

PHÂN TÍCH VÀ LỰA CHỌN THỜI ĐIỂM MỞ/ĐÓNG TỐI ƯU CHO KHÁNG VÀ TỤ BÙ NGANG BẰNG THIẾT BỊ SYNCHRO-TEQ

ANALISING AND CHOOSING THE OPTIMAL TIME OF OPENING/CLOSING
FOR SHUNT REACTORS AND CAPACITORS BY APPLYING SYNCHRO-TEQ

Nguyễn Đăng Toàn

Trường Đại học Điện lực

Ngày nhận bài: 07/05/2021, Ngày chấp nhận đăng: 28/12/2021, Phản biện: TS. Phạm Quang Phương

Tóm tắt:

Việc nghiên cứu ứng dụng thiết bị điều khiển đóng/mở cho các tải phản kháng đã các công ty điện lực rất quan tâm nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của quá trình quá độ khi đóng/mở các tải phản kháng. Bài báo đã đi vào phân tích phương pháp đóng vào sóng, các thách thức của việc lựa chọn thông số cho thiết bị CSD, đồng thời thử nghiệm đối với máy cắt cho kháng điện bù ngang 500 kV tại TBA Sơn La, máy cắt cho tụ điện 110 kV tại TBA Hà Đông. Các kết quả nghiên cứu cho thấy thiết bị điều khiển (Synchro-Teq) đã hạn chế được hiện tượng tái đánh lửa khi mở kháng và dòng khởi động khi đóng tụ, cũng như hiện tượng quá độ trong hệ thống điện, và có thể được ứng dụng nhiều hơn trong các tải phản kháng khác như máy biến áp không tải, đường dây không tải.

Từ khóa:

Máy cắt điện (MC), thiết bị điều khiển đóng mở (CSD), độ suy giảm điện môi (RDDS), dòng khởi động, tụ bù/kháng điện bù ngang.

Abstract:

The application of controlled switching device (CSD) in order to mitigate influence of transient when energizing/de-energizing reactance loads has been taken into account by electric utilities for years. This paper is devoted to analyse the point on wave method, challenges of choosing parameters for CSD as well as commissioning procedure to a 500kV shunt reactor circuit breaker at Sonla substation and 110kV capacitor bank circuit breaker at Hadong substation. The results showed that the CSD (Synchro –Teq) had effectively mitigated the re-ignition, the inrush current, transient in the system and could be applied to other loads such as no-load transformers, no-load transmission lines.

Keywords:

Circuit breaker, Controlled Switching Device, Rate of Decrease Dielectric Strength, inrush current, shunt capacitor, shunt reactor.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay, các công ty điện lực trang bị các thiết bị điều khiển đóng/mở (Controlled Switching Device-CSD) cho

các máy cắt điện (MC) để giảm thiểu ảnh hưởng quá độ trong hệ thống điện (HTĐ) và các nguy cơ hỏng hóc thiết bị điện. Các CSD này đã chứng minh là giải pháp

thay thế tốt nhất so với các giải pháp khác (như kỹ thuật sử dụng điện trở đóng trước [1]), vì CSD gần như loại bỏ các vấn đề liên quan đến đóng/mở tải phản kháng. Các lợi ích gồm:

- Cải thiện độ tin cậy của trạm biến áp (TBA) và độ ổn định của HTĐ.
- Nâng cao chức năng giám sát TBA.
- Kéo dài tuổi thọ của các thiết bị hiện có bằng cách nâng cao hiệu suất của MC (giảm quá độ trên cách điện thiết bị và xói mòn tiếp xúc của MC, loại bỏ quá độ tại đầu nối trong cáp bảo vệ và điều khiển).

Mục đích của CSD là: điều khiển việc đóng/mở MC tại một thời điểm chính xác (phương pháp đóng vào sóng - Point on wave method) đối với mỗi ứng dụng cụ thể, có tính đến các đặc tính MC và các thông số vận hành nhất định. Ví dụ như khi đóng điện cho một bộ tụ điện bù ngang thì điểm tối ưu được xác định ở sóng điện áp giao với 0, nếu đóng MC ở một thời điểm khác sẽ tạo ra dòng khởi động, có thể có giá trị rất lớn. Tương tự như vậy, nếu mở MC của một kháng điện bù ngang sai thời điểm, sẽ gây ra đánh lửa trở lại của MC.

Việc thu thập thông tin chính xác và đầy đủ trước, trong và sau khi vận hành là rất quan trọng để đảm bảo hoạt động lâu dài và tối ưu cho thiết bị CSD. Một trong những thách thức lớn nhất của hệ thống CSD là gửi các lệnh điều khiển sao cho khi tiếp điểm MC bắt đầu di chuyển và có thể đạt được các mục tiêu về điện và cơ học mong muốn tại thời điểm tối ưu. Để

đạt được điều đó CSD cần dự đoán thời gian hoạt động của MC trong mọi trường hợp có thể (kể cả khi một số thông số của MC thay đổi sau thời gian vận hành dài ngày, như thời gian đóng/mở, nhiệt độ...).

