

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

LÊ THỊ THU UYÊN

**ỨNG DỤNG BỘ LỌC TÍCH CỰC ĐỂ
GIẢM SÓNG HÀI CHO LƯỚI ĐIỆN
NHÀ MÁY XI MĂNG TÂY NINH**

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: TS. PHAN VĂN HIỀN

Phản biện 1: TS. NGUYỄN ĐỨC THÀNH

Phản biện 2: TS. NGUYỄN HOÀNG MAI

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 9 tháng 6 năm 2012

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 chọn đề tài

Hiện nay các nhà máy luyện thép, cán thép và nhà máy xi măng sử dụng các động cơ công suất lớn có tốc độ thay đổi sinh ra sóng điều hòa bậc cao và làm tổn thất công suất, dao động điện áp, gây tiếng ồn, hệ số công suất thấp, làm ảnh hưởng đến các hộ tiêu thụ điện khác.

Sóng điều hòa bậc cao sẽ làm méo dạng (THD) dòng điện và điện áp của hệ thống điện, cần phải có để biện pháp lọc để trả lại tín hiệu dòng điện và điện áp hình sin cho lưới nâng cao chất lượng điện của hệ thống.

2. Đối tượng nghiên cứu

Đối Tượng Nghiên Cứu là Bộ lọc tích cực

3. Phương pháp nghiên cứu và kết quả thực hiện được

- Nghiên cứu lý thuyết
- Mô phỏng trên matlab/simulink

4. Cấu trúc của luận văn

Cấu trúc luận văn gồm phần mở đầu, 3 chương nội dung, phần kết luận và kiến nghị:

MỞ ĐẦU

Chương 1 - TÌM HIỂU VỀ SÓNG HÀI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP LỌC SÓNG HÀI

Chương 2 - TỔNG QUAN VỀ LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN MÒ

Chương 3 - ỨNG DỤNG BỘ LỌC TÍCH CỰC ĐỂ GIẢM SÓNG HÀI CHO LƯỚI ĐIỆN NHÀ MÁY XI MĂNG TÂY NINH

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

CHƯƠNG 1

TÌM HIỂU VỀ SÓNG HÀI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP LỌC SÓNG HÀI

1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các biện pháp lọc thụ động chỉ có tác dụng hạn chế một số hài bậc cao cho các phụ tải có đặc tính phi tuyến tính. Đối với các phụ tải động có đặc tuyến phi tuyến tức thời luôn biến động như nhà máy xi măng, lò hồ quang... cần phải sử dụng bộ lọc tích cực (AF: Active Filter).

1.2. TỔNG QUAN VỀ SÓNG HÀI

1.2.1. Giới thiệu chung

Một tham số quan trọng để đánh giá sóng điều hòa là hệ số méo dạng THD (Total Harmonic Distortion):

- Hệ số méo dạng dòng điện:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \quad (1.2)$$

Trong đó :

