

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

VÕ CÔNG TOÀN

ỨNG DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ LAI PID
ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TRUYỀN TẢI MỘT CHIỀU
CAO ÁP KẾT NỐI LƯỚI ĐIỆN QUỐC GIA
HỘI AN - ĐẢO CÙ LAO CHÀM

Chuyên ngành : Tự động hóa

Mã số: 60.52.60

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2012

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. ĐOÀN QUANG VINH

Phản biện 1: **PGS.TS. NGUYỄN HỒNG ANH**

Phản biện 2: **TS. NGUYỄN HOÀNG MAI**

Luận văn được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 05 tháng 01 năm 2013.

** 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

Ngày nay, truyền tải dòng điện một chiều cao áp là phần không thể thiếu trong hệ thống điện của nhiều quốc gia trên thế giới. Truyền tải điện siêu cao áp một chiều luôn được cân nhắc khi phải tải lượng công suất lớn đi khoảng cách xa, liên kết hệ thống điện không đồng bộ hoặc xây dựng đường cáp điện vượt biển. Với lượng công suất đủ lớn, khoảng cách truyền đủ xa truyền tải cao áp một chiều cao áp sẽ chiếm ưu thế về chi phí đầu tư và tổn thất truyền tải so với dòng điện 3 pha truyền thống.

Năm 2011 Đinh Trung Kiên đã đề xuất hệ thống truyền tải VSC-HVDC kết nối Lưới điện quốc gia đi từ Hội An cấp điện cho Đảo Cù Lao Chàm. Luận văn cơ bản đã đi xây dựng đầy đủ các kết cấu phần cứng cũng như đưa ra một số phương án điều khiển. Tuy nhiên phương án điều khiển do Đinh Trung Kiên đưa ra chưa thể hiện hết đặc tính điều khiển linh hoạt của VSC, cũng như chưa có khả năng kiểm soát quá trình truyền và sản xuất năng lượng để khắc phục các nhược điểm trên đó là lý do tôi chọn đề tài này.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

a) Đối tượng nghiên cứu:

Nghiên cứu hệ thống truyền tải điện VSC-HVDC Hội An –Cù Lao Chàm

b) Phạm vi nghiên cứu:

Nghiên cứu, xây dựng, tính toán thông số cho bộ điều khiển VSC nhằm đáp ứng tính năng điều khiển linh hoạt của trạm chuyển đổi VSC trong hệ thống truyền tải VSC-HVDC Hội An – Cù Lao Chàm.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU:

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với mô phỏng kiểm chứng trên phần mềm Mathlab Simulink.

4. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI

Đề tài ứng dụng các phương pháp điều khiển mới nhằm nâng cao chất lượng truyền tải sẽ góp phần giải quyết bài toán điều khiển hệ thống truyền tải HVDC tạo tiền đề cho hệ thống VSC-HVDC Hội An Cù Lao Chàm đi vào thực tế giải quyết nhu cầu điện năng tại đảo.

5. CẤU TRÚC LUẬN VĂN:

Ngoài phần mở đầu, kết luận và tài liệu tham khảo luận văn gồm các chương như sau:

Chương 1. Tổng quan về hệ thống truyền tải điện một chiều cao áp

Chương 2. Truyền tải VSC-HVDC Hội An Cù Lao Chàm

Chương 3. Tính toán thông số và đánh giá kết quả hoạt động cho bộ điều khiển truyền tải VSC – HVDC Hội An - Cù Lao Chàm

Chương 1. TỔNG QUAN VỀ TRUYỀN TẢI ĐIỆN MỘT CHIỀU CAO ÁP

1.1 Tổng quan về hệ thống truyền tải điện một chiều cao áp

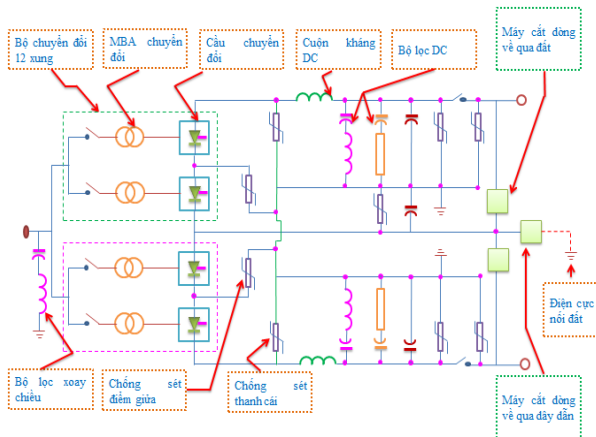
1.1.1 Giới thiệu về hệ thống truyền tải VSC-HVDC

Gần đây, một hình thức truyền tải HVDC mới đã được ra đời dựa trên nền tảng của HVDC cổ điển. Điểm đặc biệt của nó là sử dụng công nghệ bán dẫn tiên tiến hơn thay vì sử dụng thyristor chuyển đổi năng lượng giữa AC và DC. Thiết bị bán dẫn được sử dụng là IGBT và bộ chuyển đổi là bộ chuyển đổi nguồn điện áp hoạt động với tần số chuyển mạch cao (1-2kHz) sử dụng điều chế PWM. Trong luận văn này, công nghệ mới này được gọi là VSC-HVDC.

