

## GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN VẬN HÀNH KHI THỰC HIỆN THAO TÁC ĐÓNG CẮT CHO HỆ THỐNG CÁP NGẦM ĐẢO LÝ SƠN

### SOLVING THE OPERATION PROBLEM WHEN PERFORMING THE SWITCHING OPERATION FOR LY SON ISLAND UNDERGROUND CABLE SYSTEM

**Đoàn Đức Tùng**

Trường Đại học Quy Nhơn

Ngày nhận bài: 12/1/2018, Ngày chấp nhận đăng: 26/2/2018, Phản biện: TS. Lê Thành Doanh

#### **Tóm tắt:**

Để đảm bảo chất lượng điện áp vận hành cho tuyến cáp ngầm huyện đảo Lý Sơn khi nhu cầu phụ tải tại đảo thay đổi rất lớn trong ngày, thật sự cần thiết phải thực hiện giải pháp lắp đặt kháng bù ngang và đưa vào vận hành lúc tải thấp cũng như cắt ra khi tải cao. Với các trường hợp thao tác, đóng cắt tuyến cáp ngầm được kết nối với kháng bù ngang sẽ phát sinh nhiều vấn đề nguy hiểm như quá điện áp phục hồi (TRV), hiện tượng zero-missing... Vì vậy, bài báo sẽ xây dựng mô hình tuyến cáp ngầm này bằng chương trình phần mềm EMTP-RV đúng với thực tế, mô phỏng các trường hợp nguy hiểm đặc biệt là hiện tượng liên quan đến đóng cắt như quá điện áp phục hồi (TRV), hiện tượng zero-missing... Đồng thời tìm ra giải pháp an toàn cho tuyến cáp được vận hành an toàn. Kết quả phân tích là các dạng quá độ của điện áp, dòng điện và giải pháp áp dụng kháng điều khiển linh hoạt (VSR) để hạn chế các vấn đề trên.

#### **Từ khóa:**

EMTP-RV; kháng điều khiển linh hoạt; zero-missing; bão hòa; quá điện áp tạm thời, cáp ngầm.

#### **Abstract:**

To ensure quality operation voltage for Ly Son island underground cable system when load demand changes large during the day, it really needs to install shunt reactor and switch on it at minimum load demand also switch off it at maximum load demand. In case of operation, the switching operation of the underground cable that is connected to shunt reactor will generate many dangerous problems such as over-voltage recovery (TRV), zero-missing phenomenon... Therefore, paper will model this cable by software EMTP-RV and same power network structure, simulating dangerous problems and special phenomenon is transient recovery voltage (TRV), zero-missing phenomenon when circuit breaker switch off... The analysis results are transient voltage, current waveform and solution applies variable shunt reactor (VSR) to limit above problems.

#### **Key words:**

EMTP-RV, variable shunt reactor, saturation, transient over-voltage, underground cable.

## 1. MỞ ĐẦU

Đường dây cáp ngầm thường sản sinh ra một lượng công suất phản kháng khá lớn. Thông thường, ở chế độ vận hành vừa và nặng tải, lượng công suất vô công sinh ra từ đường dây có thể so sánh (và triệt tiêu) với tổn thất vô công khi truyền tải. Vấn đề cần lưu ý ở đây là khi đường dây non tải, đặc biệt là khi cắt tải đột ngột ở một phía đường dây sẽ xuất hiện hiệu ứng Ferranti - hiện tượng tăng đột ngột điện áp trên dọc tuyến đường dây, phá hỏng cách điện, gây trở ngại cho việc đóng lặp lại và trong một số trường hợp làm quá tải các máy phát do phải chịu dòng điện dung khá cao. Trong khi đường dây cáp ngầm 22kV cấp điện cho huyện đảo Lý Sơn có chiều dài lên đến 26km nên cũng không thể tránh khỏi được những vấn đề trên. Để khắc phục tình trạng này người ta thường sử dụng phương pháp đặt các kháng bù ngang ở hai đầu hoặc trên giữa đường dây.

