

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

NGUYỄN VĂN ĐẠI

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHỌN THÔNG SỐ CHO
CUỘN KHÁNG BÙ NGANG ĐƯỜNG DÂY 500kV**

Chuyên ngành: Mạng và Hệ thống điện

Mã số: 60.52.50

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: TS. TRẦN VINH TỊNH

Phản biện 1: GS.TSKH. Trần Đình Long

Phản biện 2: TS. Trần Tấn Vinh

Luận văn sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 11 tháng 6 năm 2011

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin-Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. LÝ DO LỰA CHỌN ĐỀ TÀI

Hệ thống điện 500kV Việt Nam ngày càng phát triển mạnh mẽ, lưới điện ngày càng tăng cao và phức tạp. Việc trao đổi công suất qua lại giữa các vùng miền là rất lớn và thường thông qua các đường dây liên kết khá dài. Đặc biệt là khu vực Nam Trung Bộ, nơi tập trung các trung tâm nhiệt điện, điện hạt nhân lớn của nước ta như trung tâm nhiệt điện Vĩnh Tân, Sơn Mỹ, điện hạt nhân Ninh Thuận trong tương lai. Trong đó đường dây mạch kép Vĩnh Tân - Sông Mỹ, dài 240 km, dự kiến đưa vào vận hành năm 2013 đóng vai trò chuyển tải công suất lớn cho khu vực. Vì vậy, việc nghiên cứu tính toán các chế độ vận hành, sự cố cho hệ thống, tính chọn các thông số thiết bị trở nên hết sức cần thiết, trong đó có việc nghiên cứu quá trình quá độ điện từ.

Khoảng 70-95% sự cố ngắn mạch một pha trên đường dây thường là ngắn mạch thoáng qua. Hệ thống điện thường sử dụng hệ thống tự động đóng lặp lại nhằm nâng cao ổn định. Việc lựa chọn thông số cho cuộn kháng bù ngang nhằm đưa điện áp nằm trong giới hạn cho phép của hệ thống, ngoài ra còn có mục đích dập tắt dòng hồ quang thứ cấp để khả năng thành công của hệ thống tự động đóng lặp lại cao hơn.

2. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU

Mục đích nghiên cứu của đề tài là: Tính toán lựa chọn thông số của cuộn kháng bù ngang nhằm nâng cao ổn định của hệ thống điện.

3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là đường dây 500kV Vĩnh Tân - Sông Mỹ.

Phạm vi nghiên cứu của đề tài:

- Tổng quan về kháng bù ngang của đường dây 500kV
- Phương pháp toán học lựa chọn mức độ bù ngang cho đường

dây 500kV

- Ứng dụng phần mềm MATLAB, PSS/E, EMTP để lựa chọn các thông số cho cuộn kháng bù ngang đường dây 500kV

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Xây dựng mô hình tính toán thông số lưới ở chế độ phụ tải, chế độ vận hành để phân tích, đánh giá hiệu quả của kháng bù ngang. Cụ thể xem xét chế độ vận hành của đường dây 500kV trong tương lai gần.

5. ĐẶT TÊN ĐỀ TÀI

Căn cứ mục tiêu và nhiệm vụ đề ra, đề tài được đặt tên như sau: “**Nghiên cứu tính chọn thông số cho cuộn kháng bù ngang đường dây 500kV**”.

6. CẤU TRÚC CỦA LUẬN VĂN

Ngoài phần mở đầu và kết luận chung, nội dung của luận văn được biên chế thành 4 chương:

Chương 1: Tổng quan hệ thống điện Việt Nam

Chương 2: Tổng quan kháng bù ngang

Chương 3: Mô hình hoá hệ thống điện bằng phần mềm EMTP

Chương 4: Tính chọn thông số cho cuộn kháng bù ngang đường dây 500kV Vĩnh Tân - Sông Mỹ

Kết luận và kiến nghị

Danh mục tài liệu tham khảo

Quyết định giao đề tài luận văn (bản sao)

Phụ lục

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN HỆ THỐNG ĐIỆN VIỆT NAM

1.1. HIỆN TRẠNG TIÊU THỤ ĐIỆN TOÀN QUỐC 2005-2010

Trong những năm qua sản lượng điện thương phẩm cung cấp cho các ngành kinh tế và sinh hoạt của nhân dân không ngừng tăng lên. Điện thương phẩm tăng từ 44,83 tỷ kWh năm 2005 lên tới 87,86 tỷ kWh năm 2010, trong 6 năm tăng gấp gần 1,96 lần. Tuy nhiên nhìn chung các năm 2007 đến năm 2009, tốc độ tiêu thụ điện không tăng lắm do lạm phát kinh tế gia tăng.

Từ năm 2005 đến 2010, công suất cực đại qua các năm tăng với tốc độ thấp hơn nhu cầu điện thương phẩm. Năm 2005 công suất cực đại toàn hệ thống là 9.255MW, năm 2010 đạt 16.048 MW.

1.2. TÌNH HÌNH SẢN XUẤT ĐIỆN TOÀN QUỐC GIAI ĐOẠN 2005-2010

Đến cuối năm 2005, tổng công suất đặt các nhà máy điện (NMD) là 9255MW.

Tính đến tháng 12 năm 2010, công suất đặt toàn hệ thống là 17.585MW, công suất khả dụng là 16.932MW.

