

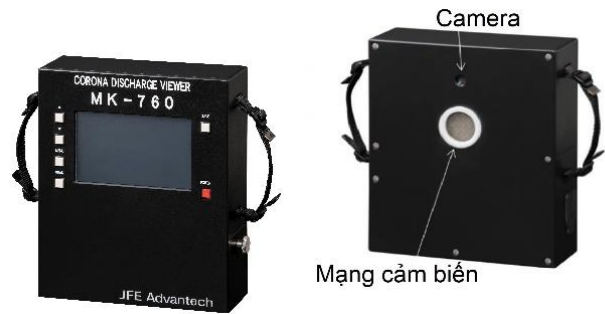
3. Tính năng và Đặc trưng của MK-760

Dưới đây là các tính năng chính của máy Corona Discharge Viewer™ MK-760 (Hình 3):

- (1) Có khả năng phát hiện phóng điện cục bộ (1000 pC từ vị trí cách xa 3 m).
- (2) Phát hiện tín hiệu siêu âm được tạo ra bởi sự phóng điện cục bộ trong một khu vực rộng (ngang khoảng 49°, dọc khoảng 27°; ví dụ ở khoảng cách 5 m là ngang 4,5 m x dọc 2,4 m), và phát hiện phân bố cường độ sóng siêu âm ("bản đồ âm áp") ghép chồng lên hình ảnh camera để có thể nhìn thấy ngay vị trí nơi có hiện tượng phóng điện cục bộ trên màn ảnh.
- (3) Tần suất đo 5 lần mỗi giây và được xử lý gần như thời gian thực (chế độ nhanh).
- (4) Phân tích tần số tín hiệu nhận được và biểu thị tỷ lệ thành phần phóng điện (ở chế độ mịn) nên có thể dễ dàng đánh giá xem sóng siêu âm được phát hiện có do phóng điện cục bộ hay không.
- (5) Vì đo sóng siêu âm nên ít bị nhiễu.
- (6) Không cần phải cài đặt trước, quy trình vận hành dễ dàng không phức tạp, các chức năng như khởi động, chẩn đoán và lưu kết quả được thực hiện chỉ bằng cách ấn nút.
- (7) Nhỏ, gọn, nhẹ (khoảng 1.2 kg) và chạy bằng pin

sạc, rất phù hợp sử dụng tại hiện trường.

(8) Vì kết quả chẩn đoán được lưu trong thẻ nhớ SD nên việc lập báo cáo và ra chỉ thị chẩn đoán vị trí bất thường được thực hiện dễ dàng.



Hình 3 Ngoại hình máy Corona Discharge Viewer™ MK-760 với camera và mạng cảm biến ở mặt sau

4. Kiểm chứng MK-760 tại một trạm biến áp

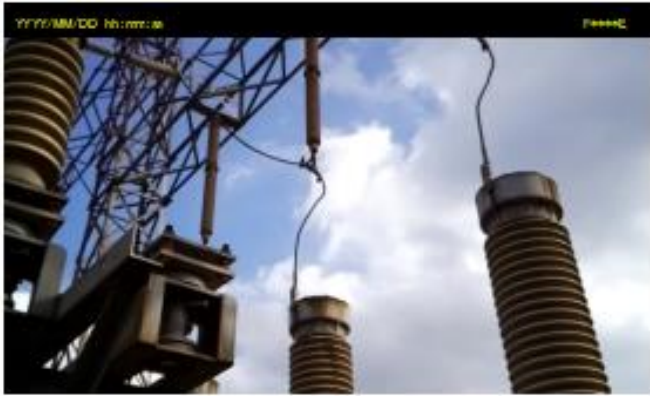
Như trong Hình 4 chỉ cần hướng MK-760 đến đối tượng cần đo và kết quả được hiển thị ngay lập tức, thao tác cực kỳ đơn giản. Các chức năng của MK-760 sẽ được giới thiệu bằng cách sử dụng trường hợp phóng điện cục bộ phát hiện ở một trạm 66 kV từ vị trí cách xa 10 m.



Hình 4 Sử dụng MK-760 tại một trạm biến áp để tìm kiếm hiện tượng phóng điện cục bộ

Hiển thị hình ảnh camera

Khi bật nguồn sau màn hình khởi động, MK-760 sẽ hiển thị màn hình camera (Hình 5), thanh trạng thái ở phía trên màn hình hiển thị ngày giờ hiện tại, lượng pin còn lại, v.v.



Hình 5 Hình camera trên màn hình

Chế độ nhanh

Khi nhấn nút "MEAS" (đo) chế độ được chuyển sang chế độ nhanh và bắt đầu định hướng phương vị. Ở chế độ nhanh, tốc độ xử lý được cải thiện bằng cách tăng đơn vị pixel của tính toán định hướng và màn hình được cập nhật với tần suất 5 lần mỗi giây (Hình 6).

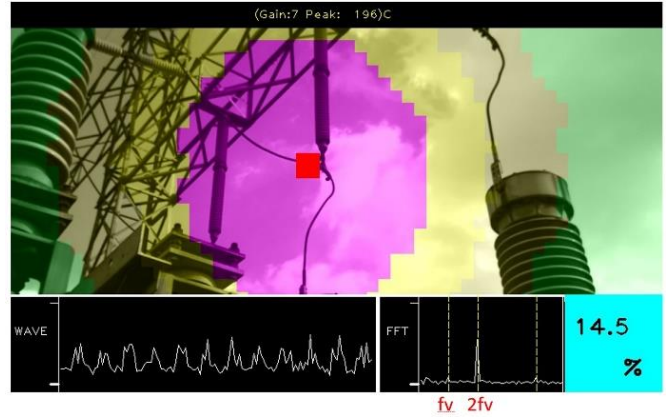


Hình 6 Màn hình khi sử dụng chế độ nhanh

Chế độ mịn

Khi đang ở chế độ nhanh nhấn nút "MEAS", sẽ chuyển sang chế độ mịn.

Ở chế độ mịn, đơn vị pixel tính định hướng góc phương vị mịn hơn, màn hình được cập nhật 2 lần mỗi giây. Tính năng chính chế độ mịn là hiển thị đồng thời dạng sóng tín hiệu siêu âm, kết quả phân tích tần số và tỷ lệ thành phần phóng điện (Hình 7).



Hình 7 Màn hình khi sử dụng chế độ mịn

Trong màn hình này, đường viền được ghi đè lên hình ảnh là "bản đồ âm áp". Tín hiệu mạnh nhất (peak) thu được theo hướng \blacksquare gần trung tâm và vị trí tương ứng với hướng đó là nguồn phóng điện. Trong trường hợp này, từ vị trí cách xa hơn 5 m, phát hiện được phóng điện cục bộ xuất hiện gần kẹp dưới. Như hiển thị ở phần dưới của màn hình LCD, một chu kỳ rõ ràng đã được quan sát trong dạng sóng nhận được và trong phân tích tần số, thành phần tần số cao gấp hai lần tần số cung cấp điện.

Ngoài ra, để xác nhận hiệu quả khi sử dụng MK-760 để phát hiện phóng điện cục bộ, so với khi sử dụng loại parabola thời gian mất khoảng 50 giây, thì MK-760 có thể phát hiện trong 5 giây, nhanh hơn 10 lần./.