Tuy nhiên, vấn đề khó khăn không nằm ở chỗ tính toán bù mà nằm ở vấn đề thao tác kháng bù ngang trong quá trình vận hành. Kháng bù ngang có thể coi là một phụ tải cảm kháng, thực hiện cắt cuộn kháng bù ngang trước khi dòng qua cuộn kháng cắt điểm không (zero-missing) sẽ có một sự giải phóng năng lượng bấy rất lớn từ cuộn kháng và điều này gây ra các hiện tượng quá độ điện từ dẫn đến quá điện áp tác dụng lên kháng cũng như các thiết bị đấu nối [1]. Quá điện áp này được gọi là quá điện áp đóng cắt. Quá điện áp đóng cắt có thể gây nguy hiểm cho các thiết bị nếu giá trị điện áp nó tạo ra vượt quá giá trị chịu đựng xung của thiết bị [2].

Về cơ bản máy cắt không khó để cắt dòng kháng, tuy nhiên nếu máy cắt cắt trước khi dòng đi qua điểm không thì sẽ có một số hiện tượng liên quan đến dòng thay đổi nhanh (current chopping) và các hiện tượng hồ quang tiếp theo sau đó là nguyên nhân gây ra các quá áp quá độ, tăng thời gian mở máy cắt, gây bão hòa biến dòng dẫn đến tác động sai của relay... Với những khó khăn nêu trên bài báo thực hiện phân tích đưa ra giải pháp bù tối ưu để bảo vệ các thiết bị và hệ thống cáp ngầm cấp điện cho huyện đảo Lý Sơn.

## 2. GIẢI PHÁP BÙ NGANG

Theo ghi nhận của đơn vị vận hành là điện áp tại đảo Lý Sơn rất cao khi nhu cầu phụ tải ở đảo thấp (khoảng từ 2h đến 4h sáng). Trong khi điện áp 22kV phía TBA 110/22kV Dung Quất không có khả năng điều chỉnh giảm thấp dẫn đến cần phải có biện pháp điều tiết điện áp phía Đảo Lý Sơn bằng cách trang bị cuộn kháng bù ngang. Bên cạnh đó khi thực hiện đóng điện từ phía đất liền ra đảo gây quá áp phía thanh cái 22kV ở đảo. Điện áp cao nhất trên đường dây bị hở mạch một đầu được xác định theo công thức:

$$U_{\max} = \frac{E}{\cos \beta(l - l_r) - \frac{X_S}{Z} \sin \beta(l - l_r)}$$

Trong đó:

$B$ : Tốc độ lan truyền sóng thuận 50 Hz trên đường dây nằm trong khoảng  $1,05 \cdot 10^{-3} - 1,08 \cdot 10^{-3}$ ;

$Z$ : Điện kháng sóng của đường dây;

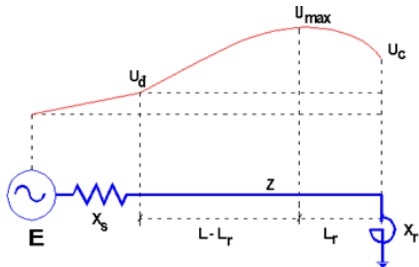
$X_R$ : Điện kháng của cuộn kháng bù vào

cuối đường dây;

$X_S$ : Điện trở tương đương của hệ thống;

$l$ : Chiều dài đường dây;

$l_R$ : Chiều dài đoạn đường dây chịu ảnh hưởng của cuộn kháng bù.



**Hình 1. Phân bố điện áp dọc đường dây siêu cao áp khi cắt tải một đầu**

Ngoài ra việc lắp đặt kháng bù ngang có công dụng hấp thụ công suất phản kháng ở chế độ tải nhẹ mà qua đó còn góp phần giảm tổn thất trên cáp.

Để đánh giá sự cần thiết có lắp kháng bù ngang ở cuối đường dây, phân tích chế độ vận hành hệ thống sẽ xem xét tính toán kiểm tra các chế độ phóng điện từ trạm 110kV Dung Quất ra phía đảo kiểm tra điện áp tại đảo Lý Sơn. Kháng bù ngang sẽ được lắp đặt để duy trì điện áp tại điểm tiếp nhận phía đảo Lý Sơn ở mức dưới 1,09pu (24kV).