1.3. HIỆN TRẠNG LƯỚI ĐIỆN TOÀN QUỐC

Cấp điện áp chuyên tải chính của hệ thống điện Việt Nam là 220kV, 110kV và ĐĐ500kV liên kết hệ thống điện các miền thành hệ thống điện hợp nhất. Hệ thống điện 500kV bắt đầu vận hành từ giữa năm 1994, với việc đưa vào vận hành ĐĐ 500kV Bắc-Nam dài gần 1500km và hai trạm 500kV Hoà Bình và Phú Lâm công suất mỗi trạm là 900MVA. Tổng công suất các TBA 500kV là 2700MVA. Năm 1999, hệ thống 500kV được bổ sung thêm 26km ĐĐ 500kV

mạch kép Yaly - PleiKu, nâng tổng chiều dài các ĐĐ 500kV lên đến 1526km. Tính đến cuối năm 2010 tổng công suất các trạm 500kV trên tuyến Bắc Nam lên 9300MVA và tổng chiều dài các đường dây 500kV được nâng lên đến 3285km.

Lưới truyền tải 500kV có thể coi là xương sống của hệ thống điện Việt Nam. Chạy suốt từ Bắc vào Nam với tổng chiều dài trên 2000 km lưới điện 500kV đóng một vai trò vô cùng quan trọng trong cân bằng năng lượng của toàn quốc và có ảnh hưởng lớn tới độ tin cậy cung cấp điện của từng miền.

1.4. KẾ HOẠCH XÂY DỰNG NGUỒN ĐIỆN 2011-2025

1.4.1. Nguồn điện giai đoạn 2011 - 2015

Theo như dự kiến TSD VII, trong giai đoạn này với nhu cầu điện là 201 tỷ kWh vào năm 2015, tổng công suất nguồn mới dự kiến đưa thêm vào khoảng 26.938 MW.

1.4.2. Nguồn điện giai đoạn 2016 - 2020

Đến năm 2020 tổng công suất các NMD dự kiến đưa vào vận hành khoảng 28.433MW.

1.4.3. Nguồn điện giai đoạn 2021 - 2025

Đến năm 2025 tổng công suất các NMD dự kiến đưa vào vận hành khoảng 24.875MW

1.5. KẾ HOẠCH XÂY DỰNG LƯỚI ĐIỆN ĐẾN NĂM 2025

1.5.1. Lưới điện 500kV giai đoạn 2011-2015

Trong giai đoạn này nhằm đáp ứng nhu cầu phụ tải tăng cao, đồng thời với sự xuất hiện hàng loạt trung tâm nhiệt điện ở cả 3 miền đất nước, công tác xây dựng lưới điện 500kV được tăng cường đẩy mạnh.

Theo như dự kiến TSD VII, trong giai đoạn này khối lượng lưới điện 500kV cần xây dựng khoảng 1.757km đường dây và khoảng 15.750MVA dung lượng trạm biến áp.

1.5.2. Lưới điện 500kV giai đoạn 2016-2020

Theo như dự kiến TSD VII, trong giai đoạn này khối lượng lưới điện 500kV cần xây dựng khoảng 2.058km đường dây và khoảng 25.650MVA dung lượng trạm biến áp.

1.5.3. Lưới điện 500kV giai đoạn 2020-2025

Theo như dự kiến TSD VII, trong giai đoạn này khối lượng lưới điện 500kV cần xây dựng khoảng 1.467km đường dây và khoảng 22.050MVA dung lượng trạm biến áp.

1.6. TÌNH HÌNH KỸ THUẬT CỦA LƯỚI ĐIỆN TRONG TƯƠNG LAI

Trong tương lai nhằm giữ ổn định hệ thống, nâng cao khả năng truyền tải và giữ công suất trong khoảng giới hạn đã định trước, người ta tiến hành lắp các thiết bị có điều khiển lên trên hệ thống lưới. Công nghệ FACTS- Flexible AC Transmission Systems (thiết bị điều chỉnh hệ thống truyền tải xoay chiều linh hoạt) có đủ khả năng điều khiển một cách linh hoạt công suất tác dụng và phản kháng của hệ thống điện.

CHƯƠNG 2 TỔNG QUAN VỀ KHÁNG BÙ NGANG

2.1. TỔNG QUAN

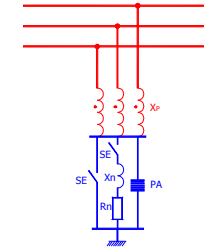
2.1.1. Tổng quan

Đối với các đường dây truyền tải siêu cao áp có chiều dài đáng kể (hơn 100 km), việc điều khiển vô công do đường dây sinh ra là một vấn đề phức tạp và đòi hỏi các tính toán kỹ lưỡng, toàn diện nhằm đảm bảo an toàn cho thiết bị, kéo dài tuổi thọ của công trình và linh hoạt trong vận hành. Đối với các đường dây 500kV thì lượng công suất vô công sinh ra trên mỗi km đường dây tương đối lớn. Việc lựa chọn kháng bù ngang trước tiên là để đảm bảo thiết bị vận hành

an toàn trong dải điện áp cho phép trong mọi điều kiện vận hành. Ngoài ra, việc lựa chọn kháng bù ngang liên quan tới bài toán quy hoạch các nguồn công suất vô công trong hệ thống điện.

2.1.2. Cấu tạo kháng bù ngang

- SE dao cách ly
- PA chống sét
- Xp : Kháng bù ngang
- Xn : Kháng trung tính
- Rn : điện trở ngoài



Hình 2.1. Cấu tạo của kháng bù ngang

2.2. SỰ CẦN THIẾT PHẢI LẮP ĐẶT KHÁNG BÙ NGANG

Việc đặt kháng bù ngang nhằm mục đích sau :

- Giảm điện áp thanh cái trong các trường hợp non tải, bằng cách tiêu thụ công suất phản kháng Q do tụ ký sinh của đường dây sinh ra nhằm giữ điện áp thanh cái xung quanh giá trị định mức.