1.1.2 Các hình thức truyền tải của hệ thống truyền tải HVDC

- Kết nối đơn cực
- Kết nối lưỡng cực
- Kết nối đồng cực

1.1.3 Cấu hình chung cho trạm chuyển đổi AC/DC:

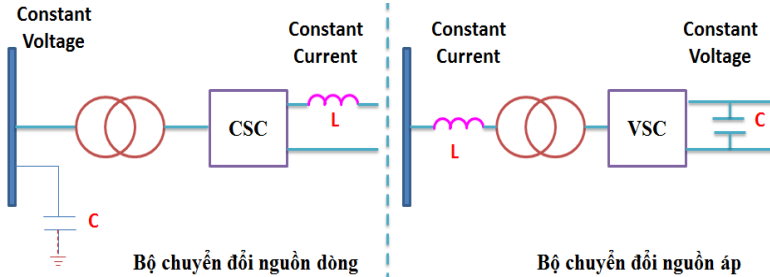


Hình 1.3 - Cấu hình cơ bản trạm chuyển đổi AC-DC HVDC

1.2 Các bộ chuyển đổi trong hệ thống truyền tải HVDC

1.2.1 Giới thiệu chung

- Bộ chuyển đổi nguồn dòng (CSC)
- Bộ chuyển đổi nguồn áp (VSC)



Hình 1.4 Bộ chuyển đổi nguồn dòng và bộ chuyển đổi nguồn áp

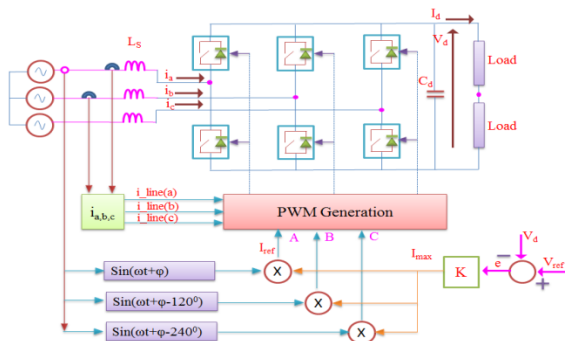
1.2.2 Bộ chuyển đổi nguồn dòng (CSC):

- Cấu trúc của bộ chuyển đổi nguồn dòng sáu xung
- Hoạt động của bộ chuyển đổi nguồn dòng trong trường hợp không có trùng dẫn và có trùng dẫn.

1.2.3 Bộ chuyển đổi nguồn áp (VSC)

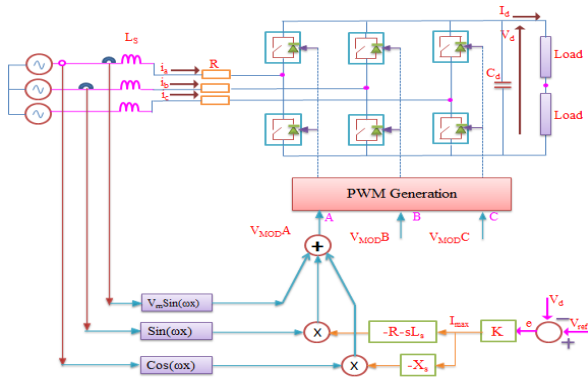
Các hình thức điều khiển bộ chuyển đổi VSC.

- Điều khiển điện áp tụ điện DC
- VSC với bộ điều khiển dòng điện AC



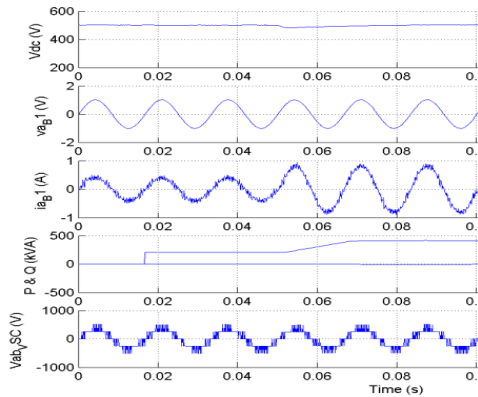
Hình 1.11 - Bộ chuyển đổi nguồn áp với bộ điều khiển dòng điện PWM tại bộ chỉnh lưu

- VSC với bộ điều khiển điện áp AC



Hình 1.14 - Bổ xung bộ điều khiển điện áp chỉnh lưu cho trạm VSC

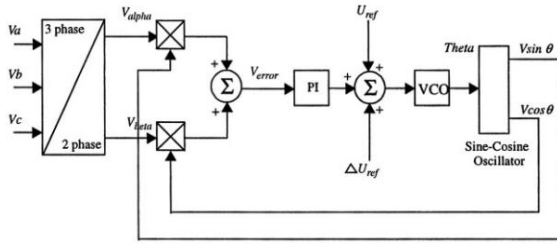
- Hoạt động của trạm chuyển đổi VSC khi phụ tải thay đổi.



Hình 1.18 - Giảm đồ điện áp, dòng điện, công suất trạm chuyển đổi VSC kết nối phụ tải điện thuần trở phía DC

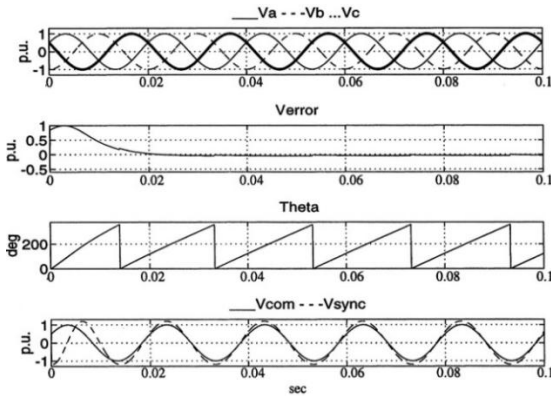
1.3 Kỹ thuật đồng bộ hóa cho bộ chuyển đổi công suất

Để thực hiện tính toán điều khiển vector, yêu cầu chuyển đổi giữa các hệ tọa độ abc , $\alpha\beta$, dq là cần thiết để cung cấp các thông số cho bộ chuyển đổi, bộ khóa pha PLL được sử dụng có cấu trúc như sau:



Hình 1.19 - Bộ khóa pha PLL

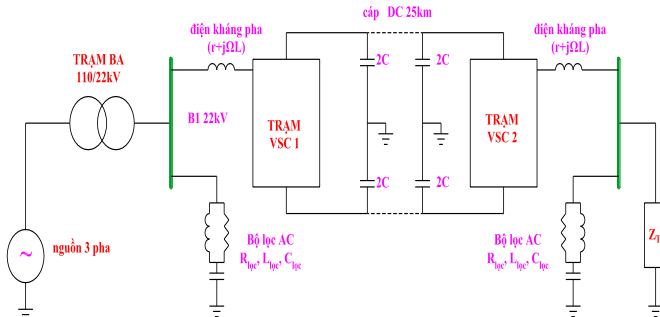
Hoạt động đồng bộ hóa, cung cấp góc chuyển đổi bộ khóa pha



Hình 1.20 - Giản đồ điện áp và góc theta bộ khóa pha PLL

1.4 Hệ thống truyền tải VSC-HVDC

1.4.1 Cấu trúc của hệ thống truyền tải VSC – HVDC



Hình 1.21- Cấu trúc hệ thống truyền tải VSC-HVDC

1.4.2 Hoạt động của hệ thống truyền tải điện VSC – HVDC

- Hoạt động chuyển đổi điện áp AC/DC với bộ chuyển ba mức điện áp.
- Điều chế PWM điều khiển sóng điện áp của bộ chuyển đổi VSC
- Hoạt động chuyển đổi dòng công suất của trạm chuyển đổi VSC

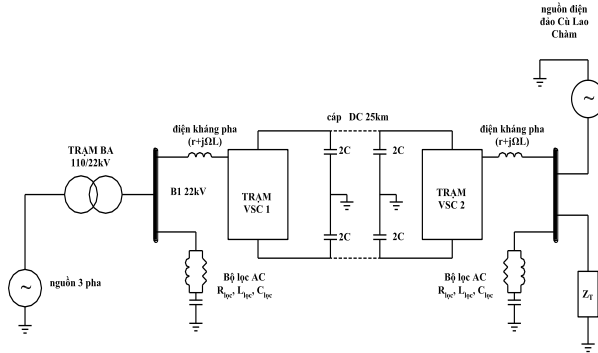
1.4.3 Ưu điểm của hệ thống truyền tải VSC-HVDC

- Điều khiển độc lập công suất tác dụng và công suất phản cả về độ lớn lẫn hướng truyền năng lượng.
- Dễ dàng kết nối các lưới điện mà không cần quan tâm đến tần số lưới điện cũng như yêu cầu bộ hòa lưới điện.
- Do có khả năng sản xuất ra công suất phản một cách độc lập theo một giá trị mong muốn nên không cần thêm các thiết bị bù công suất phản kháng gây tốn kém chi phí đầu tư vận hành và bảo dưỡng các thiết bị bù công suất phản kháng.
- VSC với kỹ thuật PWM có thể tính chọn được tỉ số điều biến tần số thích hợp nhằm thỏa mãn tổn thất năng lượng cũng như giảm lượng sóng hài sinh ra trên lưới AC.

Chương 2. TRUYỀN TẢI ĐIỆN VSC-HVDC HỘI AN – ĐẢO CÙ LAO CHÀM

2.1 Mô hình hệ thống VSC-HVDC Hội An – Cù Lao Chàm

Cấu trúc hệ thống truyền tải VSC-HVDC:

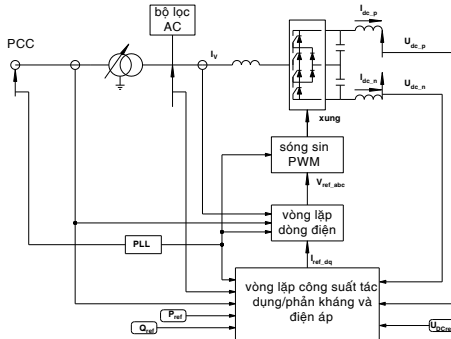


Hình 2.1- Mô hình hệ thống truyền tải VSC-HVDC Hội An – Cù Lao Chàm

2.2 Điều khiển hệ thống truyền tải VSC-HVDC Hội An Cù Lao Chàm

2.2.1. Bộ chuyển đổi ba mức điện áp

Để khắc phục khuyết điểm trong cấu trúc điều khiển do Định Trung Kiên đề xuất năm 2011, trong luận văn này đưa ra cấu trúc điều khiển linh hoạt cho trạm chuyển đổi VSC:

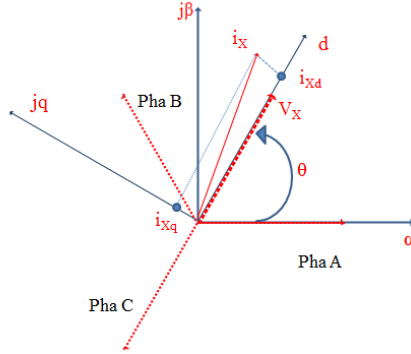


Hình 2.6- Mô hình cấu trúc điều khiển bộ chuyển đổi VSC

2.2.2. Vector không gian và hệ tọa độ điện áp điểm tham chiếu

Nếu bây giờ ta chọn trục d của hệ tọa độ mới trùng với trục của vector điện áp tại điểm tham chiếu (thanh cái B1 kết nối với lưới

điện xoay chiều) khi ấy thành phần điện áp trên trục q sẽ mất đi khi đó ta thu được một kết quả rất rõ ràng về mối quan hệ giữa công suất, điện áp và các thành phần dòng điện.