Do giá trị điện áp thanh cái 22kV Dung Quất ở chế độ thấp điểm đêm có thể duy trì ở mức 1,09 pu (23,98kV), nên với dung dẫn mỗi pha của cáp ngầm là  $C=0,374\text{F/km}$  kết hợp với đoạn cáp ngầm trên bờ có tổng chiều dài của tuyến cáp khoảng hơn 26km thì công suất phản kháng do phần cáp ngầm 22kV sinh ra khoảng 1,63MVar. Giá trị công suất phản kháng này khá lớn gây khó khăn trong vận hành ở phía đảo Lý Sơn. Để đảm bảo yêu cầu vận hành cũng như giảm tổn thất

do công suất phản kháng sinh ra quá lớn, bài báo xem xét tính toán lắp đặt kháng bù ngang tại Lý Sơn.

- Trường hợp 1: Không thực hiện bù ngang.
- Trường hợp 2: Thực hiện bù khoảng 55% ứng với đặt kháng bù ngang 900kVAr ở phía Lý Sơn.
- Trường hợp 3: Thực hiện bù khoảng 60% ứng với đặt kháng bù ngang 982kVAr ở phía Lý Sơn.
- Trường hợp 4: Thực hiện bù khoảng 65% ứng với đặt kháng bù ngang 1064kVAr ở phía Lý Sơn.
- Trường hợp 5: Thực hiện bù khoảng 70% ứng với đặt kháng bù ngang 1145kVAr ở phía Lý Sơn.

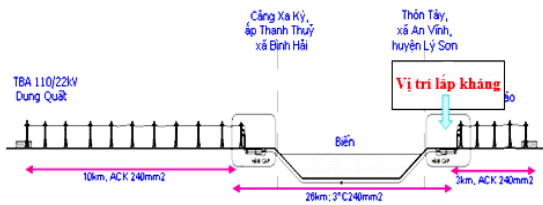
**Bảng 1. Kết quả đóng điện từ Dung Quất và giá trị điện áp ghi nhận ở Lý Sơn**

| Trường hợp | Phần trăm bù | Điện áp TC 22kV TBA 110 Dung Quất (kV) | Điện áp tại TC Lý Sơn (kV) | Công suất (kVAr) |
|------------|--------------|----------------------------------------|----------------------------|------------------|
| 1          | 0 %          | 23,98                                  | 24,37                      | 0                |
| 2          | 55%          | 23,95                                  | 24,19                      | 900              |
| 3          | 60%          | 23,92                                  | 24,02                      | 982              |
| 4          | 65%          | 23,80                                  | 23,98                      | 1064             |
| 5          | 70%          | 23,86                                  | 23,87                      | 1145             |

Các kết quả tính toán cho thấy khi thực hiện lắp đặt kháng bù ngang ở Lý Sơn với tỷ lệ bù ngang trên 65% trở lên, điện áp tại thanh cái 22kV Lý Sơn chế độ thấp điểm đêm đều nằm dưới giá trị 23,98kV.

Chọn kháng bù ngang 1000kVAr để thực hiện lắp đặt tại thanh cái 22kV Lý Sơn - phía đường dây đầu nối cáp ngầm biển. Với giá trị kháng này điện áp tại thanh cái 22kV là 23,99kV. Giá trị điện áp này là chấp nhận được. Việc tăng công suất cuộn

kháng sẽ làm tăng chi phí đầu tư, do vậy trong bài báo sử dụng cuộn kháng 1000kVAr làm cuộn kháng bù ngang cho tính toán.



Hình 2. Vị trí lắp đặt kháng bù ngang

Ở chế độ phụ tải cực đại điện áp thấp, thông thường sẽ thực hiện cắt kháng bù ngang để nâng cao điện áp cũng như giảm tổn thất. Trong chế độ phụ tải thấp cần đóng cuộn kháng bù ngang để đảm bảo chất lượng điện áp trong dài vận hành.