Mặc dù MC là thiết bị cơ khí khá phức tạp nhưng chu trình đóng/mở của MC khá dễ đoán dựa trên các điều kiện hoạt động của nó [2]. Với mỗi công nghệ MC, các nhà sản xuất thường công bố dữ liệu của chúng dựa trên các thử nghiệm điển hình như: đường cong đặc tính thời gian đóng/mở của MC, đặc điểm RDDS (tỷ lệ giảm cường độ điện môi) của thiết bị... đây là những cơ sở đầu tiên để xác nhận xem MC có phù hợp để áp dụng kết hợp với CSD hay không. Tuy nhiên, thông tin này thường chỉ đề cập đến loại đóng mở đơn cực trên MC điển hình trong điều kiện phòng thí nghiệm. Do đó cần phải thực hiện kiểm tra bổ sung tại chỗ trước khi bắt đầu các thí nghiệm vận hành MC và quy trình vận hành nghiêm ngặt sau đó. Ba bước rất quan trọng để mô hình hóa đúng hoạt động của MC gồm: 1. Kiểm tra thời gian MC (thí nghiệm thời gian đóng, mở của tiếp điểm chính, tiếp điểm phụ và phải thực hiện ít nhất 10 lần); 2. Thí nghiệm chỉnh định; 3. Theo dõi khi vận hành trong hệ thống.

Bài báo sẽ đi vào phân tích các thông số, cách thức lựa chọn thông số cho các thiết bị CSD có xét đến kinh nghiệm thực tế. Các kết quả (được giám sát và phân tích bằng phần mềm Vizimax-Tool-Suite) sẽ được áp dụng vào việc lựa chọn thời điểm đóng MC cho bộ tụ bù ngang tại TBA 220

kV Hà Đông /kháng điện bù ngang tại TBA 500 kV Sơn La bởi thiết bị CSD có tên Synchro-Teq của hãng Vizimax.

2. PHƯƠNG PHÁP ĐÓNG VÀO SÓNG ĐỂ ĐIỀU KHIỂN ĐÓNG/MỞ MÁY CẮT

2.1. Khi mở kháng điện bằng CSD

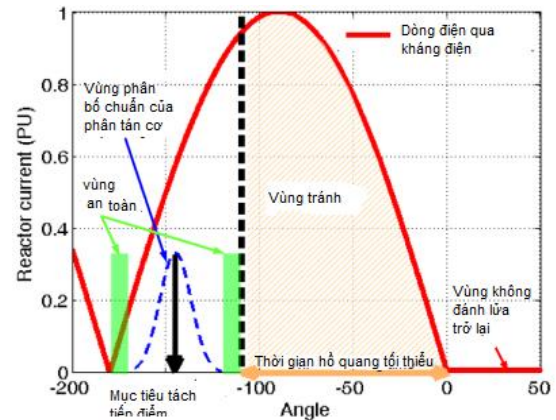
Nếu MC của kháng điện bù ngang được mở ngẫu nhiên có thể gây đánh lửa trở lại đối với MC. Điều này [9], có thể làm hỏng kháng điện và MC. Do đó CSD loại bỏ vấn đề này bằng cách điều chỉnh thời gian mở của mỗi pha, dựa trên các điều kiện bên ngoài và các thông số bên trong tại thời điểm đó [3, 4, 5, 6].

- Với MC dùng cho các kháng điện bù ngang có nhiều buồng dập hồ quang, thì thời gian của buồng chậm nhất được chọn là tham chiếu thời gian cho MC.
- Một yếu tố quan trọng khác của CSD đó là: thời lượng tối thiểu của hồ quang trong thời gian mở MC. Giá trị này là thời gian tính từ lúc tách vật lý của tiếp điểm đến lúc sóng dòng điện giao với 0 lần đầu tiên mà không có đánh lửa lại.
- Sự tách các tiếp điểm phải bắt đầu bên ngoài “vùng tránh” (hình 1). Thời gian này phải lớn hơn thời gian hồ quang tối thiểu cần thiết của MC và cung cấp một vùng an toàn đủ để ngăn chặn sự đánh lửa trở lại do sự phân tán của thời gian mở cơ học MC.
- Khi biết thời gian hồ quang tối thiểu của MC (MAT^0) và phân tán khi mở $\pm 3\sigma$ được biểu thị bằng độ (ở định dạng $\pm Y^0$, trong đó 360^0 ứng với 1 chu kỳ của tần số), giá trị mở tối ưu (OT^0) có thể được

tính bằng công thức 1 và 2:

$$SGV^0 = \frac{180^0 - Y^0 * 2 - MAT^0}{2} \quad (1)$$

$$OT^0 = -(MAT^0 + SGV^0 + Y^0) \quad (2)$$



Hình 1. Ví dụ vùng mở cho kháng bù ngang

Khi biết thời gian hồ quang tối thiểu của MC (MAT^0) và phân tán khi mở $\pm 3\sigma$ được biểu thị bằng độ (ở định dạng $\pm Y^0$, trong đó 360^0 ứng với 1 chu kỳ của tần số), giá trị mở tối ưu (OT^0) có thể được tính bằng công thức 1 và 2:

$$SGV^0 = \frac{180^0 - Y^0 * 2 - MAT^0}{2} \quad (1)$$

$$OT^0 = -(MAT^0 + SGV^0 + Y^0) \quad (2)$$

Nếu CSD hoạt động chính xác, thì sẽ có cảnh báo nếu dòng điện vượt quá điểm giao với 0 đầu tiên sau khi tách tiếp điểm hoặc nếu có sự giảm đột ngột biên độ của dòng điện trong nửa chu kỳ cuối cùng (do đánh lửa trở lại). Vì vậy, bằng cách quan sát và chụp sóng trong quá trình thí nghiệm kiểm tra sẽ xác nhận xem hệ thống có hoạt động bình thường hay không.

2.2. Khi đóng tụ điện bằng CSD

Nếu đóng điện ngẫu nhiên cho bộ tụ có

thể tạo ra dòng khởi động giá trị lớn hơn nhiều lần dòng danh định, cũng như gây ra sự quá độ quá mức trong HTĐ. CSD loại bỏ vấn đề này bằng cách điều chỉnh thời gian đóng của MC đối với mỗi pha, dựa trên những điều kiện bên ngoài và thông số bên trong tại thời điểm đó [3,4].

Thời điểm đóng tối ưu về mặt lý thuyết tương ứng với sóng điện áp với giao với 0. Vì MC là không lý tưởng, nên cần tính đến sự phân tán thời gian đóng cơ học của MC và giá trị RDDS. Điều này dẫn đến sự thay đổi mục tiêu lý thuyết để có được một vùng hoạt động khi đóng bị hạn chế đến điện áp tối thiểu. Điều này có thể được biểu diễn bằng đồ thị bằng sự dịch chuyển sang phải, để hồ quang điện chủ yếu xảy ra trên cạnh phía chiều tăng điện áp trong khi các tiếp điểm đang tiến gần hơn (Hình 2) [3],[4],[5].

Sự thay đổi này gồm hai bước: *xác định dải điện áp thấp tối ưu cho một phân tán cơ học nhất định, sau đó kết hợp kết quả với giá trị RDDS.*

Giá trị của phân tán khi đóng ở $\pm 3\sigma$ trên MC được sử dụng để tính toán các giới hạn của điện áp tối đa đặt vào tới tụ điện. Giá trị lớn nhất tối ưu này chỉ liên quan đến giá trị phân tán và được xác định trong hệ đơn vị tương đối bởi công thức (3) dưới đây.

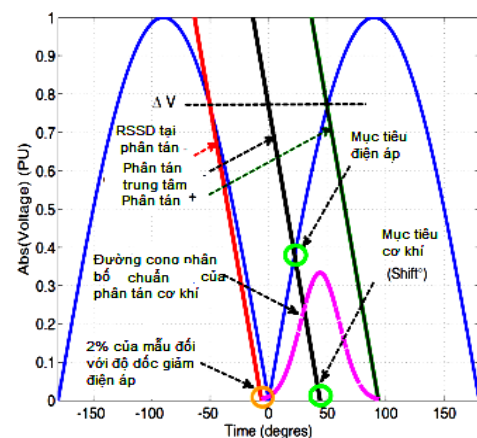
Sự phân tán được cung cấp theo độ ở định dạng $\pm X$, trong đó 360° tương ứng với 1 chu kỳ của tần số HTĐ [4]

$$\Delta V = \frac{V_{đỉnh}}{V_{đỉnh-danh\ định}} * \sin(X) \quad (3)$$

Phương trình (3) chỉ ra rằng giá trị điện áp trong hệ đơn vị tương đối (pu) tại thời điểm đóng MC có thể được chứa trong ranh giới của $\pm \Delta V$ bất kể RDDS (miễn là nó là ≥ 1 pu). Sự thay đổi (Shift) theo độ có thể được tính bằng công thức (4)

$$Shift^0 = \frac{360^\circ}{2\pi} * \frac{RDDS_{1pu}}{RDDS} * \Delta V \quad (4)$$

Với $RDDS \geq 1$ pu và $RDDS_{1pu} = \frac{\pi}{2} * V_{đỉnh-danh\ định}$ trong (4), giá trị $RDDS_{1pu}$ là giá trị RDDS tương ứng với độ dốc lớn nhất của sóng sin điện áp mạng (nghĩa là tại điểm giao cắt 0) ở giá trị danh định, trong khi RDDS là giá trị thực tế của MC. Đơn vị đo lường cho các giá trị RDDS không quan trọng, miễn là hai giá trị sử dụng cùng một đơn vị đo lường. Ở đây, không xét trường hợp RDDS phân tán khác 0 và các giá trị RDDS nhỏ hơn 1 pu.