I_1 : biên độ thành phần dòng cơ bản

I_n : biên độ thành phần dòng điều hòa bậc n

1.2.2. Các nguồn tạo sóng điều hòa

1.2.2.1. Máy điện

1.2.2.2. Thiết bị điện tử công suất

1.2.2.3. Các đèn huỳnh quang

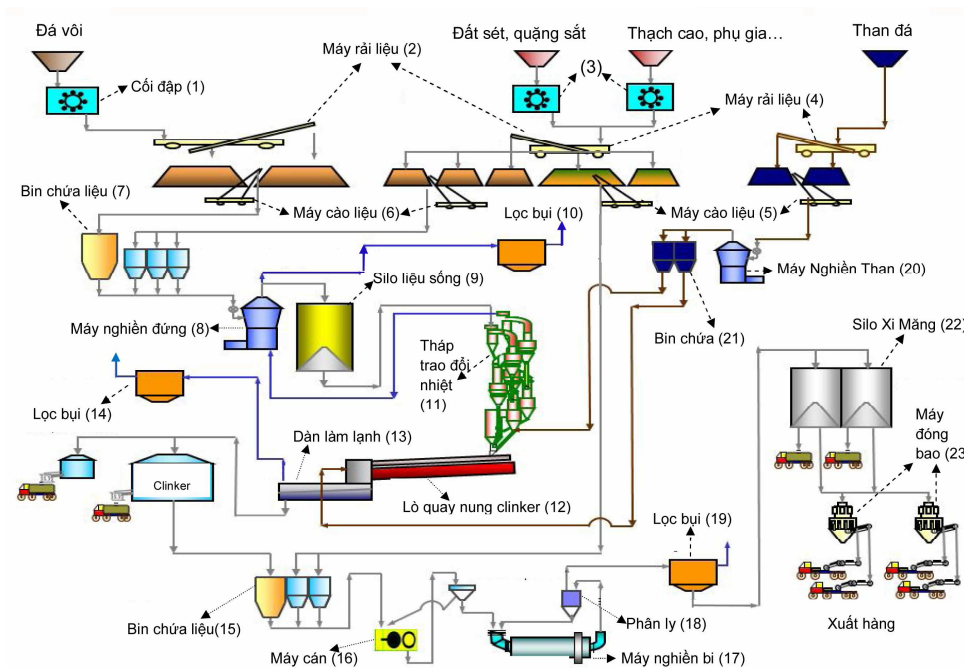
1.2.2.4. Các thiết bị hồ quang

1.2.3. Nhà máy xi măng Tây Ninh

1.2.3.1. Giới thiệu chung về nhà máy xi măng

Nhà máy Xi măng Tây Ninh có công suất 4.000 tấn clinker/ngày tương đương với 1,5 triệu tấn xi măng/năm.

Với quy trình sản xuất xi măng và clinker khép kín bằng công nghệ lò quay hiện đại của Đức sẽ giúp hạn chế gây ô nhiễm môi trường, giảm thiểu các chất thải độc hại.

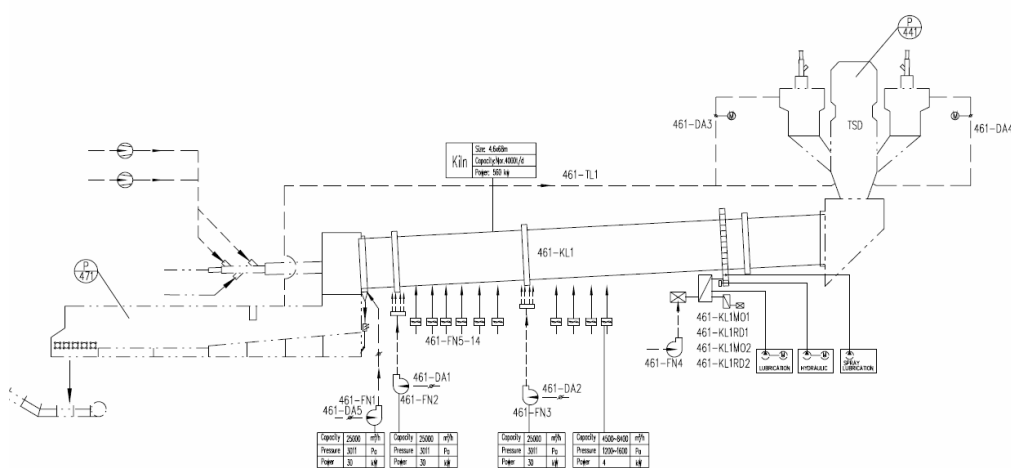


Hình 1.17. Sơ đồ công nghệ dây chuyền sản xuất xi măng

1.2.3.2. Quá trình sản xuất xi măng

1.2.3.3. Giới thiệu về lò quay nung clinker.

Trong quá trình sản xuất xi măng đối tượng chính là lò quay nung clinker.



Hình 1.17. Lò quay nung clinker

Đây là đối tượng phi tuyến, làm ảnh hưởng đến hệ thống truyền tải và phân phối điện năng. Trong quá trình vận hành nó gây ra một số vấn đề như bơm ngược sóng điều hòa bậc cao làm méo dạng sóng dòng điện, gây tổn thất cho hệ thống truyền dẫn, làm giảm tuổi thọ của các thiết bị lân cận. Do đó tác giả chọn đối tượng này để nghiên cứu sự tác động của nó đến lưới điện.