- Là mạch nối đất trung tính trong đó có kháng trung tính đóng vai trò là cuộn dập hồ quang (hồ quang tại điểm chạm đất 1 pha, tăng giá trị cho dòng bảo vệ, đẩy nhanh tốc độ F79-TĐL).

2.3. LỰA CHỌN MỨC BÙ NGANG CỦA ĐƯỜNG DÂY 500kV

Các hệ thống đường dây cao áp, nhất là hệ thống siêu cao áp thường sản sinh ra một lượng công suất phản kháng rất lớn. Thông thường, ở chế độ vận hành vừa và nặng tải, lượng 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 nhẹ 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, làm đánh 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. Nguyên nhân chính của hiện tượng trên là do dung dẫn của đường dây sinh ra công suất phản kháng rất lớn. 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. Khi đó điện áp cao nhất trên đường dây bị hở mạch một đầu được xác định theo công thức:

$$U_{\max} = \frac{E}{\cos \beta(1 - I_p) - \frac{X_s}{Z} \sin \beta(1 - I_p)} \quad (2.1)$$

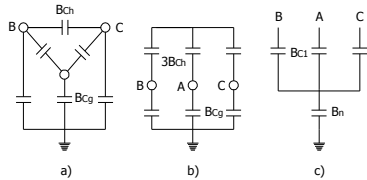
$$L_p = \frac{1}{\beta} \arctg \frac{Z}{X_p} \quad (2.2)$$

Từ các dữ liệu trên tiến hành tính toán lựa chọn mức độ bù ngang hợp lý cho đường dây 500kV từ đó rút ra kết luận.

2.4. LỰA CHỌN THÔNG SỐ CỦA KHÁNG BÙ NGANG

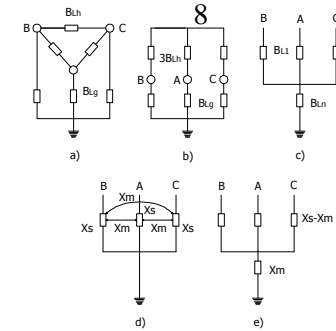
2.4.1. Lựa chọn sơ đồ kháng bù ngang

2.4.1.1. Sơ đồ thay thế của điện dung đường dây



Hình 2.3. Các sơ đồ tương đương của điện dung đường dây truyền tải ba pha

2.4.1.2. Sơ đồ đấu nối các kháng điện



Hình 2.4. Các kiểu nối dây của kháng điện bù ngang

Từ phân tích sơ đồ điện dung của đường dây như hình 2.3, có thể đưa ra các sơ đồ đấu nối kháng bù ngang vào đường dây ba pha siêu cao áp như ở hình 2.4.

2.4.1.3. So sánh các sơ đồ

Nếu giá thành các kháng tỷ lệ trực tiếp với công suất của chúng thì tất cả các sơ đồ đều có giá thành xấp xỉ nhau. Nhưng đơn giá cho mỗi KVAR sẽ giảm dần khi công suất định mức tăng, do đó sơ đồ nào có ít kháng điện với công suất kháng điện là lớn nhất thì có giá thành thấp nhất nhưng không quá lớn để tiện cho việc chuyên chở và lắp đặt. Ngoài ra, số lượng đầu thanh cái cao áp (sứ cách điện) cũng ảnh hưởng nhiều đến giá thành của sơ đồ.

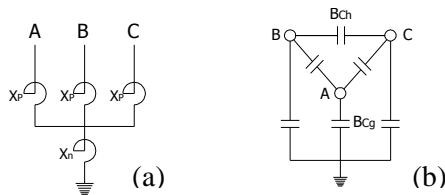
Bảng 2.1: So sánh giữa các sơ đồ nối kháng điện

STT	Danh mục	hình 2.4.a (cái)	hình 2.4.b (cái)	hình 2.4.c (cái)	hình 2.4.d (cái)
1	Kháng điện	6	6	4	1
2	Đầu sứ cao thế	9	6	3	3
3	Đầu sứ điện áp trung	-	3	-	-
4	Đầu sứ điện áp thấp	-	-	4	-

Qua so sánh trên, thấy rằng nếu so sánh số lượng sứ đỡ thì dùng bộ kháng điện ba pha (hình 2.4.d) là thích hợp nhất, nếu nó không quá lớn. Số lượng sứ cao thế và giá thành kháng ba pha thấp. Ngược lại nếu bộ kháng điện này lớn thì sẽ dùng sơ đồ (hình 2.4.c). Sơ đồ 6 kháng điện (hình 2.4.b) có thuận lợi là các kháng điện trung tính có thể được thao tác đóng cắt hoặc trị số điện kháng của chúng thay đổi sẽ không ảnh hưởng tới việc bù.

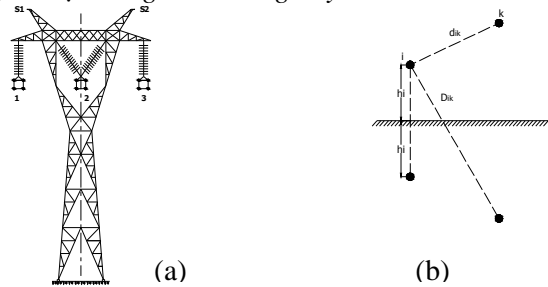
2.4.2. Tính toán các thông số của kháng bù ngang