Hình 2. Ví dụ về mục tiêu đóng cho bộ tụ điện ứng dụng với 1PU RDDS và phân tán $\pm 50^\circ$

Hình 2 cho thấy mối quan hệ qua lại giữa các biến hệ thống khác nhau. Đường cong màu xanh đại diện cho điện áp mạng tuyệt đối trong hệ đơn vị tương đối (pu). Ba độ dốc đại diện cho RDDS của MC tại giới

hạn chuẩn và giới hạn bên ngoài của phân phối chuẩn đường cong $\pm 3\sigma$. Với ví dụ này, chỉ 0,2% mẫu nằm trên độ dốc âm của đường cong điện áp. Vì vậy, khi vận hành, nếu một sự kiện rơi vào độ dốc điện áp âm, thì cần tăng giá trị Shift °

Để đơn giản, khi bắt đầu vận hành, Shift ° có thể được điều chỉnh ở X° sau khi điện áp giao với 0. Các thí nghiệm khác thử nghiệm một vài độ trên và dưới dự đoán đầu tiên này, sau đó sẽ cung cấp các chỉ dẫn về RDDS và thời gian cơ học. Giá trị Shift ° sau đó có thể được giảm nếu RDDS cao (tức là $> 1\text{PU}$). Đối với ví dụ này, biên độ trung bình giá trị mà tại đó tụ điện sẽ được đóng điện bằng một nửa giá trị ΔV . Giá trị này sẽ là giảm đối với phân tán của MC nhỏ hơn.

Trong thực tế, thời gian đóng MC thực (RCT) nhận được từ các công thức (6), trong đó kết quả phải luôn dương khi thí nghiệm vận hành:

$$\text{Shift}^{\text{ms}} = \frac{\text{Shift}^{\circ} \cdot 1000}{360^{\circ} \cdot f} \quad (5)$$

$$\text{RCT} = \text{Shift}^{\text{ms}} - (T_{\text{mc}} - T_{\text{ec}}) \quad (6)$$

Trong đó:

Shift^{ms}: Shift ° được biểu thị bằng ms;

T_{mc}: thời gian MC đóng cơ khí theo lý thuyết (ms);

T_{ec}: thời gian đóng điện đo được (ms);

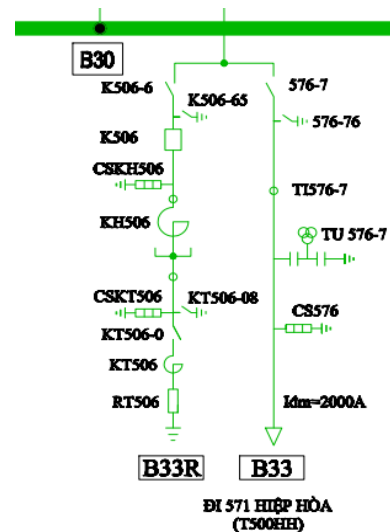
f: tần số mạng tính bằng Hertz.

3. ỨNG DỤNG CHO KHÁNG ĐIỆN TẠI TBA 500 KV SƠN LA

3.1. Lựa chọn thông số cho CSD của MC kháng K506

TBA 500 kV Sơn La gồm 2 MBA tự

ngẫu, 6 đường dây 220 kV, 7 đường dây 500 kV, kháng điện K506 bù ngang đường dây đi Hiệp Hòa. Máy cắt loại: 3APFI- S6, ba pha ba bộ truyền động, thiết bị chọn thời điểm đóng/mở là: PSD2-Siemens.



Hình 3. Sơ đồ kháng KH 506 nối vào thanh góp C52-TBA 500kV Sơn La

Để ngăn chặn hiện tượng đánh lửa trở lại, các tiếp điểm phải mở cơ khí (bắt đầu tách tiếp điểm/bắt đầu phóng điện hồ quang) ở xa điểm dòng điện giao cắt 0 tiếp theo để tối đa hóa khoảng cách giữa các cực tại thời điểm dòng điện vượt qua 0. Khoảng thời gian tối thiểu của hồ quang chỉ có thể được xác định thông qua các thử nghiệm khả năng phá hủy. Đối với MC loại SF6 người ta thường chọn 130° là giá trị an toàn. Một số công ty điện lực chọn mở sớm hơn ví dụ: 160° – 165° trước khi dòng điện giao cắt 0. Tiêu chuẩn CIGRE khuyến cáo nên kiểm tra giá trị đã chọn không ít hơn ba lần, mỗi lần thử nghiệm có thể tăng thêm một biên độ an toàn (ví dụ: 10°) nếu MC lắp lại

kém (phân tán nhiều).