Hệ thống cung cấp điện cho lò quay là hệ thống chỉnh lưu không điều khiển, có nhiệm vụ cấp nguồn DC cho động cơ chính của lò quay.

Động cơ chính có số liệu như sau:

- Type: 1HQ7453-5ZH40_2ZV1-Z
- Power : 560 kW

- Speed: 100-1000r/min
- Voltage: 660V DC

1.2.4. Ảnh hưởng của sóng điều hòa bậc cao

- Làm tăng phát nóng của dây dẫn điện, thiết bị điện.
- Gây ảnh hưởng đến hoạt động của các thiết bị bảo vệ (tác động sai)
- Ảnh hưởng đến sai số của các thiết bị đo, làm cho kết quả đo bị sai lệch.
- Làm cho tụ bị quá nhiệt và có thể dẫn tới phá hủy chất điện môi.
- Làm các thiết bị sử dụng điện và đèn chiếu sáng bị chập chòn.
- Gây ảnh hưởng tới các thiết bị viễn thông

Trên thế giới đưa ra một số tiêu chuẩn như IEEE std 519, IEC 1000-4-3 về giới hạn thành phần sóng điều hòa bậc cao trên lưới.

Tại Việt Nam, ngày 30/7/2010 Bộ Công thương cũng đưa ra thông tư 32/2010/TT-BCT quy định về hệ thống phân phối điện trong đó có yêu cầu về sóng hài.

1.3. CÁC BỘ LỌC SÓNG ĐIỀU HÒA

1.3.1. Bộ lọc thụ động

1.3.2. Bộ lọc tích cực

1.3.2.1. Tác dụng của mạch lọc tích cực

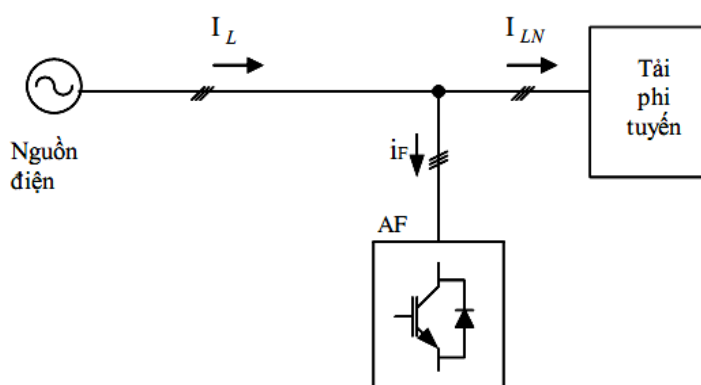
1.3.2.2. Các phạm vi công suất của lọc tích cực

1.3.2.3. Phân loại mạch lọc tích cực

a. Phân loại theo bộ biến đổi công suất

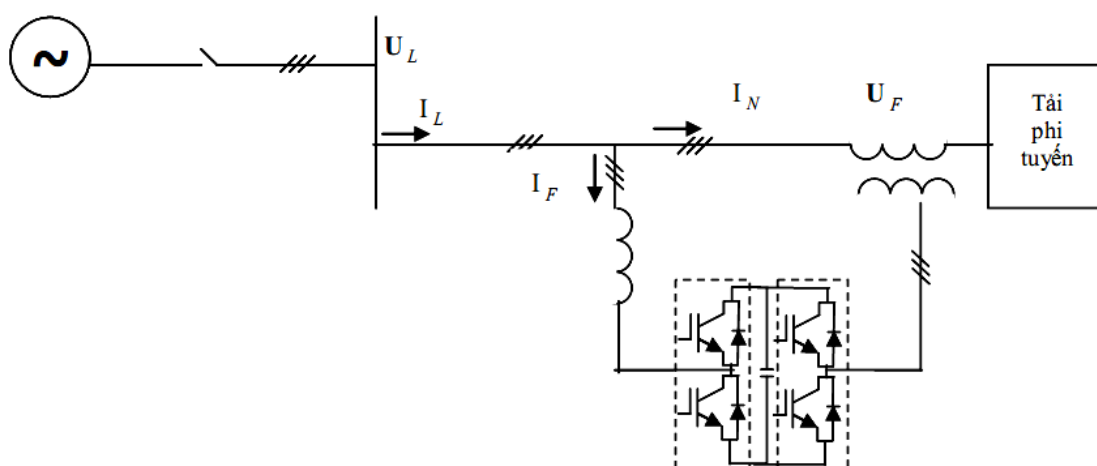
b. Phân loại theo sơ đồ:

- Mạch lọc tích cực song song (AF)



Hình 1.37. Cấu hình bộ lọc tích cực song song (AF)

- Mạch lọc tích cực nối tiếp (AFs)



Hình 1.39. Cấu hình bộ lọc tích cực nối tiếp (AFs)

c. Phân loại theo nguồn cấp

1.3.3. Bộ lọc hỗn hợp

1.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Ta thấy sóng điều hòa bậc cao có những tác hại lớn cho hệ thống điện, làm giảm chất lượng điện, gây ra các tổn thất...Nhu vậy để cải thiện chất lượng điện năng thì cần phải lọc các thành phần dòng điều hòa bậc cao. Có nhiều thiết bị khác nhau có thể thực hiện lọc dòng điều hòa bậc cao. Tùy thuộc vào yêu cầu kinh tế kỹ thuật mà lựa chọn thiết bị và phương pháp phù hợp.

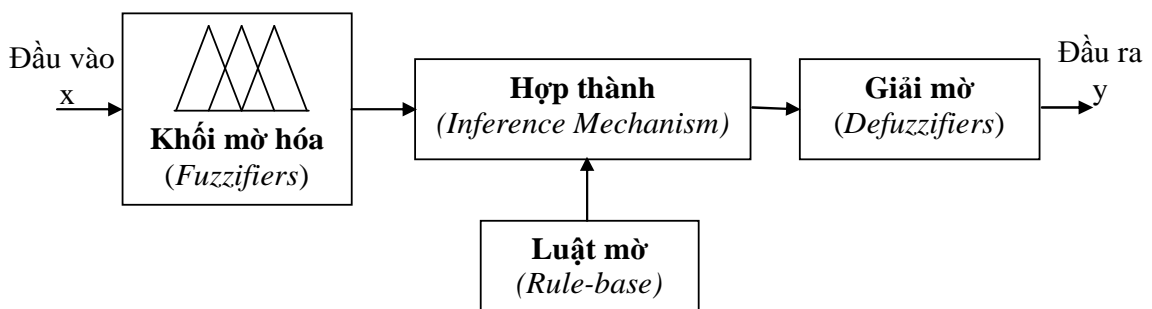
CHƯƠNG 2

TỔNG QUAN VỀ LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN MỜ

2.1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN [5]