Hình 2.7 - Vector dòng đầu ra VSC trên hệ tọa độ cố định $\alpha\beta$ và hệ tọa độ quay dq

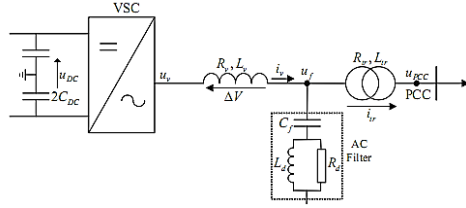
Công suất tại điểm tham chiếu:

$$\begin{aligned} P_{dq} &= V_{xd}i_d \\ Q_{dq} &= -V_{xd}i_q \end{aligned} \quad (2.4)$$

Theo phương trình 2.4 nhờ vào tách kênh điều khiển chúng ta có thể điều khiển độc lập công suất tác dụng và công suất phản kháng về cả độ lớn và hướng truyền công suất trên hai dòng thành phần.

2.2.1 Điều khiển vector:

Bộ điều khiển vector được dựa trên mối quan hệ cơ bản trong mạch điện hình 2.15 và được thể hiện trong hệ tọa độ dq với trục q tựa theo điện áp điểm tham chiếu nhằm tách kênh điều khiển công suất phản kháng và công suất tác dụng.



Hình 2.15 - Trạm chuyển đổi VSC của hệ thống truyền tải VSC-HVDC

Hệ phương trình cho trạm chuyển đổi VSC:

$$u_f^{dq*} k = u_{pcc}^{dq} k + R_r i_r^{dq} k + \frac{j\omega L_r}{2} i_r^{dq*} k + i_r^{dq} k + k_{pcc} i_r^{dq*} k - i_r^{dq} k \quad (2.36)$$

$$i_v^{dq*} k = i_r^{dq} k + \frac{j\omega C_f}{2} \left[u_f^{dq*} k + u_f^{dq} k \right] + k_{uf} u_f^{dq*} k - u_f^{dq} k \quad (2.38)$$

$$u_v^{dq*} k = u_f^{dq} k + R_v i_v^{dq} k + \frac{j\omega L_v}{2} \left[i_v^{dq*} k + i_v^{dq} k \right] + k_{i_v} i_v^{dq} k + 1 - i_v^{dq} k \quad (2.39)$$

Ba phương trình này thể hiện mối quan hệ giữa điện áp ngõ ra VSC và thành phần dòng điện, là cơ sở để xây dựng mạch vòng điều khiển dòng điện vòng trong nhằm xác định giá trị tham chiếu V_{abc} cho bộ PWM điều khiển phát xung đáp ứng được yêu cầu hệ thống.

2.2.3 Bộ điều khiển dòng trong:

Phương trình bộ chuyển đổi VSC với bộ điều khiển dòng điện vòng trong:

$$u_v^{dq*} k = u_f^{dq} k + R_v i_v^{dq} k + \frac{j\omega L_v}{2} i_v^{dq*} k + i_v^{dq} k + k_{p,i_v} \left[i_v^{dq*} k - i_v^{dq} k \right] + \Delta u_{i_v}^{dq} k$$

2.2.4 Bộ điều khiển vòng ngoài:

2.2.4.1 Bộ điều khiển điện áp DC

Phương trình điều khiển vòng ngoài xác định giá trị i_d cho mạch vòng điều khiển dòng điện vòng trong.

$$i_v^{d*} k = \frac{u_{DC}}{u_f^d} \frac{k}{k} k_{p,DC} u_{DC}^* k - u_{DC} k + i_{load} k$$

2.2.4.2 Bộ điều khiển công suất tác dụng

Phương trình cho mạch vòng điều khiển công suất tác dụng

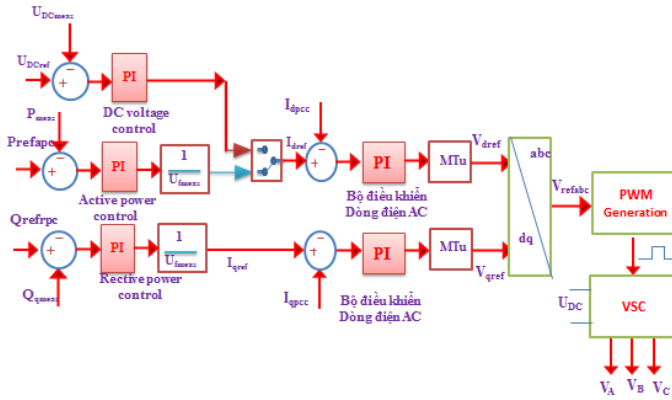
$$i_v^{d*} = \frac{P_f^*}{u_f^d} + \left(k_{p,Pf} + \frac{k_{I,Pf}}{s} \right) P_f^* - P_f$$

2.2.4.3 bộ điều khiển công suất phản kháng

Phương trình cho mạch vòng điều khiển công suất phản kháng.

$$i_v^q = \frac{Q_f^*}{u_f^d} + \left(k_{p,Qf} + \frac{k_{I,Qf}}{s} \right) Q_f^* - Q_f$$

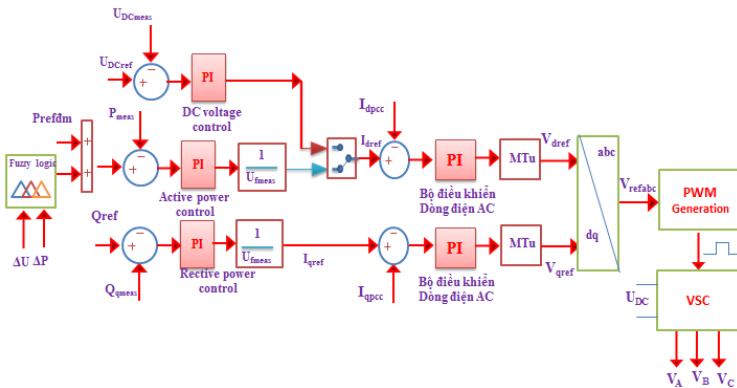
Theo cấu trúc hình 2.6 với việc tách kênh điều khiển ta đã điều khiển độc lập hai thành phần dòng công suất tác dụng và dòng công suất phản kháng, đi kèm với điều khiển hai thành phần dòng này ta có thể điều khiển thành phần điện áp DC theo dòng i_d . Trên cơ sở đó, tổng hợp hai mạch vòng điều khiển cho bộ chuyển đổi VSC. Vòng ngoài là vòng vòng lặp công suất tác dụng hoặc điện áp DC và công suất phản kháng, vòng trong là vòng lặp điều khiển dòng điện AC được thể hiện như hình 2.10