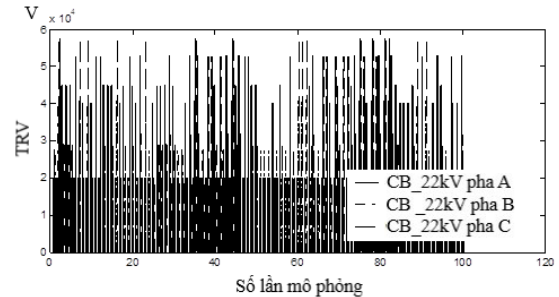
### 3. VẤN ĐỀ ĐIỆN ÁP QUÁ PHỤC HỒI CỦA MÁY CẮT (TRV)

Thông thường sẽ lắp đặt các máy cắt kháng để thực hiện đóng cắt cuộn kháng bù ngang nhằm linh động trong vận hành. Tuy nhiên kháng bù ngang có thể coi là một phụ tải cảm kháng, thực hiện cắt cuộn kháng bù ngang trước khi dòng qua cuộn kháng cắt điểm không sẽ có một sự giải phóng năng lượng bấy rất lớn từ cuộn kháng và điều này gây ra các hiện tượng quá độ điện từ dẫn đến quá điện áp tác dụng lên kháng cũng như các thiết bị đầu nối. Quá điện áp này được gọi là quá điện áp đóng cắt.

Quá điện áp đóng cắt có thể gây nguy hiểm cho các thiết bị nếu giá trị điện áp nó tạo ra vượt quá giá trị chịu đựng xung của thiết bị.

Về cơ bản máy cắt không khó để cắt dòng kháng, tuy nhiên nếu máy cắt cắt trước

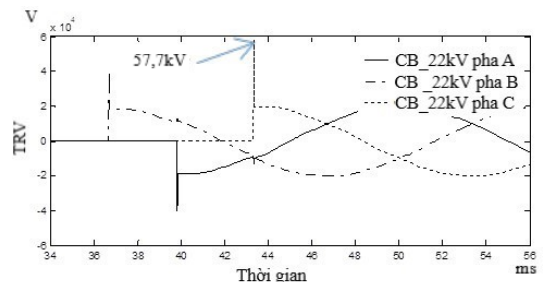
khí dòng đi qua điểm không thì sẽ có một số hiện tượng liên quan đến dòng thay đổi nhanh (current chopping) và các hiện tượng hồ quang tiếp theo sau đó điều này là nguyên nhân gây ra các quá áp quá độ.



Hình 3. Kết quả TRV ở 100 lần tính toán xác suất theo quy luật phân bố chuẩn

Hình 3 trình bày kết quả tính toán bằng phần mềm EMTP-RV [6], mô phỏng phân bố xác suất chế độ cắt cuộn kháng bằng máy cắt kháng 22kV. Kết quả tính toán cho thấy điện áp quá độ phục hồi của máy cắt trong 100 lần thực hiện cắt ở thời gian ngẫu nhiên theo quy luật phân bố chuẩn là khá lớn.

Hình 4 trình bày 1 trường hợp cắt cuộn kháng cho thấy giá trị TRV lên đến 57,7kV và tốc độ gia tăng điện áp (RRRV) là 2,85kV/μs; trong khi đó máy cắt 22kV đối với trường hợp cắt cuộn kháng (Out-of-phase) cho phép giá trị TRV nhỏ hơn 61kV với RRRV cao nhất là 0,35kV/μs (bảng 2).



Hình 4. Giá trị TRV 3 pha máy cắt

Như vậy máy cắt 22kV đến 48kV hiện có trên thị trường tuy giá trị TRV có thể lớn hơn giá trị TRV tính toán nhưng tốc độ gia tăng điện áp (RRRV) cho phép rất thấp đối với trường hợp xuất hiện TRV do vấn đề cắt ngược pha (Out-of-phase) gây ra.