2.2. ĐIỀU KHIỂN MỜ

2.2.1. Sơ đồ khối của hệ điều khiển mờ



Hình 2.1. Sơ đồ khối bộ điều khiển mờ

2.2.1.1. Khối mờ hoá

2.2.1.2. Khối hợp thành (Inference Mechanism)

2.2.1.3. Khối luật mờ (Rule-base)

2.2.1.4. Khối giải mờ (Defuzzifier)

2.2.2. Phân loại điều khiển mờ

2.2.3. Cấu trúc cơ bản của bộ điều khiển mờ

2.3. ĐIỀU KHIỂN MỜ NÂNG CAO

2.3.1. Hệ điều khiển thích nghi mờ

2.3.2. Hệ điều khiển mờ lai PID

2.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

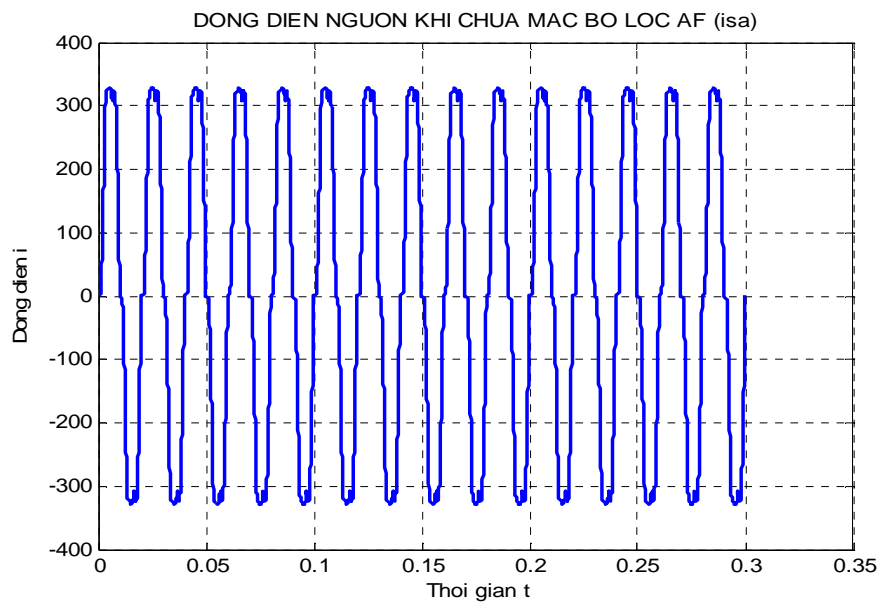
Việc áp dụng lô-gic mờ đã cho tạo ra các bộ điều khiển mờ, mờ lai, ... với những tính chất khá tốt nhằm đáp ứng yêu cầu trong điều khiển tự động, ví dụ điều khiển các đối tượng phức tạp. Ngoài ra, các bộ điều khiển mờ cho phép lặp lại các tính chất của các bộ điều khiển kinh điển. Thiết kế bộ điều khiển mờ cũng rất đa dạng, qua việc tổ chức các nguyên tắc điều khiển và chọn tập mờ cho các biến ngôn ngữ cho phép người ta thiết kế các bộ điều khiển mờ khác nhau.