Hình 2.10 – Hai mạch vòng điều khiển cho bộ chuyển đổi VSC

2.2.5 Bộ điều khiển mờ lai PID bù công suất truyền tải ổn định điện áp lưới DC

Theo cấu trúc điều khiển 2.10, hệ thống VSC-HVDC luôn đẩy đi những lượng công suất xác định bất chấp điều kiện phụ tải gây thiệt hại lãng phí năng lượng. Giải quyết nhược điểm này đề xuất bộ điều khiển mờ lai PID bù công suất truyền tải, nhằm đáp ứng lượng công suất truyền tải là tối ưu.

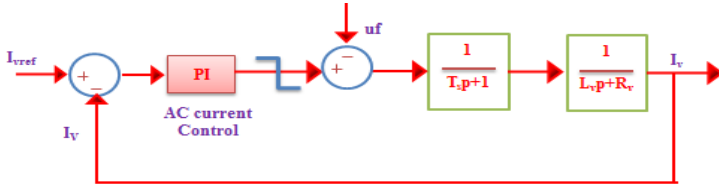


Hình 2.22 – Cấu trúc điều khiển VSC với bộ điều khiển mờ lai PID bù công suất truyền tải

Chương 3. TÍNH TOÁN THÔNG SỐ VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HOẠT ĐỘNG BỘ ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN TẢI ĐIỆN VSC-HVDC HỘI AN- CÙ LAO CHÀM

3.1 Tổng hợp thông số bộ điều khiển dòng điện vòng trong

3.1.1 Hàm truyền mạch vòng điều khiển dòng điện



Hình 3.1 - Cấu trúc mạch vòng điều khiển dòng điện vòng trong

3.1.2 Tổng hợp vòng mạch vòng điều khiển dòng điện bằng phương pháp tối ưu đối xứng

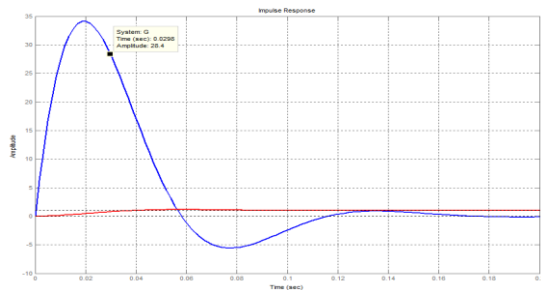
Bộ điều khiển PI với thông số như sau:

$$T_r = 2K_I T_I = 2 \times 100 \times 0.008 = 1.6 \Rightarrow K_I = \frac{1}{T_r} = \frac{1}{1.6} = 0.625$$

hàm truyền hệ kín mạch vòng điều khiển dòng điện vòng trong.

$$G_{k\ p} = \frac{1}{1 + 2T_{\Sigma} p + 2T_{\Sigma}^2 p^2} = \frac{1}{1 + 0.016p + 0.000256p^2}$$

Đáp ứng xung và đáp ứng bước nhảy của bộ điều khiển mạch vòng dòng điện.

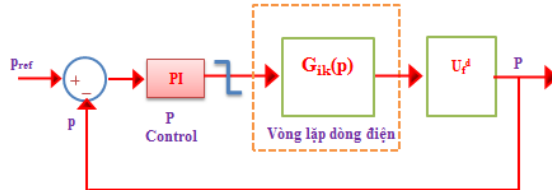


Hình 3.4 - Đáp ứng xung đơn vị và đáp bước nhảy hàm truyền kín mạch vòng điều khiển dòng điện.

Hệ thống cho đáp ứng rất nhanh và dao động thấp, nhưng đối với nhiễu lại có sự quá điều chỉnh cao.

3.2 Tổng hợp thông số bộ điều khiển vòng ngoài

3.2.1 Tổng hợp thông số mạch vòng điều khiển công suất tác dụng

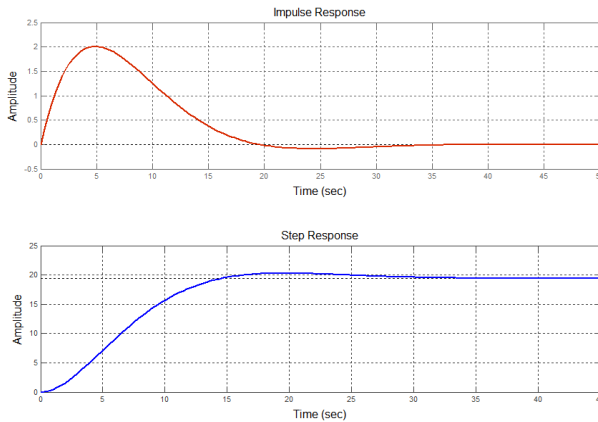


Hình 3.5 – Sơ đồ khối mạch vòng điều khiển công suất tác dụng

Tổng hợp thông số mạch vòng điều khiển công suất tác dụng theo phương pháp tối ưu modul ta có được hàm truyền hệ:

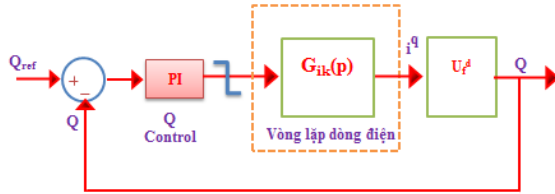
$$G_{th} p = \frac{K_{p,l}}{p} \times \frac{K_1}{T_\Sigma p + 1} = \frac{3.125}{p} \frac{1}{0.016p + 1} = \frac{3.125}{0.016p^2 + p}$$

Đáp ứng xung và đáp ứng bước nhảy mạch vòng điều khiển công suất tác dụng vòng ngoài.