**Bảng 2. Giá trị TRV của máy cắt trung áp theo IEC 62271-100[5]**

| Rated voltage<br>$U_r$<br>kV | Type of test   | First-pole-to-clear factor<br>$k_{pp}$<br>p.u. | Amplitude factor<br>$k_{af}$<br>p.u. | TRV peak value<br>$U_c$<br>kV | Time<br>$t_3$<br>$\mu s$ | Time delay<br>$t_d$<br>$\mu s$ | Voltage<br>$u'$<br>kV | Time<br>$t'$<br>$\mu s$ | RRRV <sup>a</sup><br>$u_c/t_3$<br>kV/ $\mu s$ |
|------------------------------|----------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| 17,5                         | Terminal fault | 1.5                                            | 1.4                                  | 30                            | 71                       | 11                             | 10                    | 35                      | 0.42                                          |
|                              | Out-of-phase   | 2.5                                            | 1.25                                 | 45                            | 145                      | 22                             | 15                    | 70                      | 0.31                                          |
| 24                           | Terminal fault | 1.5                                            | 1.4                                  | 41                            | 87                       | 13                             | 14                    | 43                      | 0.47                                          |
|                              | Out-of-phase   | 2.5                                            | 1.25                                 | 61                            | 174                      | 26                             | 20                    | 83                      | 0.35                                          |
| 25,8 <sup>1</sup>            | Terminal fault | 1.5                                            | 1.4                                  | 44                            | 105                      | 16                             | 15                    | 52                      | 0.42                                          |
|                              | Out-of-phase   | 2.5                                            | 1.25                                 | 66                            | 213                      | 32                             | 22                    | 103                     | 0.31                                          |
| 36                           | Terminal fault | 1.5                                            | 1.4                                  | 62                            | 109                      | 16                             | 21                    | 53                      | 0.57                                          |
|                              | Out-of-phase   | 2.5                                            | 1.25                                 | 92                            | 214                      | 32                             | 31                    | 104                     | 0.43                                          |
| 38 <sup>1</sup>              | Terminal fault | 1.5                                            | 1.4                                  | 65                            | 125                      | 19                             | 22                    | 61                      | 0.52                                          |
|                              | Out-of-phase   | 2.5                                            | 1.25                                 | 97                            | 249                      | 37                             | 32                    | 119                     | 0.39                                          |
| 48,3 <sup>1</sup>            | Terminal fault | 1.5                                            | 1.4                                  | 83                            | 122                      | 6                              | 27                    | 47                      | 0.68                                          |
|                              | Out-of-phase   | 2.5                                            | 1.25                                 | 123                           | 262                      | 39                             | 41                    | 126                     | 0.47                                          |

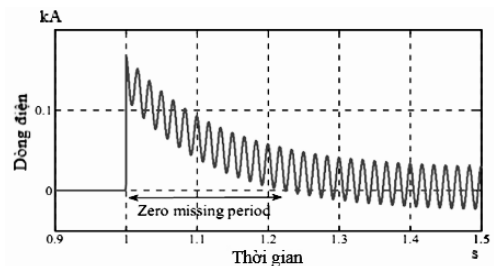
Theo kết quả tính toán mức năng lượng từ phần mềm EMTP-RV, đối với máy cắt 22kV sản xuất theo IEC để đạt được giá trị TRV là 61kV với RRRV 0,35kV/ $\mu s$  thì thời gian tăng từ TRV ở giá trị “0” đến 61kV mất 174 $\mu s$ , ứng với mức năng lượng trong máy cắt khoảng 5307 (kV $\times \mu s$ ). Trong khi đó với máy cắt tính toán nếu yêu cầu đến 174 $\mu s$ , với TRV=56kV, RRRV 2,85kV/ $\mu s$ , thì máy cắt phải có mức năng lượng chịu đựng lên đến 9184(kV $\times \mu s$ ).

Đối với máy cắt 35kV sản xuất theo IEC để đạt được giá trị TRV là 92kV với RRRV 0,43kV/ $\mu s$  thì thời gian tăng từ TRV ở giá trị “0” đến 92kV mất 216 $\mu s$ , ứng với mức năng lượng trong máy cắt khoảng 9936(kV/ $\mu s$ ). Ở máy cắt tính toán nếu thời gian yêu cầu đến 216 $\mu s$ , với TRV=57,7kV, RRRV 2,85kV/ $\mu s$  thì máy cắt phải có mức năng lượng chịu đựng lên

đến 11536(kV/ $\mu s$ ). Như vậy máy cắt 22kV hay 35kV đều không có khả năng thực hiện cắt cuộn kháng bù ngang.

#### 4. HIỆN TƯỢNG “ZERO-MISSING”

Đối với đường dây dài hoặc cáp ngầm thường lắp đặt kháng bù ngang nhằm đảm bảo các yêu cầu điện áp trên đường dây được duy trì trong giới hạn cho phép trong quá trình vận hành. Kháng bù ngang tạo ra thành phần một chiều do năng lượng bị “bẫy” trong cuộn kháng và nó ảnh hưởng quá trình đóng/mở máy cắt. Trong 1 vài trường hợp thao tác đóng điện đường dây do thành phần dòng điện DC bẫy trong kháng bù ngang lớn hơn biên độ dòng điện AC, dòng điện tổng lại mất nhiều chu kỳ mới cắt qua điểm không, đây gọi là hiện tượng “Zero-Missing” [4], gây ra từ hóa lõi từ các biến dòng điện cũng như gây tác động đến các relay bảo vệ dẫn đến cắt đường dây.