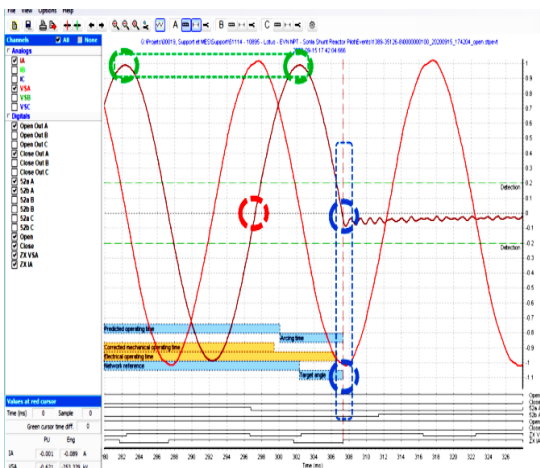
Theo Cigré 757 đối với kháng điện nối đất với trung tính (NGR) có tổng trở nhỏ hơn một phần ba tổng trở của kháng chính, nên với kháng điện K506 ta chọn như bảng 1

Bảng 1. Thông số góc điện áp, thời gian theo CIGRÉ và Vizimax khi mở MC cho kháng

Mở pha A		Mở pha B		Mở pha C	
Độ	ms	Độ	ms	Độ	ms
90	5,0	90+120 =210	11.7	90+60 =150	8.3

3.2. Phân tích kết quả khi mở kháng

Sau khi thực hiện 5 lần thí nghiệm mở MC bởi Synchro-Teq, kết quả phân tích bằng phần mềm Vizimax-Tool-Suite cho thấy không có sự đánh lửa trở lại, dạng sóng được ghi lại như hình 4, 5.



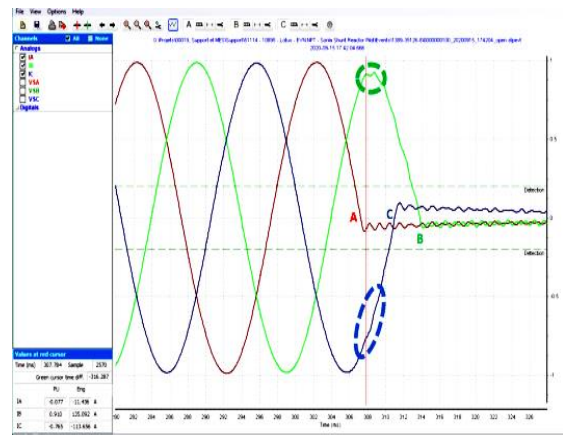
Hình 4: Điện áp và dòng pha A khi mở MC 506 bằng Synchro-Teq (pu)

Hình 4 cho thấy việc mở MC pha A đúng như điều khiển. Dòng điện (màu nâu) trễ sau điện áp (màu đỏ) 90°. Giá trị dòng điện không thấp hơn trong nửa chu kỳ cuối cùng (trước khi mở MC) so với dòng

ở chu kỳ trước (khoanh màu xanh lục) nên không có đánh lửa trở lại.

Điểm mục tiêu bên phải của thanh có tên “góc mục tiêu”. Các vòng tròn màu xanh lam bằng chứng dòng điện ngắt tại chính điểm đó. Nếu sự đánh lửa lại xảy ra, chúng ta sẽ thấy trên dạng sóng hiện tại có một nhiễu động nhỏ do lần đánh lửa đầu tiên gây ra, nửa chu kỳ trước lần đánh lửa cuối cùng (chu kỳ màu đỏ).

Hình 5 cho thấy dòng điện giảm về 0 khi sóng dòng điện A (màu nâu) dự kiến đi qua 0, pha, sau đó pha C (màu xanh lam) với 60° chậm sau pha A, cuối cùng là B (màu xanh lá cây) với 60° chậm sau pha C.

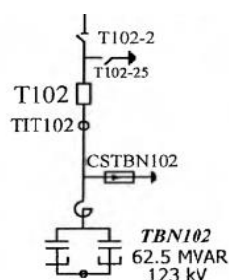


Hình 5: Dòng điện pha A, B, C khi mở MC 506 bằng Synchro-Teq (pu)

4. ỨNG DỤNG CHO TỤ ĐIỆN TẠI TBA 220 KV HÀ ĐÔNG

4.1. Giới thiệu thiết bị tại bộ tụ

Thông số kỹ thuật của MC 102 nối vào TG C12 phía 110kV [7]: GL313-F3/4031P ba pha ba bộ truyền động, MC SF6; thiết bị lựa chọn thời điểm đóng/mở: RPH2-2SA0.



Hình 6. Sơ đồ Tụ 102 nối vào thanh góp TG02

4.2. Lựa chọn thông số khi đóng tụ

Với loại SF6, Cigré khuyến cáo nên nhắm đến mục tiêu tại một điểm hơi trễ sau điểm đóng lý tưởng (ví dụ: 16° trễ), như một biện pháp phòng ngừa để không có nguy cơ đóng vào điểm xấu nhất trong trường hợp MC tác động hơi quá nhanh (có thể gây ra hồ quang có giá trị lớn, nhất là khi việc đóng điện xảy ra gần với điện áp đỉnh - điểm đóng tồi tệ nhất).