2.4.2.1. Trường hợp đường dây mạch đơn



Hình 2.5. a. Sơ đồ bố trí kháng trung tính của cuộn kháng bù ngang
b. Dung dẫn của đường dây mạch đơn

a. Xác định điện dung của đường dây



Hình 2.6. a. Sơ đồ bố trí dây dẫn trên đường dây mạch đơn

b. Dây dẫn và ảnh của nó được soi gương qua mặt đất

Ta có hệ số thế của dây dẫn i và giữa dây dẫn i với dây dẫn k như sau :

$$P_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \log \frac{2h_i}{r_i} \quad (\text{km/F}) \quad (2.3)$$

$$P_{ik} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \log \frac{D_{ik}}{d_{ik}} \quad (\text{km/F}) \quad (2.4)$$

$$C = P^{-1} \quad (\text{F/km}) \quad (2.5)$$

Từ sơ đồ hình 2.5.b. ta có phương trình quan hệ giữa điện áp với điện tích như sau :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_{S1} \\ V_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{1S1} & P_{1S2} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{2S1} & P_{2S2} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{3S1} & P_{3S2} \\ P_{S11} & P_{S12} & P_{S13} & P_{S1S1} & P_{S1S2} \\ P_{S21} & P_{S22} & P_{S23} & P_{S2S1} & P_{S2S2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_{S1} \\ Q_{S2} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Ta có thể viết gọn như sau :

$$\begin{bmatrix} V_{123} \\ V_{S1S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{AA} & P_{AS} \\ P_{SA} & P_{SS} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_{123} \\ Q_{S1S2} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Từ 2.7 do $V_{S1S2} = 0$ nên ta có :

$$V_{123} = P_{123(S)} Q_{123} \quad (2.8a)$$

Trong đó :

$$P_{123(S)} = P_{AA} - P_{AS} P_{SS}^{-1} P_{SA}^t \quad (2.8b)$$

Mặt khác ta có:

$$Q_{123} = C_{123(S)} V_{123} \quad (2.9a)$$

Theo (2.5) :

$$C_{123(S)} = P_{123(S)}^{-1} \quad (2.9b)$$

Khai triển phương trình (2.9b) và lưu ý rằng các phần tử điện dung loại bỏ các phần tử tác động của dây nối đất. Chúng ta có :

$$C_{\text{Phase}} = \begin{bmatrix} C_{11} & -C_{12} & -C_{13} \\ -C_{21} & C_{22} & -C_{23} \\ -C_{31} & -C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} \quad (2.9c)$$

b. Xác định mức độ bù ngang trên đường dây

Ta có :

$$B_C = \omega C \quad (2.10)$$

Với C được xác định từ (2.9c)

Tỷ lệ bù của đường dây được cho bởi công thức :

$$h = \frac{B_{Ll}}{B_{Cl}} \quad (2.11)$$

Dung dẫn thứ tự không của đường dây là :

$$B_{C0} = B_{Cg} \quad (2.12)$$

Dung dẫn thứ tự thuận của đường dây là :

$$B_{Cl} = B_{Cg} + 3B_{Ch} \quad (2.13)$$

Biến đổi công thức ta có :

$$B_{Cg} = B_{C0} \quad (2.14)$$

$$B_{Ch} = (B_{Cl} - B_{C0}) / 3 \quad (2.15)$$

Điều kiện bù song song trong các thành phần đối xứng ta có :

$$B_{Ll} = hB_{Cl} \quad (2.16)$$

$$B_{Lh} = B_{Ch} \quad (2.17)$$

$$B_{Ll} - B_{L0} = (B_{Cl} - B_{C0}) \quad (2.18)$$

Từ (2.16) và (2.18) suy ra :

$$B_{L0} = [B_{C0} - (1-h)B_{Cl}] \quad (2.19)$$

Điện kháng cảm ứng của dòng điện :

$$X_{L0} = 1 / B_{L0} \quad (2.20)$$

$$X_{Ll} = 1 / B_{Ll} \quad (2.21)$$

Trong hình 2.5a cho ta biết được

$$X_{Ll} = X_p \quad (2.22)$$

X_{Ll} : Điện kháng của cuộn kháng bù ngang - thứ tự thuận

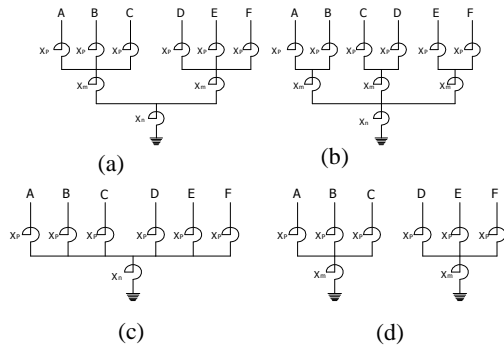
Điện kháng thứ tự không

$$X_{L0} = X_p + 3X_n \quad (2.23)$$

Suy ra công thức tính điện kháng trung tính của cuộn kháng bù ngang như sau :

$$X_n = \frac{B_{C1} - B_{C0}}{3hB_{C1}[B_{C0} - (1-h)B_{C1}]} \quad (2.24)$$

2.4.2.2. Trường hợp đường dây mạch kép



Hình 2.7. Các trường hợp mắc bù của cuộn kháng trung tính

Ta có phương trình quan hệ điện dẫn như sau :

$$\begin{cases} B_{L0} = B_{L1} - 3(B_{Ch} + B_{Ci}) \\ B_{L1} = h[(B_{Cg} + 3(B_{Ch} + B_{Ci}))] \\ B_{L3} = B_{L1} + 3(B_{Ch} - B_{Ci}) \end{cases} \quad (2.30)$$

Trên cơ sở này, các điện kháng song song và điện kháng trung tính của 4 trường hợp có thể được tính tương ứng, Các điện kháng song \$X_p\$ là như nhau cho đường dây đã được xác lập, do đó \$X_p\$ chỉ đưa ra trong trường hợp a. Công thức của điện kháng trung tính cho 4 trường hợp được thể hiện dưới đây.