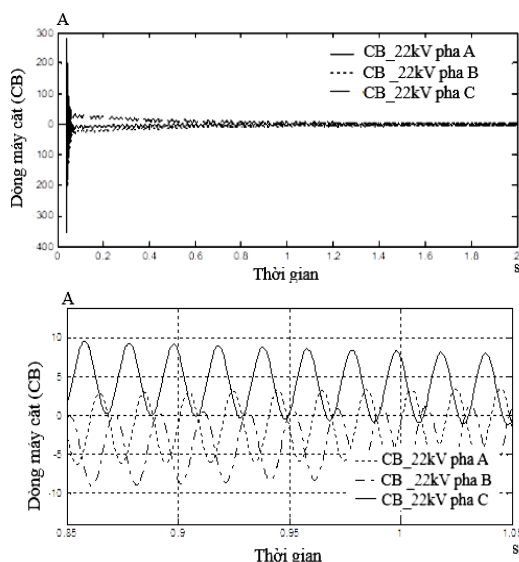


**Hình 5. Hình minh họa “Zero-Missing”**

Khi cuộn kháng đang vận hành trên lưới điện thực hiện đóng điện không tải từ Dung Quất sẽ gây ra hiện tượng “zero-missing” đối với các máy cắt 22kV Dung Quất cũng như gây tác động nhầm bởi các relay bảo vệ xuất tuyến 22kV đi đảo Lý Sơn do bị từ hóa các biến dòng điện bởi thành phần DC.

Đối với dự án Lý Sơn, với tỉ lệ bù ngang

gần 65% (cuộn kháng bù 1MVar), mô phỏng cho thấy khi thực đóng máy cắt 22kV ở Dung Quất dòng DC xuất hiện ở pha C kéo dài đến gần 0.9sec.



Hình 6. Thành phần DC khi đóng máy cắt 22kV tại Dung Quất

## 5. CÁC GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC VÀ CHỌN GIẢI PHÁP TỐI ƯU

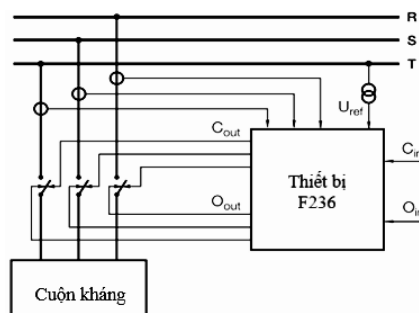
### 5.1. Thiết bị lựa chọn thời điểm cắt

Giá trị TRV là hiệu điện áp chênh lệch giữa 2 bản cực máy cắt khi máy cắt thực hiện cắt vận hành. Lúc đó phần bản cực máy cắt đấu nối với hệ thống khi máy cắt cắt ra vẫn dao động theo tần số hệ thống, bản cực đấu nối với cuộn kháng bù ngang dao động với tần số dưới đồng bộ do thành phần cuộn kháng sinh ra. Về lý thuyết TRV cao nhất khi điện áp đặt trên 2 bản cực máy cắt lệch pha nhau với góc lệch  $180^\circ$ . Chọn thời điểm điện áp máy cắt đi qua Zero để thực hiện cắt máy cắt sẽ cho giá trị TRV là thấp nhất.

Hình 7 trình bày 1 loại thiết bị lựa chọn thời điểm điều khiển cắt máy cắt. Đây là

thiết bị của hãng ABB đã được ứng dụng điều khiển đóng cắt cuộn kháng bù ngang trên lưới 500kV Việt Nam.

Tuy nhiên do điện áp ở các pha đi qua không ở từng pha lệch nhau  $1/6$  chu kỳ nên để đảm bảo điều khiển các cực máy cắt cắt ra đúng thời điểm điện áp đi qua không cần sử dụng máy cắt cho từng pha. Đối với máy cắt 22kV (hoặc 35kV) là máy cắt 3 pha nên không thể sử dụng thiết bị lựa chọn thời điểm cắt (Controlled Switching) để điều khiển vận hành máy cắt kháng nhằm giảm TRV và RRRV.