Tiêu chuẩn cần đạt được khi đóng tụ :

- Dòng điện phải bắt đầu chạy trong vùng lân cận của điểm đóng lý tưởng (không sớm hơn 0,5 ms và không chậm hơn 1,5 ms sau).
- Hình dạng điện áp cho cả ba pha vẫn có dạng hình sin mà không có hiện tượng méo/sụt áp/quá độ tần số cao.
- Dòng khởi động không lớn hơn mức chấp nhận được.

Bảng lựa chọn thời điểm đóng theo CIGRÉ [8] và bằng Synchro Teq (Vizimax) khi áp dụng độ trễ (8°) như bảng 2.

Bảng 2. Thông số góc, thời gian theo CIGRÉ và Vizimax khi đóng MC cho tụ

Đóng pha A		Đóng pha B		Đóng pha C		Thứ tự pha
Độ	ms	Độ	ms	Độ	ms	
158	8,7	158	8,7	248	13,7	A+B, C

5. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

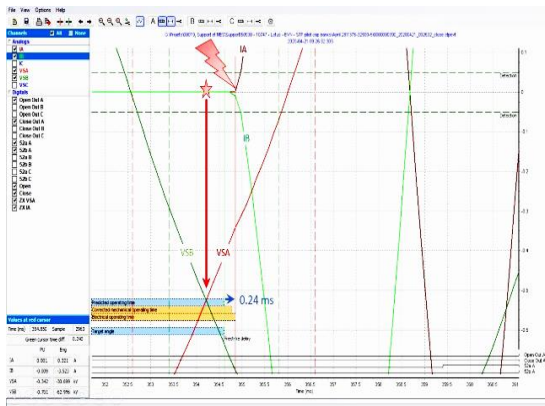
5.1. Phân tích kết quả khi đóng tụ

Khi thí nghiệm MC, quan sát thấy sự phân tán cơ học không lớn hơn 1 ms, nhưng RDDS không xác định được. Ba độ trễ an toàn khác nhau đã được thử đối với việc đóng MC (lần lượt là 0° , 8° và 16°), đã chứng minh rằng biên độ an toàn 8° sẽ cung cấp biên độ an toàn đủ hợp lý, không có tác động đáng kể đến hiệu suất của giảm thiểu tác hại của dòng khởi động.

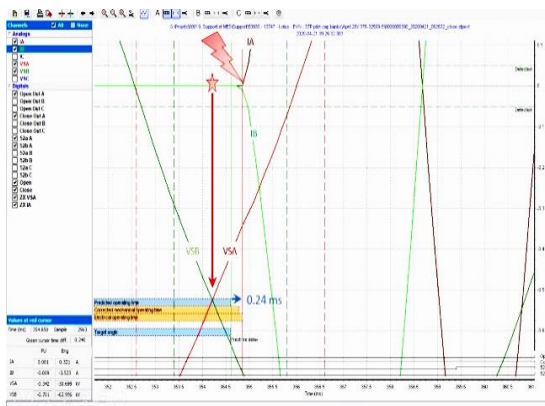
Kết quả phân tích bằng phần mềm Vizimax-Tool-Suite cho thấy sự thành công của việc giảm thiểu dòng khởi động tụ phụ thuộc vào sự kết hợp giữa sự làm việc hiệu quả của bộ CSD, MC (sự phân tán cơ học ít, với giá trị RDDS cao) và hệ thống nguồn (đáp ứng của bộ tụ điện, công suất ngắn mạch HTĐ...). Tại Hà Đông, giá trị ngưỡng báo động dòng điện được đặt là 2,7 pu được coi là "chấp nhận được" khi thử nghiệm với các mức tải khác nhau, đã quan sát được dòng khởi động khi đóng bằng Synchro-Teq vẫn ở dưới 2,3 p.u.

5.1.1. Kết quả đóng thiết bị tháng 21/4/2020

Sau thời gian thử nghiệm 6 tháng, với các điều kiện bên ngoài khác nhau như tải, nhiệt độ thì tất cả các lần đóng điện xảy ra thực tế tại vị trí  so với dự kiến : trễ không quá 0,24 ms khi đóng A & B (hình 7) và đúng thời gian dự kiến khi đóng C (hình 8).