- Trường hợp a.

Ta có điện kháng thứ tự không, thứ tự thuận, thứ tự nghịch

$$\begin{cases} X_{L0} = X_p + 3X_m + 6X_n \\ X_{L1} = X_p \\ X_{L3} = X_p + 3X_m \end{cases} \quad (2.31)$$

Trong đó \$X_{L1} = 1/B_{L1}\$, \$X_{L3} = 1/B_{L3}\$, \$X_{L0} = 1/B_{L0}\$, chúng ta kết hợp giữa (2.30) và (2.31) có được công thức tính điện kháng cho trường hợp a như công thức (2.32).

$$\begin{cases} X_p = \frac{1}{h(B_{Cg} + 3B_{Ch} + 3B_{Ci})} \\ X_m = \frac{X_p}{\frac{1}{X_p B_{Ch}} - 3} \\ X_n = \frac{B_{Ci}}{\left[\frac{1}{X_p} - 3(B_{Ch} + B_{Ci}) \right] \left[\frac{1}{X_p} - 3(B_{Ch} - B_{Ci}) \right]} \end{cases} \quad (2.32)$$

\$h = B_{L1}/B_{C1}\$ là tỷ lệ bù

- Trường hợp b

$$\begin{cases} X_m = \frac{3X_p}{2\left(\frac{1}{X_p(B_{Cn} - B_{Ci})} - 3\right)} \\ X_n = \frac{B_{Ci}}{\left[\frac{1}{X_p} - 3(B_{Ch} + B_{Ci}) \right] \left[\frac{1}{X_p} - 3(B_{Ch} - B_{Ci}) \right]} \end{cases} \quad (2.33)$$

- Trường hợp c

$$X_n = \left(\frac{1}{B_{Ll} - 3(B_{Ch} + B_{Ci})} - X_p \right) / 6 \quad (2.34)$$

- Trường hợp d

$$X_m = \frac{X_p}{\frac{1}{X_p B_{Ci}} - 3} \quad (2.35)$$

2.4.3. Phương pháp ngăn chặn hồ quang thứ cấp

2.4.4. Nghiên cứu hồ quang thứ cấp

Hồ quang thứ cấp trên đường dây 500 kV là tổng của các dòng điện hồ cảm, hồ dung giữa các pha mang điện gần kề đối với pha sự cố sau khi dòng hồ quang thứ cấp bị cắt đi bởi máy cắt hai đầu đường dây. Đối với đường dây có tụ bù dọc và kháng bù ngang hồ quang còn có thêm thành phần dòng điện phóng trong tụ bù dọc và thành phần một chiều do năng lượng bị “bẫy” trong kháng bù ngang.

Đường dây có tụ bù dọc có các thành phần cơ bản sau :

1. Thành phần do hồ dung giữa các pha
2. Thành phần do hồ cảm giữa các pha
3. Thành phần do tụ phóng điện khi sự cố
4. Thành phần một chiều do năng lượng bị bẫy trong kháng

tại thời điểm xuất hiện sự cố

2.4.4.1. Thành phần hồ dung

Dòng hồ quang thứ cấp do thành phần hồ dung gây ra đối với đường dây không có kháng trung tính và điện trở trung tính được xác định như sau :

$$I_s = \frac{1}{3}(C_1 - C_0)\omega \frac{U_m}{\sqrt{3}} \quad (2.36)$$

Biên độ điện áp phục hồi được xác định như sau:

$$V_r = \frac{C_1 - C_0}{(2C_1 + C_0)} \frac{U_m}{\sqrt{3}} \quad (2.37)$$

2.4.4.2. Thành phần hồ cảm

Thành phần hồ cảm giữa các pha tỉ lệ thuận với công suất truyền tải trên các pha không bị sự cố và có thể có giá trị tương đối lớn nếu như đường dây quá dài. Các thông số khác như hoán vị đường dây cũng như trào lưu công suất vô công cũng đóng vai trò quan trọng. Chương trình EMTP được sử dụng để tính thành phần 50 Hz này. *Mục đích của phần này là cho chúng ta biết dạng sóng hồ quang thứ cấp cũng như điện áp phục hồi tại điểm ngăn mạch. Để từ đó xác định được thời gian dập tắt hồ quang thứ cấp.*

2.4.4.3. Thành phần dòng phóng trong tụ bù dọc

Các kết quả mô phỏng [9] cho thấy rằng trong trường hợp không nối tắt tụ bằng máy cắt bypass, dòng hồ quang thứ cấp sẽ có biên độ rất lớn với thành phần dao động của dòng phóng chiếm đa phần ở dải tần 5-7Hz. Các thành phần này góp phần làm gia tăng thời gian dập tắt hồ quang, cũng như gây ra khó khăn để đạt được thời gian chết rút ngắn theo yêu cầu duy trì ổn định hệ thống. Do vậy nhất thiết phải loại trừ thành phần dòng phóng trong tụ bù dọc nhằm gia tăng tiến trình dập tắt hồ quang mau chóng. Giải pháp tốt nhất hiện nay là nối tắt tụ bù ở cả hai đầu của pha sự cố khi có sự cố 1 pha bằng máy cắt bypass với thời gian cắt ngắn mạch ngắn nhất. Thông thường khoảng thời gian này khoảng 100-130ms.