Hình 7. Vận hành máy cắt kháng thông qua thiết bị lựa chọn thời điểm cắt với mô hình máy cắt phải từng pha riêng biệt

Như vậy do không chọn được máy cắt đảm bảo điều khiển cắt được cuộn kháng thì cuộn kháng bù ngang lắp đặt ở Lý Sơn sẽ là cuộn kháng vận hành liên tục. Để thực hiện cắt cuộn kháng cho bảo dưỡng, sửa chữa (trang bị dao cách ly 22kV thực hiện cắt), cần phải cắt nguồn cung cấp từ phía lộ xuất tuyến 22kV tại TBA 110kV Dung Quất.

### 5.2. Kháng bù ngang điều khiển linh hoạt

Vấn đề vận hành liên tục sẽ gây tổn thất tăng cao ở chế độ nhu cầu phụ tải cực đại, đặc biệt lúc điện áp tại phía 22kV Dung Quất giảm thấp. Ngoài ra khi sửa chữa,

bảo dưỡng cuộn kháng hoặc mong muốn cắt ra để giảm tổn thất thì phải cắt nguồn cung cấp. Như vậy độ tin cậy cung cấp điện cho đảo Lý Sơn bị giảm thấp.

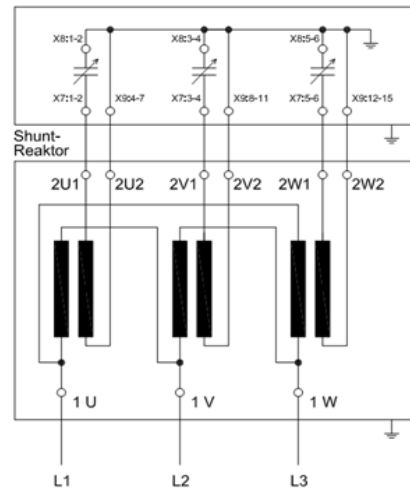
Để hạn chế vấn đề này đồng thời nhằm điều khiển điện áp vận hành linh hoạt cho tuyến cáp ngầm đề án kiến nghị sử dụng cuộn kháng có khả năng điều khiển - VSR (Variable Shunt Reactor).



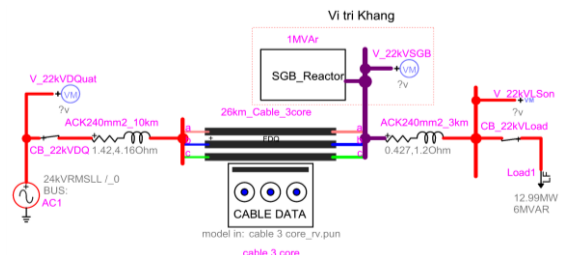
Hình 8. Cuộn kháng điều khiển linh hoạt

Cuộn kháng điều khiển linh hoạt dựa trên điều khiển các dàn tụ bù điện áp thấp mắc ở cuộn dây thứ cấp của cuộn kháng. Việc điều khiển thay đổi giá trị của tụ bù thông qua việc đóng cắt các contactor đấu nối đến dàn tụ dựa trên sự so sánh giữa điện áp đặt với điện áp tại chỗ cuộn kháng đầu vào. Khi điện áp tại vị trí đặt kháng vượt hơn giá trị cài đặt ( $V_{reference}$ ), các contactor đấu nối đến dàn tụ sẽ mở để đưa hết thành phần điện kháng của cuộn vào vận hành. Điện áp sẽ giảm xuống đến giá trị yêu cầu. Khi điện áp thấp, các contactor đấu nối đến dàn tụ sẽ đóng để đưa thành phần điện dung của tụ bù ngang vào. Phần điện dung do dàn tụ sinh ra sẽ bù trừ với phần điện kháng của cuộn kháng bên cuộn dây thứ cấp, qua đó làm giảm công suất của cuộn kháng. Với đóng mở các contactor theo tín hiệu so sánh áp lưới và áp cài đặt, công suất cuộn kháng có thể điều khiển gia tăng đến cực đại hoặc đưa về giá trị bằng 0. Ngoài chức