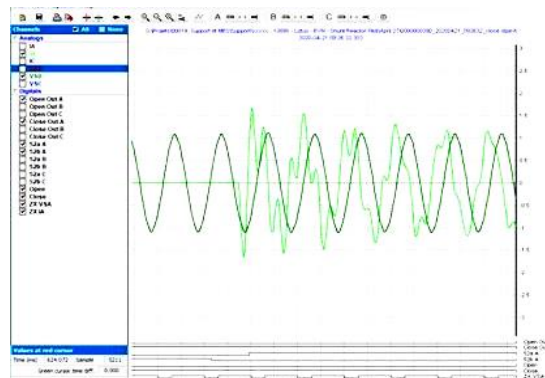


Hình 7. Điện áp pha A,B đóng đồng thời (sự kiện ngày 21/4/2020)



Hình 8. Khi đóng pha C (sự kiện ngày 21/4/2020)

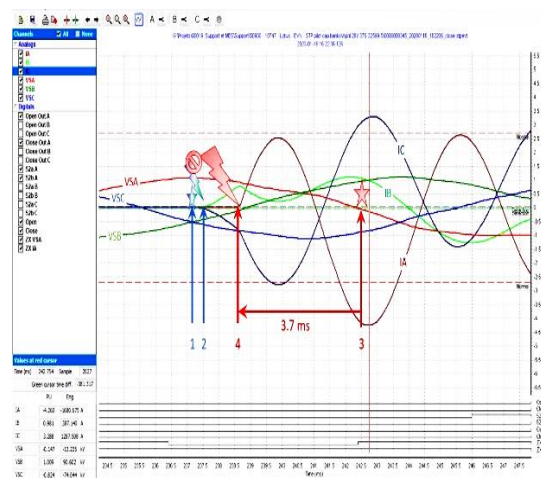
Sai số 0,24 ms khi đóng đồng thời pha A và B nằm trong phạm vi phân tán tự nhiên của MC và đã không gây ra bất kỳ dòng khởi động nguy hiểm nào. Giá trị dòng khởi động không quá 2 pu (hình 9).



Hình 9. Dòng pha B khi đóng bằng Synchro-Teq

5.1.2. Trường hợp nguy hiểm khi đóng sớm

Sự kiện ngày 16/1/2020, khi đóng bằng RPH2. Pha B và C cần phải đóng tại điểm 1 như hình 10 - tại đó mức điện áp của chúng bằng nhau, thực tế thì chúng đã đóng tại điểm 2 - chậm sau một chút: Điều này là chấp nhận được và hợp lý (hình 10).



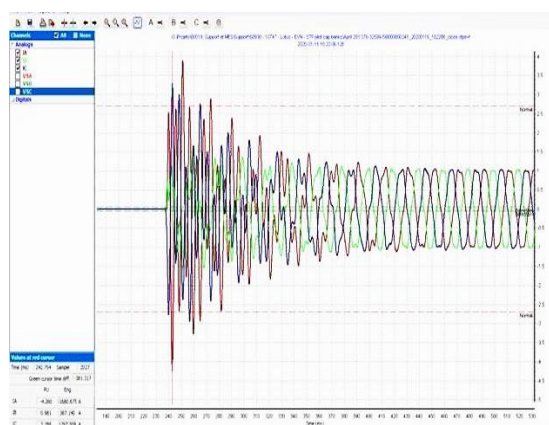
Hình 10. Thứ tự đóng điện các pha bằng RPH2 (sự kiện ngày 16/1/2020)

Pha A (IA - màu nâu) không được đóng sớm hơn tại điểm 3 (giao với 0 của sóng điện áp VSA - màu đỏ), nhưng thực tế đóng tại điểm 4 - sớm hơn rất nhiều và rất gần với điện áp cực đại (0,92 pu như hình 11). Nó không chỉ dẫn đến dòng khởi động lớn 4,3 p.u. trên pha A (hình 12), mà gây ra dòng điện thay đổi lớn trong IB và IA, đồng thời gây ra sự sụt áp trong HTĐ (hình 13).

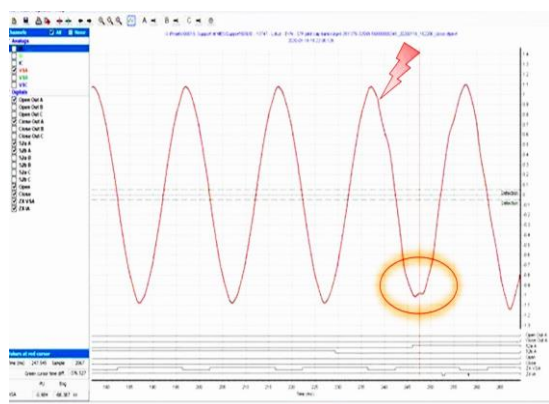
Như vậy, sau thời gian vận hành, thời gian của MC đã bị phân tán và có những ảnh hưởng bên ngoài và bên trong thiết bị cũ đã hoạt động không hiệu quả.



Hình 11. Chi tiết dòng pha A khi đóng sớm hơn (sự kiện ngày 16/1/2020)



Hình 12. Dòng điện các pha (giá trị lớn nhất đạt 4,3 p.u. trên pha A)



Hình 13. Sự sụt áp của pha A (pu)

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích các yếu tố cần thiết

phải xem xét khi áp dụng phương pháp đóng vào sóng để điều khiển mở/đóng các máy cắt cho kháng điện/tụ điện bù ngang.