Hình 3.6 – Đáp ứng xung và đáp ứng bước nhảy của mạch vòng điều khiển công suất tác dụng

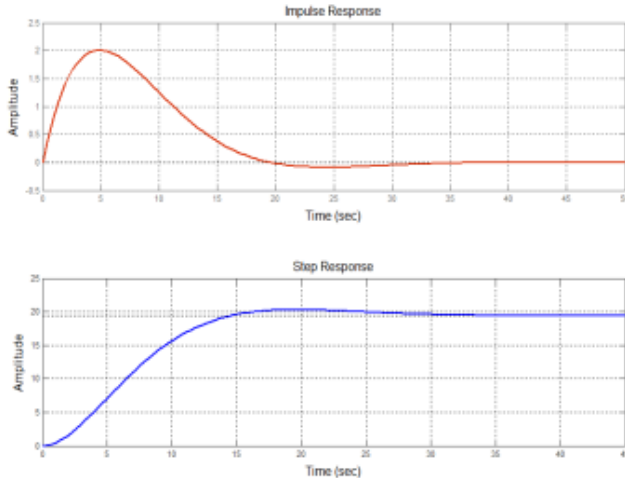
3.2.2 Tổng hợp bộ điều khiển công suất phản kháng vòng ngoài



Hình 3.7 – Sơ đồ khối mạch vòng điều khiển công suất phản kháng vòng ngoài

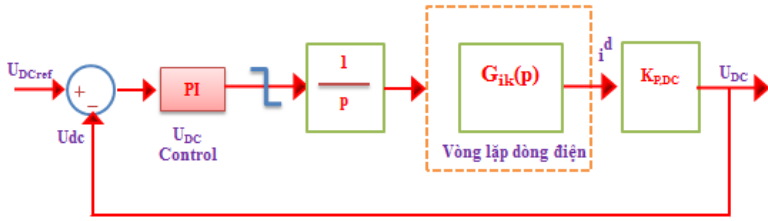
Hàm truyền của hệ hở mạch vòng điều khiển công suất phản kháng.

$$G_{h\ p} = \frac{K_{P,I}}{p} \times \frac{K_1}{T_z p + 1} = \frac{3.125}{p} \frac{1}{0.016p + 1}$$



Hình 3.8 - Đáp ứng xung và đáp ứng bước nhảy của mạch vòng điều khiển công suất kháng vòng ngoài

3.2.3 Tổng hợp thông số bộ điều khiển điện áp DC



Hình 3.9 - Sơ đồ khối mạch vòng điều khiển điện áp DC vòng ngoài

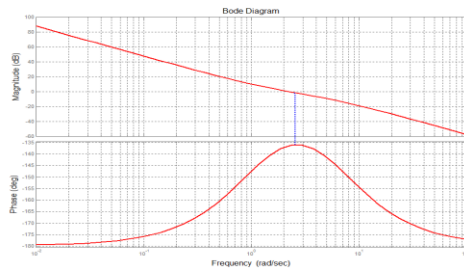
Mạch vòng điều khiển điện áp DC có một điểm cực nằm tại gốc tọa độ nên không thể áp dụng tổng hợp bộ điều khiển bằng phương pháp tối ưu modul mà thực hiện bằng phương pháp tối ưu đối xứng.

Hàm truyền của hệ hở mạch vòng điều khiển điện áp DC với bộ điều khiển PI tối ưu đối xứng.

$$G_{DC,h} p = K_{DC,p} K_{DC} \frac{T_{DC,i} p + 1}{T_{DC,i} T p^2 T_{l,\xi} p + 1} = 5.654 \times 2,127 \times \frac{0.048 p + 1}{0.048 p^2 0.016025 p + 1}$$

$$= 12 \frac{0.048 p + 1}{0.0078 p^2 + 0.048}$$

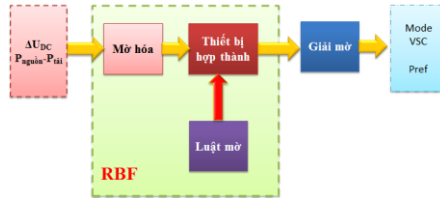
Biểu đồ bode cho hàm truyền hệ hở.



Hình 3.10- Đồ thị Bode của mạch vòng điều khiển điện áp DC

Theo tiêu chuẩn Nyquist, từ đồ thị Bode ta thấy hệ kín của bộ điều khiển điện áp DC ổn định.

3.3 Xây dựng bộ điều khiển mờ bù công suất truyền tải



Hình 2.19 – Cấu trúc bộ điều khiển mờ bù công suất truyền tải

3.3.1 Mờ hóa

Biến nền sai lệch công suất EP được xác định trên tập nền $X = \{-1:0.01:1\}$ đơn vị pu gồm có ba biến ngôn ngữ tương ứng với ba tập mờ NB1, NM1, ZE1, PM1, PB1.

Biến nền sai lệch điện áp EU_{DC} được xác định trên tập nền $X = \{-1:0.01:1\}$ gồm có ba biến ngôn ngữ tương ứng với ba tập mờ NB2, NM2, ZE2, PM2, PB2.