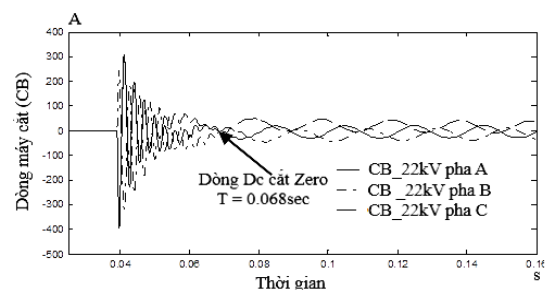
năng điều khiển tự động, thao tác vận hành điều khiển bằng tay có thể điều khiển thông qua hộp điều khiển lắp đặt đi kèm với cuộn kháng. Ngoài ra có thể điều khiển, giám sát vận hành từ xa thông qua SCADA với giao thức IEC61850.



Hình 9. Cấu tạo cuộn kháng điều khiển linh hoạt



Hình 10. Mô hình mô phỏng tuyến cáp và vị trí lắp đặt kháng VSR-SGB bằng phần mềm EMTP-RV



Hình 11. Thành phần DC khi đóng máy cắt 22kV tại Dung Quất



Với khả năng thay đổi công suất kháng, đặc biệt ở chế độ tỷ lệ bù ngang điều chỉnh thấp ở chế độ đóng điện đường cáp không tải, vấn đề hiện tượng “zero-missing” không xảy ra do vậy với phương án này đảm bảo điều kiện kỹ thuật khi vận hành tuyến cáp. Hình 11 cho thấy dòng một chiều DC sinh ra ở pha B đi qua không sau 1,4 chu kỳ.

## 6. KẾT LUẬN

(a) Nhằm đảm bảo chất lượng điện áp theo yêu cầu vận hành, hạn chế hiện tượng quá điện áp đóng cắt cần trang bị kháng bù ngang và thiết bị đóng cắt kèm theo. Tuy nhiên kháng bù ngang thông thường sẽ sinh ra vấn đề không chọn được máy cắt phù hợp, kết hợp có hiện tượng

“Zero-Missing” gây khó khăn khi đóng cắt ngầm. Vì vậy giải pháp đề xuất tối ưu nhất đảm bảo mọi tiêu chí vận hành là sử dụng kháng bù ngang điều khiển linh hoạt.

(b) Khi ứng dụng kháng bù ngang điều khiển linh hoạt mang lại những hiệu quả như sau:

- Giảm được công suất phản kháng ký sinh do cáp ngầm sinh ra.
- Hạn chế được hiện tượng quá điện áp vận hành.
- Hạn chế được hiện tượng “Zero-Missing”.
- Giảm tổn thất điện năng.
- Ổn định điện áp phụ tải.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] F. Faria da Silv, C.L. Bak, U. S Gudmundsdottir, W. Wiechowski and M.R. Knardupgard “Methods to Minimize Zero-Missing Phenomenon”. IEEE PES Transactions on Power Delivery.
- [2] Đinh Thành Việt, Trần Việt Thành. “Nghiên cứu quá điện áp trong lưới phân phối”. Tạp chí Khoa học Công nghệ Đại học Đà Nẵng, 01, 11(84), 87-92, 2014.
- [3] IEEE Standard C37.015-2009, IEEE Guide for the Application of Shunt Reactor Switching.
- [4] S. Wijensinghe, K.K.M.A. Kariyawasam, B. Jayasekera, D. Muthumuni, M. Chowns. “Transients following the energizing of high voltage AC cables with shunt compensation”.
- [5] IEC 62271-100, 2003-5, High-voltage switchgear and controlgear.
- [6] Phần mềm EMTP-RV (EMTP-Electromagnetic Transients Programme): <http://www.emtp-software.com/>

### Giới thiệu tác giả:



Tác giả Đoàn Đức Tùng tốt nghiệp đại học; nhận bằng Thạc sĩ, Tiến sĩ ngành kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội vào các năm 2000, 2004, 2009.

Lĩnh vực nghiên cứu: tối ưu kết cấu của máy điện nhằm nâng cao hiệu suất, tối ưu các thiết bị bảo vệ cho hệ thống điện nhằm ổn định hệ thống, tối ưu các nguồn điện phân tán khi kết nối vào lưới phân phối nhằm giảm tổn thất và nâng cao chất lượng điện năng, lưới điện thông minh.