CHƯƠNG 3

ỨNG DỤNG BỘ LỌC TÍCH CỰC ĐỂ GIẢM SÓNG HÀI CHO NHÀ MÁY XI MĂNG TÂY NINH

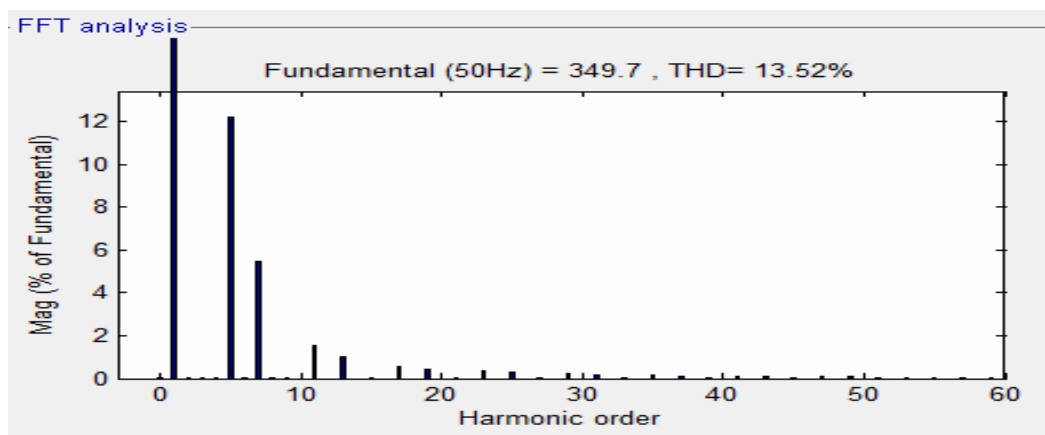
3.1. ẢNH HƯỞNG CỦA TẢI LÊN LƯỚI ĐIỆN

Kết quả dòng điện nguồn



Hình 3.7. Dòng điện nguồn

Phân tích Fourier dòng điện

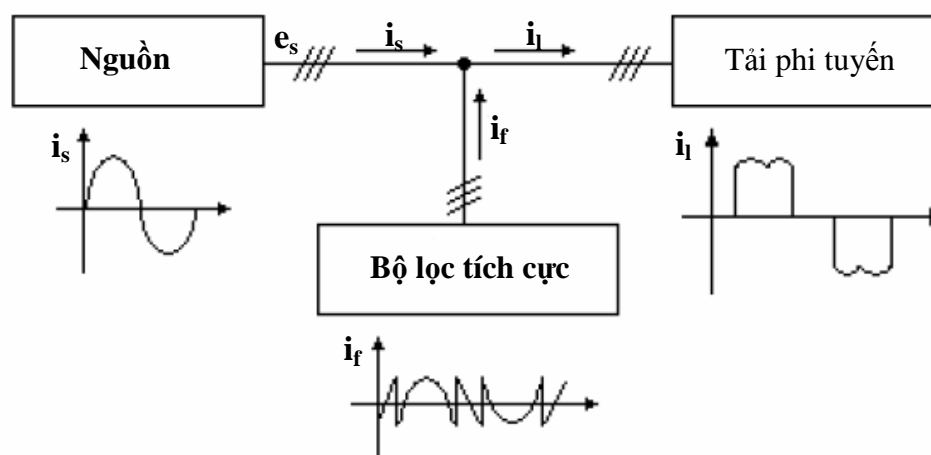


Hình 3.8. Phân tích Fourier dòng điện

Ta thấy dòng điện nguồn không còn dạng hình sin nữa mà bị méo dạng đi rất nhiều so với dạng chuẩn do ảnh hưởng của thành phần sóng hài bậc cao. Các sóng hài bậc cao chủ yếu là bậc 5, 7, 11, 13, 17, 19 ... Các thành phần này gây ra bộ chỉnh lưu. Trong đó các thành phần bậc 5 và bậc 7 chiếm tỷ lệ lớn hơn cả.

3.2. NGUYÊN LÝ ĐIỀU KHIỂN

Một trong các giải pháp để khử hiện tượng sóng hài là sử dụng các bộ lọc công suất tích cực mắc song song với tải. Chức năng của các bộ lọc tích cực này là phát ra một dòng điện gọi là dòng bù hài để khử các thành phần hài gây ra do tải. Hình 3.1 là cấu trúc hệ thống khi mắc thêm bộ lọc tích cực



Hình 3.9. Cấu trúc hệ thống khi mắc thêm bộ lọc tích cực

3.3. XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN AF

3.3.1. Mô hình toán học

Từ sơ đồ nguyên lý như hình 3.10 ta có các công thức sau:

$$i_{fa} = i_{la} - i_{sa} ; i_{fb} = i_{lb} - i_{sb} ; i_{fc} = i_{lc} - i_{sc} \quad (3.1)$$

$$L \frac{di_f}{dt} = v_f - v_s \quad (3.2)$$

$$\text{với } v_f = \gamma E \quad (3.3)$$

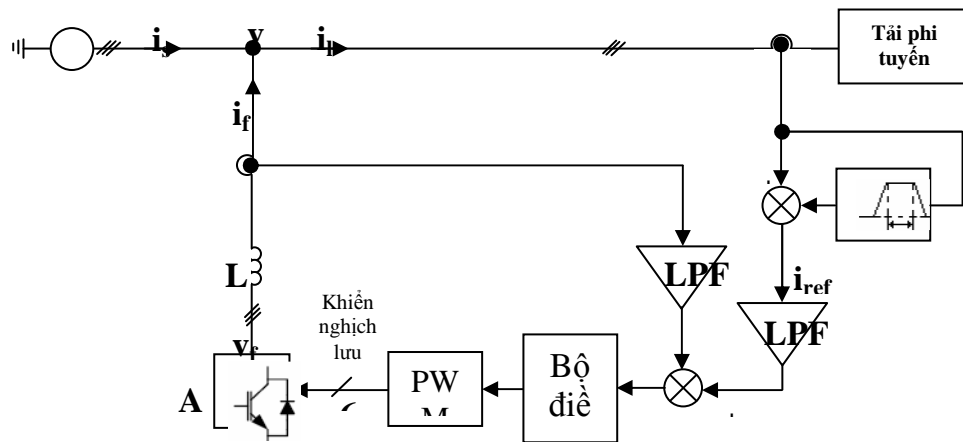
γ là hệ số chuyển đổi nhận giá trị +1 hoặc -1 tương ứng với hai mức ra của bộ nghịch lưu là +E hoặc -E.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_{fa} \\ i_{fb} \\ i_{fc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/L & 0 & 0 \\ 0 & 1/L & 0 \\ 0 & 0 & 1/L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{fa} - v_{sa} \\ v_{fb} - v_{sb} \\ v_{fc} - v_{sc} \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_{sa} \\ i_{sb} \\ i_{sc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R_s/L_s & 0 & 0 \\ 0 & -R_s/L_s & 0 \\ 0 & 0 & -R_s/L_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{sa} \\ i_{sb} \\ i_{sc} \end{bmatrix} + \frac{1}{L_s} \begin{bmatrix} e_{sa} - v_{sa} \\ e_{sb} - v_{sb} \\ e_{sc} - v_{sc} \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