2.4.4.4. Thành phần một chiều do năng lượng bị “bẫy” trong kháng bù ngang tạo ra

Thành phần này xuất hiện từ thời điểm máy cắt hai đầu đường dây mở ra đến thời điểm dòng điện hồ quang thứ cấp cắt điểm không đầu tiên. Nếu không xét đến điện trở hồ quang thứ cấp, thời gian để thành phần này cắt điểm không đầu tiên rất dài. Tuy nhiên trong thực tế, điện trở hồ quang thứ cấp sẽ tăng theo thời gian, theo khuyến nghị trong [9], điện trở hồ quang thứ cấp có thể được mô phỏng bằng một hàm số của thời gian với giá trị điện trở ban đầu là $0,5\Omega$, tốc độ tăng là $0,8\Omega/\text{giây}$ và tăng đến giá trị cuối cùng là 100Ω .

Thời gian chết cho đóng lại một pha cho các đường dây 500 kV được tính theo công thức sau:

$$T_{\text{deadtime}} = T_{\text{bypass}} + T_{\text{dc}} + T_{\text{arc}} + T_{\text{dielectric}} \quad (2.38)$$

T_{bypass} : thời gian lớn nhất để nối tắt tụ bù dọc $T_{\text{bypass}} = 130\text{ms}$

T_{arc} : thời gian cần thiết để dập tắt thành phần 50 Hz

$T_{\text{dielectric}}$: thời gian cần thiết để phục hồi cách điện = 100 ms.

T_{dc} : thời gian để có điểm về không đầu tiên của dòng hồ quang thứ cấp (do thành phần DC của dòng điện hồ quang thứ cấp tạo nên).

CHƯƠNG 3

MÔ HÌNH HOÁ HỆ THỐNG TRÊN PHẦN MỀM EMTP

3.1. TỔNG QUAN

EMTP được ứng dụng khá rộng rãi trong phân tích hệ thống điện vì đó là một dụng cụ linh hoạt và có hiệu quả. EMTP cho phép tính toán các thông số hệ thống điện trong chế độ quá độ ở miền thời gian. Các bài toán sau đây thường được giải quyết nhờ phần mềm EMTP

- Quá điện áp phục hồi; Chống sét; Ngắn mạch; Cộng hưởng lõi từ; Sa thải phụ tải; Ổn định quá độ; Đóng cắt máy biến áp;

- Đóng điện dung; Đóng và tự đóng lại đường dây
- Hành vi các thiết bị điều khiển trong hệ thống điện
- Kiểm tra các thiết bị role bảo vệ

3.2. MÔ HÌNH EMTP

3.2.1. Đường dây 500 kV

3.2.2. Các máy biến áp tăng áp của các tổ máy phát

3.2.3. Các máy biến thế tự ngẫu 500/220 kV

3.2.4. Các bộ tụ bù dọc

3.2.5. Kháng bù ngang và kháng trung tính

3.2.6. Nguồn

CHƯƠNG 4

TÍNH CHỌN THÔNG SỐ CHO CUỘN KHÁNG BÙ NGANG ĐƯỜNG DÂY 500kV VĨNH TÂN - SÔNG MÂY

4.1. TỔNG QUAN

4.2. LỰA CHỌN THÔNG SỐ BÙ NGANG CHO ĐƯỜNG DÂY

Theo (2.28) kết hợp với kết quả tính toán ở **Phụ lục 1** ta có:

+ Trường hợp 1: Thực hiện bù 60%. Qua đó lắp đặt kháng bù ngang 80MVar ở hai đầu đường dây.

+ Trường hợp 2: Thực hiện bù 68%. Qua đó lắp đặt kháng bù ngang 91MVar ở hai đầu đường dây.

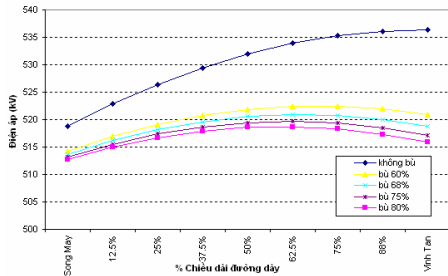
+ Trường hợp 3: Thực hiện bù 75%. Qua đó lắp đặt kháng bù ngang 100MVar ở hai đầu đường dây.

+ Trường hợp 4: Thực hiện bù 80%. Qua đó lắp đặt kháng bù ngang 107MVar ở hai đầu đường dây.

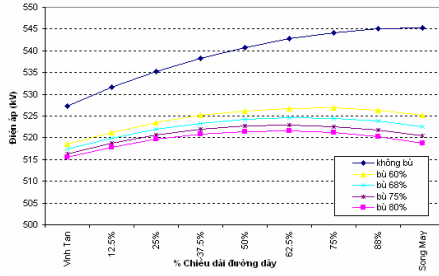
Tính toán các trường hợp phóng điện gây ra điện áp cao nhất cho thấy trường hợp phóng điện từ NĐ Vĩnh Tân đến Sông Mây trường hợp phụ tải cực tiểu cho thấy đối với phương án bù ngang

trong trường hợp 1 không đảm bảo yêu cầu điện áp vận hành. Trường hợp 2, 3, 4 điện áp tại hai đầu đường dây đều nằm trong dải điện áp theo yêu cầu.

Trường hợp 2 cho tổn thất hệ thống thấp nhất trong chế độ vận hành bình thường. Mức đầu tư cho cuộn kháng 91MVar ở trường hợp 2 cũng thấp hơn so với mức đầu tư các cuộn kháng ở các trường hợp 3 và 4.



Hình 4.5. Phóng điện từ Vinh Tân đến Sông Mây trong trường hợp tải cực tiểu



Hình 4.6. Phóng điện từ Sông Mây đến Vinh Tân trong trường hợp tải cực tiểu

Kiểm tra các trường hợp phóng điện từ đầu phụ tải đến nguồn (phóng điện từ Sông Mây đến Vinh Tân) chế độ phụ tải cực đại cho thấy với tỷ lệ bù ngang 68%, điện áp thanh cái 500kV Sông Mây, Vinh Tân đều nằm trong dải điện áp yêu cầu.