Biến ngôn ngữ ngõ ra xác định bù công suất truyền tải P_{REF} được xác định trên tập nền $Z = \{-0.2:0.01:0.2\}$ gồm 5 biến ngôn ngữ ứng với 5 tập mờ: NB, NM, ZE, PM, PB.

3.3.2 Xây dựng luật hợp thành

Bảng 3.1 – Luật hợp thành cho bộ điều khiển mờ

	NB2	NM2	ZE	PM2	PB2
NB1			PB		
NM1			PM		
ZE	PB	PM	ZE	NM	NB
PM1			NM		
PB1			NB		

3.3.3 Giải mờ:

Do miền xác định của các giá trị mờ đầu ra là miền liên thông, ta chọn qui tắc hợp thành Max-Min, giải mờ theo phương pháp trọng tâm.

3.4 Kết quả mô phỏng hệ thống truyền tải điện VSC – HVDC Hội An –Cù Lao Chàm

Hệ thống AC 1: điện áp 110/22kV, công suất 10MVA, Tần số 50Hz

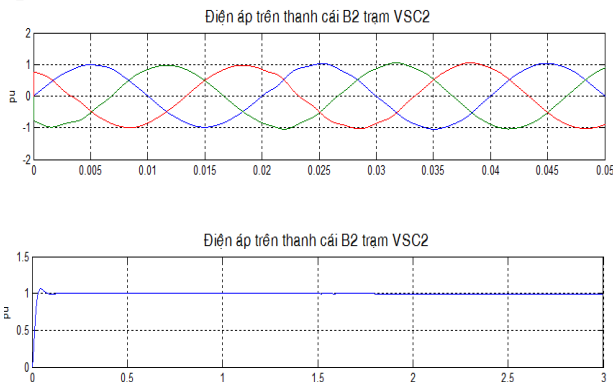
Hệ thống AC 2: điện áp 22kV, công suất 6MVA, tần số 50Hz

Bộ chuyển đổi VSC1 và VSC2: được kết nối thông qua đường cáp ngầm dài 25Km.

Thời gian lấy mẫu cho bộ điều khiển: $T_{S_Control} = 74.06\mu s$

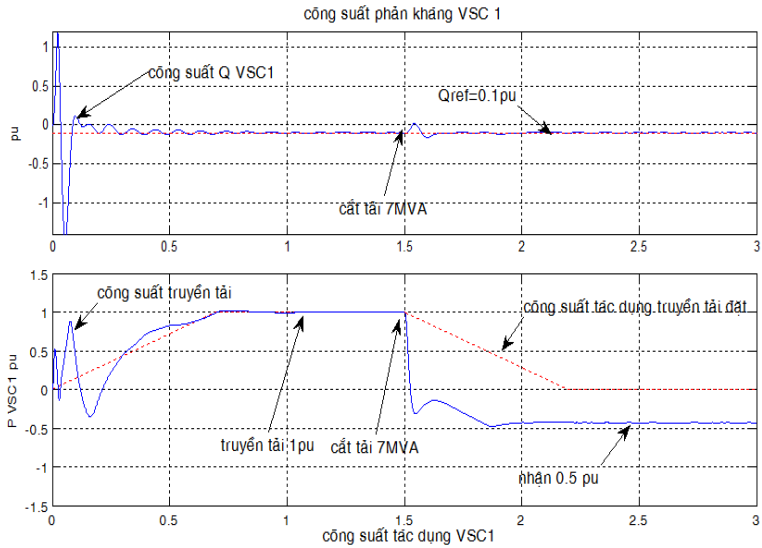
Bộ chuyển đổi nguồn áp VSC: bộ chuyển đổi cầu ba mức điện áp (sử dụng IGBT/Diode lý tưởng). Bộ chuyển đổi thực hiện khóa pha và biên độ điện áp AC ngõ ra trùng với điện áp ngõ ra của hệ thống AC.

3.4.1 Đáp ứng điện áp AC và dòng điện trên thanh cái B2 kết nối với phụ tải



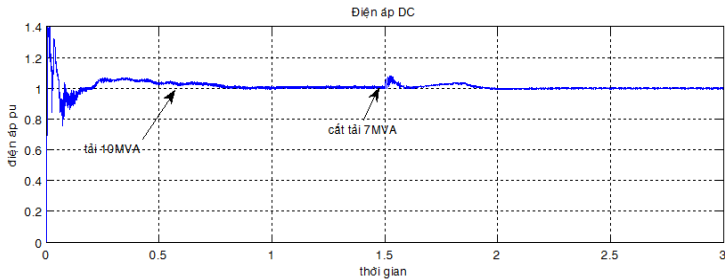
Hình 3.16 - Đáp ứng điện áp AC tại thanh cái B2 trạm VSC2

3.4.2 Đáp ứng công suất truyền tải



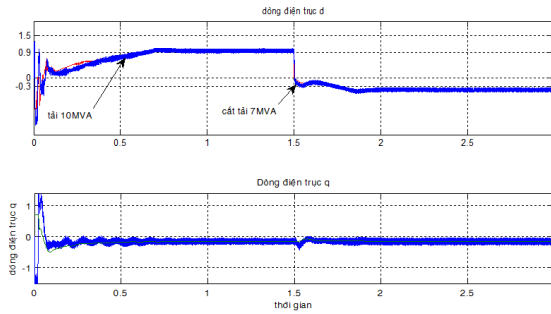
Hình 3.17- Đáp ứng công suất tại thanh cái B1 trong quá trình hoạt động của hệ thống VSC-HVDC Hội An Cù Lao Chàm