Việc thí nghiệm đưa vào vận hành thiết bị Synchro-Teq đã được thực hiện theo tiêu chuẩn, đã lựa chọn các thông số theo khuyến cáo của Cirgre và những kinh nghiệm thực tế của Vizimax. Thiết bị được áp dụng tại TBA 500 kV Sơn La và 220 kV Hà Đông, đã chứng minh thành công của thiết bị điều khiển đóng cắt trong việc:

- Khi mở máy cắt của kháng điện đã không gây ra hiện tượng đánh lửa trở lại.
- Khi đóng điện cho tụ điện: Giảm thiểu dòng điện khởi động khi đóng điện ở mức chấp nhận được và loại bỏ quá độ điện áp cao tần trong khi đóng;
- Thiết bị có khả năng ghi nhớ 2000 sự kiện, cho phép giám sát sự làm việc của các MC trong quá trình vận hành, giúp cho các kỹ sư phân tích các tình huống xảy ra đối với thiết bị, góp phần quản lý, nâng cao tuổi thọ thiết bị.

Qua nghiên cứu, lựa chọn cũng cho thấy cần tính toán lại thông số đặt của thiết bị CSD hiện tại, hoặc thay thế bằng các thiết bị CSD hiện đại hơn như Synchro-Teq (Vizimax) do chúng có khả năng ghi nhận, giám sát sự vận hành phân tích các sự kiện, Đồng thời sau một thời gian dài vận hành, khi thông số của MC thay đổi với nhiệt độ, áp suất, điều kiện vận hành khác nhau thì thiết bị hiện có đã làm việc không hiệu quả, gây ra dòng khởi động lớn, dao động điện áp và quá độ trong HTĐ.

Các nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào việc điều khiển đóng/mở cho MC của các đường dây, MBA không tải trong HTĐ để có thể ứng dụng rộng rãi hơn trong HTĐ Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến đại diện Công ty Vizimax, Công ty Lotus, Công ty Truyền tải điện 1, Trạm biến áp 500 kV Sơn La, trạm biến áp 220 kV Hà Đông đã giúp đỡ tác giả thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] CIGRÉ Working Group A3.06, "Final report of the 2004-2007 international enquiry on reliability of high voltage equipment, Part 2: Reliability of high voltage SF6 circuit breakers" (CIGRÉ TB 510, October 2012)
- [2] H. Ito, H. Kohyama, B.R. Naik, R.G. Asche, H. Wilson, S. Billings, "Factory and field verification tests of controlled switching system" (CIGRÉ session #A3-114, 2004).
- [3] S. De Carufel, A. Mercier, P. Taillefer, "CSD Contributions to Equipment Upgrading and Upgrading," CIGRE Auckland Conference 2013.
- [4] S. De Carufel, A. Mercier, P. Taillefer, "Optimal Commissioning of Controlled Switching Systems" CIGRE Brisbane - COLLOQUIUM Brisbane Australia 2013.
- [5] S. De Carufel, A. Mercier, P. Taillefer "Innovative monitoring using controlled switching devices" CIGRÉ Belgium Conference 2014.
- [6] Ramón Cano-González, Pierre Taillefer, Gabriel Alvarez-Cordero R&D and innovation Project: using a controlled switching device for a power transformer application in Red Eléctrica de España, CIGRÉ Toronto Canada Conference 2014.
- [7] "Hồ sơ thiết kế mạch bảo vệ máy cắt tụ điện 102 - Trạm 220 kV Hà Đông", Công ty ENTEC 2015.
- [8] Tiêu chuẩn Cigré: Guidelines and best practices for the commissioning and operation of controlled switching projects", February 2019.
- [9] Y. Fushimi, T. Kobayashi, E. Haginomori, A. Kobayashi, K. Suzuki, "Re-ignition free controlled switching of EHV high-power shunt reactor" (CIGRÉ session #13-106, 1998).
- [10] Tấn Phát T, Ngọc Điều V. Ảnh hưởng của điện áp quá độ phục hồi và biện pháp hạn chế khi cắt cuộn kháng bù ngang ở trạm biến áp 500 kV Ô Môn. Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.; 2(2):86-96.
- [11] CIGRÉ: "Guidelines and best practices for the commissioning and operation of controlled switching projects", February 2019.
- [12] <https://www.vizimax.com/support/download?id=296cal>

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Nguyễn Đăng Toàn tốt nghiệp đại học ngành hệ thống điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2001, nhận bằng Thạc sĩ ngành quản lý hệ thống điện (EPSM) năm 2004 tại AIT - Thái Lan, bằng Tiến sĩ ngành điện - tự động hóa năm 2008 tại Grenoble - INP - Pháp. Tác giả hiện nay là giảng viên Khoa Kỹ thuật điện - Trường Đại học Điện lực.

Lĩnh vực nghiên cứu: Ổn định HTĐ, ứng dụng thiết bị HVDC/FACTS, tích hợp năng lượng tái tạo vào lưới điện.