Như vậy tỷ lệ bù ngang 68% cho đường dây 500kV này có thể xem là hợp lý.

4.3. NGHIÊN CỨU HỒ QUANG THỨ CẤP TRÊN ĐƯỜNG DÂY 500kV VĨNH TÂN - SÔNG MÂY

4.3.1. Thành phần hồ dung

Biên độ của thành phần hồ dung nhìn chung không phụ thuộc vào vị trí điểm sự cố và được tính toán đối với đường dây được hoán vị theo công thức (2.36)

$$I_s = \frac{1}{3}(C_1 - C_0)\omega l \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

Ta có $\omega C_1 = 4,3401 \text{ microS/km}$, $C_0 = 2,5281 \text{ microS/km}$, $U_m = 550\text{kV}$, $l = 240 \text{ km}$ từ công thức (2.36) tính được $I_s = 46,00765 \text{ Arms}$

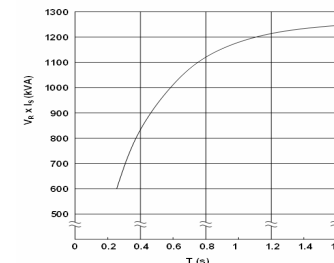
Điện áp phục hồi tương ứng được tính theo công thức (2.37) :

$$V_r = \frac{C_1 - C_0}{(2C_1 + C_0)} \frac{U_m}{\sqrt{3}} = 51,336 \text{ (kVrms)}$$

Do dòng I_s xấp xỉ 46 A rms và điện áp phục hồi $V_r = 51,336 \text{ kVrms}$, $V_r \times I_s = 2361 \text{ kVA}$

Như vậy theo hình 4.7, thời gian để hồ quang thứ cấp khó tắt sẽ lớn hơn 1 giây cũng như các thành phần khác sẽ kéo dài thời gian dập hồ quang thứ cấp. Vì vậy cần phải có biện pháp giảm thành phần này bằng cách lựa chọn kháng trung tính một cách chính xác.

Giá trị kháng trung tính của đường dây 500kV Vĩnh Tân - Sông Mây được xác định theo công thức (2.35).



Hình 4.7 Đồ thị xác định thời gian tắt của hồ quang thứ cấp 50 Hz

Thay các giá trị vào (2.35) ta có giá trị kháng trung tính đối với các đoạn đường dây 500kV Vĩnh Tân-Sông Mây được cho ở bảng 4.1:

Bảng 4.1 : Chọn kháng trung tính cho các kháng bù ngang

STT	Đường dây	X_p (Ω)	X_m (Ω)
1	500kV Vĩnh Tân-Sông Mỹ	1372	676

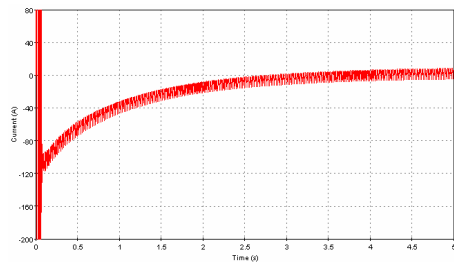
Mặc dù có tác dụng hạn chế quá áp, kháng bù ngang lại làm tăng điện áp cảm ứng lên các pha mà đã bị tách ra khỏi hệ thống từ các pha còn mang điện trên cùng một mạch, hoặc từ các pha của mạch đường dây khác nhưng đi trong phạm vi hành lang tuyến của mạch đường dây có pha đang bị cắt.

Để giảm điện áp cảm ứng này, ngoài việc lắp kháng trung tính cần phải xem xét đến việc sử dụng điện trở trung tính nối giữa kháng trung tính và đất.

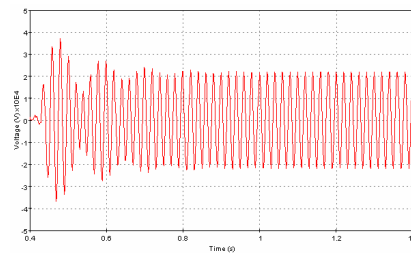
Không có công thức nào xác định giá trị điện trở trung tính tối ưu. Việc xác định giá trị điện trở trung tính tối ưu được mô phỏng theo tiêu chí dòng hồ quang thứ cấp đi qua điểm không với thời gian ngắn nhất.

Trong tính toán sẽ sử dụng các giá trị điện trở dao động từ 50 Ω đến 100 Ω nhằm tìm ra điện trở trung tính lắp đặt cho kháng 91MVar của đường dây 500kV này.

4.3.2. Thành phần hồ cảm



Hình 4.8. Dạng sóng dòng điện hồ quang thứ cấp



Hình 4.9. Dạng sóng điện áp phục hồi tại điểm ngắn mạch

Hình 4.8 và hình 4.9 cho thấy dạng sóng dòng điện hồ quang thứ cấp cũng như điện áp phục hồi tại điểm ngắn mạch pha A ngay tại đầu đường dây phía Vĩnh Tân.