3.4.3 Đáp ứng điện áp DC

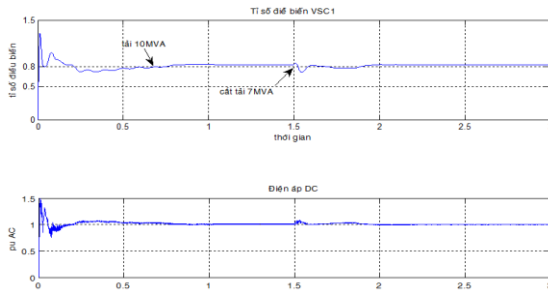


Hình 3.18- Đáp ứng điện áp DC trong quá trình hoạt động của hệ thống VSC-HVDC Hội An Cù Lao Chàm

3.4.4 Tín hiệu điều khiển



Hình 3.19 - Tín hiệu dòng điện điều khiển tại trạm VSC1



Hình 3.20- Tỉ số điều biến và điện áp DC tại trạm VSC1

3.5 Kết luận chương 3:

Trong chương 3 luận văn đã tiến hành mô phỏng đối tượng thực có cấu trúc thu được ở chương 2. Với các kết quả mô phỏng với đối tượng thực trong chương 3 cho phép khẳng định rằng mô hình toán và cấu trúc điều khiển của các giai đoạn đã được xây dựng là đúng, các giải pháp điều khiển được đưa ra là hợp lý thỏa mãn được nhu cầu trao đổi công suất, ổn định điện áp lưới DC, có khả năng sản xuất ra công suất phản kháng đáp ứng nhu cầu phụ tải.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Sau một thời gian nghiên cứu và tìm hiểu, xây dựng, phát triển cấu trúc bộ điều khiển cùng với sự giúp đỡ nhiệt tình của PGS.TS Đoàn Quang Vinh và các thầy giáo trong khoa đến nay luận văn đã được hoàn thành.

Luận văn đã giải quyết được hạn chế và phát triển được cấu trúc điều khiển trao đổi công suất giữa Đảo Cù Lao Chàm và Hội An thỏa mãn nội dung theo ban đầu đề ra gồm:

Chương 1: Tổng quan về hệ thống truyền tải HVDC

Chương này đã đề cập đến những vấn đề tổng quan của hệ thống VSC-HVDC: ưu nhược điểm của hệ thống VSC-HVDC, các bộ chuyển đổi và hình thức truyền tải trong hệ thống truyền tải HVDC. Đặc biệt trong chương này đã xây dựng cấu trúc và nguyên lý hoạt động của hệ thống truyền tải VSC-HVDC.

Chương 2 Truyền tải VSC-HVDC Hội An Cù Lao Chàm

Trong chương 2 căn cứ vào cấu trúc phần cứng đã được xây dựng trong Luận Văn cao học “Ứng Dụng Truyền Tải Điện Một Chiều Cao Áp Kết Nối Lưới Điện Quốc Gia: Hội An – Đảo Cù Lao Chàm” xác định thông số các thiết bị cụ thể trong hệ thống làm cơ sở cho việc xây dựng các bộ điều khiển. Điểm nhấn trong chương này xây dựng cơ sở lý thuyết cho khả năng điều khiển công suất tác dụng, công suất phản kháng và điện áp DC từ đó đề xuất cấu trúc bộ điều khiển cho hệ thống truyền tải VSC-HVDC Hội An – Cù Lao Chàm với chức năng trao đổi công suất tác dụng, ổn định điện áp DC và sản xuất ra công suất phản cho hệ thống.

Chương 3 Tính toán thông số và đánh giá kết quả hoạt động bộ điều khiển truyền tải VSC – HVDC Hội An - Cù Lao Chàm

Chương 3 thực hiện tổng hợp tính toán thông số các bộ điều khiển. Đồng thời trong chương 3 cũng đã xây dựng mô hình thực của hệ thống chuyển đổi VSC -HVDC Hội An Cù Lao Chàm trong Matlab Simulink là cơ sở để tiến hành mô phỏng đối tượng trong các trường hợp thay đổi phụ tải của Đảo Cù Lao Chàm. Tại thời điểm $t=1$ đóng tải 10MVA để thấy khả năng đáp ứng được phụ tải định mức, sau đó tại thời điểm $t=t_2$ cắt tải 7MVA để thực hiện chuyển đổi công suất từ Đảo về nguồn lưới điện Quốc Gia.

Kết luận: Như vậy Luận Văn đã giải quyết được bài toán điều khiển hệ thống truyền tải đáp ứng được chức trao đổi công suất khi có sự thay đổi phụ tải. Qua kết quả mô phỏng ở chương 3 cho phép chúng ta khẳng định phương pháp điều khiển cho đối tượng là phù hợp.

Kiến nghị: vì điều kiện thời gian, nên luận văn mới chỉ dừng lại ở mức độ xây dựng giải pháp điều khiển cho hệ thống truyền tải VSC – HVDC Hội An Cù Lao Chàm hoàn thiện các chức năng điều khiển trong trường hợp đóng cắt, thay đổi phụ tải. hướng phát triển của đề tài, do đề tài sử dụng các bộ VSC gây ra sóng hài rất lớn cho lưới AC do vậy để nâng cao chất lượng của lưới điện chúng ta cần nghiên cứu thêm bộ lọc sóng hài tích cực AC, cũng như nghiên cứu phương pháp lọc nhiễu và số hóa các tín hiệu tham chiếu đo đạc.

Đề tài chỉ mới dừng lại ở tính toán kỹ thuật, để đề tài này có thể áp dụng vào thực tế cần phải có bước tính toán phân tích kinh tế - tài chính so sánh với phương án truyền tải xoay chiều. Tuy nhiên trong điều kiện công nghệ bán dẫn ngày càng phát triển chi phí thiết bị bán dẫn công suất ngày càng thấp sẽ làm giảm nhanh chóng chi phí xây dựng các trạm VSC là cơ sở vững chắc cho đề tài này được áp dụng vào tương lai gần.