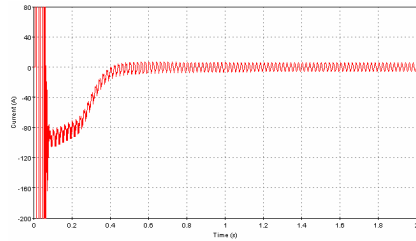
Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, với các giá trị kháng trung tính được lựa chọn như trên, dòng hồ quang thứ cấp do thành phần hồ dung và hồ cảm gây nên khi có sự cố một pha trên đường dây Vĩnh Tân - Sông Mỹ và máy cắt pha tại hai đầu đường dây mở đạt trị số dưới 7 A rms và điện áp hồi phục khoảng 14.8 kV rms (thành phần 50 Hz). Do đó theo hình 4.7 thời gian dập thành phần hồ quang thứ cấp 50 Hz không quá 0.2 sec.

4.3.3. Thành phần một chiều do năng lượng bị “bẫy” trong kháng bù ngang tạo ra

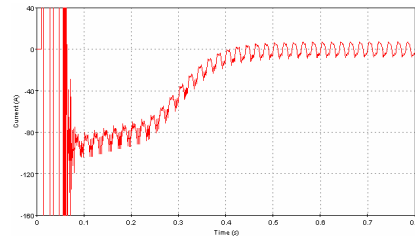
Hình 4.8 cho thấy rằng từ thời điểm máy cắt hai đầu đường dây mở ra đến thời điểm dòng điện hồ quang thứ cấp cắt điểm không đầu tiên rất dài (khoảng 2.65sec) nếu không tính đến điện trở của hồ quang thứ cấp. Tuy nhiên trong thực tế, điện trở hồ quang thứ cấp sẽ tăng theo thời gian. Điện trở hồ quang thứ cấp có thể được mô phỏng bằng một hàm số của thời gian với giá trị điện trở ban đầu là 0.5 Ω , tốc độ tăng là 0.8 Ω /giây và tăng đến giá trị cuối cùng là 100 Ω . Hình 4.10 thể hiện kết quả mô phỏng có tính đến sự biến thiên của điện trở hồ quang thứ cấp.

Các tính toán cho thấy thời gian dòng hồ quang thứ cấp qua điểm không dao động trong khoảng từ 0.375sec đến 0.428sec và có khuynh hướng thời gian càng lớn khi giá trị điện trở tăng, tuy nhiên do chênh lệch không nhiều. Do đó đề án kiến nghị chọn điện trở $R=50\Omega$ để lắp đặt với kháng trung tính cho kháng 91MVar. Với điện trở này mô phỏng cho thấy rằng thành phần một chiều có thể gây ra sự chậm

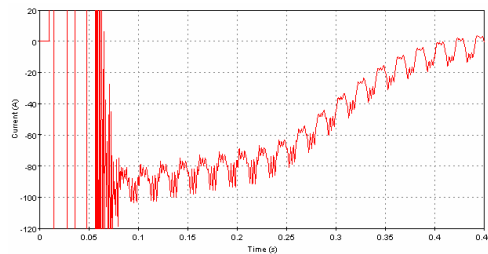
trễ khoảng 0.375s trong việc tạo ra điểm cắt không đầu tiên của dòng hồ quang thứ cấp.



Hình 4.10. Dòng hồ quang thứ cấp tại pha A (có kể đến hiệu ứng của điện trở hồ quang thứ cấp) Điện trở trung tính 50Ω và 60Ω



Hình 4.11. Dòng hồ quang thứ cấp tại pha A (có kể đến hiệu ứng của điện trở hồ quang thứ cấp) Điện trở trung tính 80Ω



Hình 4.12. Dòng hồ quang thứ cấp tại pha A (có kể đến hiệu ứng của điện trở hồ quang thứ cấp) Điện trở trung tính 100Ω

4.3.4. Thời gian chết (dead time) của đường dây 500 kV Vĩnh Tân-Sông Mây

Thời gian chết cho đóng lại một pha cho đường dây 500 kV Vĩnh Tân-Sông Mây được tính theo công thức sau:

$$T(\text{đóng lại}) = T_1 + T_2 + T_3$$

T_1 : là thời gian cần thiết để dập tắt thành phần 50 Hz

T_2 : thời gian để có điểm về không đầu tiên của dòng hồ quang thứ cấp (do thành phần DC của dòng điện hồ quang thứ cấp tạo nên)

T_3 : thời gian cần thiết để phục hồi cách điện = 100 ms.

$\Rightarrow T(\text{tự đóng lại}) > 675 \text{ ms}$ cho đường dây 500 kV Vĩnh Tân - Sông Mây

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. KẾT LUẬN

Luận văn đã viện dẫn ra phương pháp tính toán các thông số cho cuộn kháng bù ngang 500kV kết hợp với mô phỏng thực tế để có cái nhìn tổng quan hơn từ đó có thể áp dụng tính toán cho các đường dây siêu cao áp sau này, vì hiện tại các cơ quan Tư vấn vẫn đang giả định rằng 1km đường dây 500kV sinh ra 1,04 MVar nên cần thiết phải tính toán thông số cho cuộn kháng bù ngang trước khi thực hiện bù ngang nhằm nâng cao ổn định cho hệ thống điện cũng như tiết kiệm chi phí cho công trình.

Đề tài đáp ứng được thực tiễn khi thiết kế hệ thống điện siêu cao áp mới, kết quả nghiên cứu luận văn đang được sử dụng để tính toán lựa chọn thông số cuộn kháng bù ngang đường dây 500kV Pleiku - Mỹ Phước - Cầu Bông do Công ty cổ phần Tư vấn điện 4 thiết kế đã xuất bản giai đoạn lập dự án đầu tư vào 4/2011.

2. KIẾN NGHỊ

Trong tương lai nhằm đáp ứng được hệ thống điện ngày càng phức tạp nhằm ổn định hệ thống nên đưa các kháng có điều khiển vào lưới để tác động nhanh trong việc thực hiện bù khi chế độ non tải.