3.3.2. Cấu trúc điều khiển AF

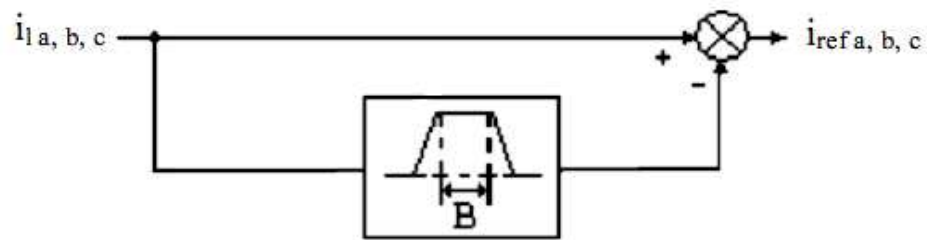
Theo tài liệu [9] để điều khiển AF phát ra dòng điện hài bám theo dòng điện hài trên tải ta thực hiện theo cấu trúc như hình 3.3



Hình 3.11. Cấu trúc điều khiển AF

3.3.3. Xác định dòng điện bù hài (i_{ref})

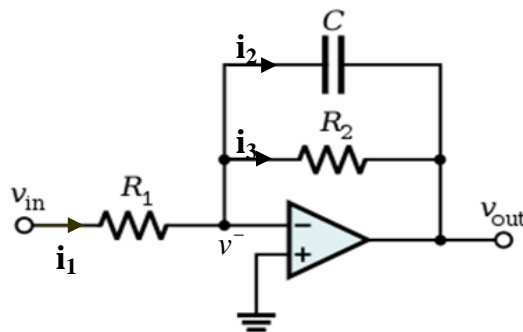
Luận văn sử dụng giải pháp tách dòng điện hài bằng bộ lọc thông dải BPF (Bandpass Filter).



Hình 3.12. Giải pháp xác định dòng điện bù hài

3.2.4. LPF (Low pass filter)

Để hạn chế những dòng điện hài có tần số quá cao nhưng biên độ không ảnh hưởng đáng kể, ta dùng bộ xử lý LPF là bộ lọc thông thấp (Low pass filter). Sơ đồ mạch điện như hình 3.6



Hình 3.14. Sơ đồ mạch điện LPF

Vậy hàm truyền đạt của bộ lọc là:

$$H(s) = \frac{K}{\tau s + 1} = \frac{1}{5,3 \cdot 10^{-5} s + 1}$$

Sử dụng phương pháp điều chế PWM để điều khiển đóng mở các van IGBT của bộ lọc.

3.4. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CỦA BỘ LỌC AF [7]

3.4.1. Xác định giá trị điện áp nguồn một chiều cấp cho nghịch lưu

Giá trị cực tiểu của điện áp một chiều được xác định:

$$U_{dc\min} > U_s \sqrt{3} \sqrt{2} = 2,45U_s = U_{d0}$$

Thông thường chọn điện áp một chiều ở giá trị:

$$U_{dc} = (1,2 \div 1,3)U_{d0}$$

Ta tính được điện áp nguồn một chiều cấp cho nghịch lưu:

$$U_{dc} = 1,3U_{d0} = 1,3 \cdot 2,45 \cdot 220 \approx 700 \text{ (V)}$$

3.4.2. Xác định giá trị điện cảm L

$$L = \frac{V_f - V_s}{4\xi f_t} = \frac{E - V_s}{4\xi f_t}$$

Trong đó: + V_f là điện áp đầu ra của nghịch lưu

+ V_s là điện áp nguồn

+ ξ là biên độ của xung tam giác

+ f_t là tần số của xung tam giác

Chọn $\xi = 10$; $f_t = 10\text{kHz}$, ta được: $L = \frac{E - V_s}{4\xi f_t} = \frac{700 - 220}{4 \cdot 10 \cdot 10000} = 1,2 \cdot 10^{-3}$

3.4.3. Tính chọn giá trị tụ điện C

Vậy giá trị điện dung C là:

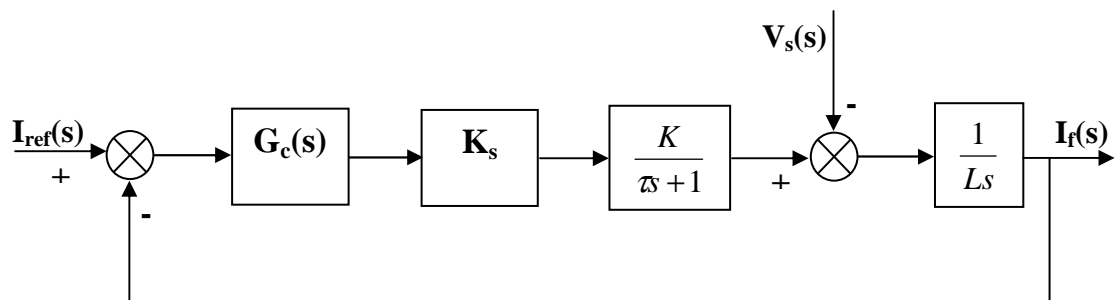
$$C = \frac{S}{E \cdot \Delta U} \cdot \frac{1}{2\pi\omega_1} = \frac{47605,8}{700 \cdot 35} \cdot \frac{1}{2 \cdot 2\pi \cdot 50} = 3,09 \cdot 10^{-3} \text{ (F)}$$

3.4.4. Xác định và lựa chọn thông số van điều khiển

3.5. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID

Xây dựng hàm truyền đạt đối tượng

Dựa vào cấu trúc hệ thống điều khiển và hàm truyền đạt các khối như đã phân tích ở trên ta xây dựng sơ đồ khối của hệ thống điều khiển PID như hình 3.15



Hình 3.15. Hệ thống điều khiển PID

Xem khâu điều khiển nghịch lưu là khâu giữ vai trò của một khâu truyền đạt 1/1, nghĩa là đại lượng đầu ra đảm bảo trung thành với đầu vào cả về module, tần số và pha, do đó $K_s=1$ và vì L bé nên coi $V_s=0$, khi đó hàm truyền đạt đối tượng là:

$$G(s) = \frac{K_s \cdot K}{(\tau s + 1)Ls} = \frac{K}{Ls(\tau s + 1)}$$

Đối tượng là khâu tích phân – quán tính bậc nhất. Do đó bộ điều khiển tối ưu đối xứng sẽ là bộ PI:

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

Trong đó : $T_i = a\tau$

$$+ K_p = \frac{L}{K\tau\sqrt{a}}$$

Xác định $4 > a > 1$ từ độ quá điều chỉnh σ_{\max} cần có của hệ kín, hoặc chọn $a > 1$ từ yêu cầu chất lượng đề ra, a càng lớn, độ quá điều chỉnh càng nhỏ, $a \geq 4$: hệ không có dao động, $a \leq 1$: hệ kín không ổn định. Chọn vùng làm việc ở tần số trung bình và cao $a=3$ và các thông số: $K=1$;

$$L=1,2 \cdot 10^{-3} \text{ (H)}; \tau = 0,00077 \text{ (s)}.$$

Hàm truyền đạt đối tượng :

$$G(s) = \frac{K}{Ls(\tau s + 1)} = \frac{1}{1,210^{-3} s(5,3 \cdot 10^{-5} s + 1)}$$

Suy ra :

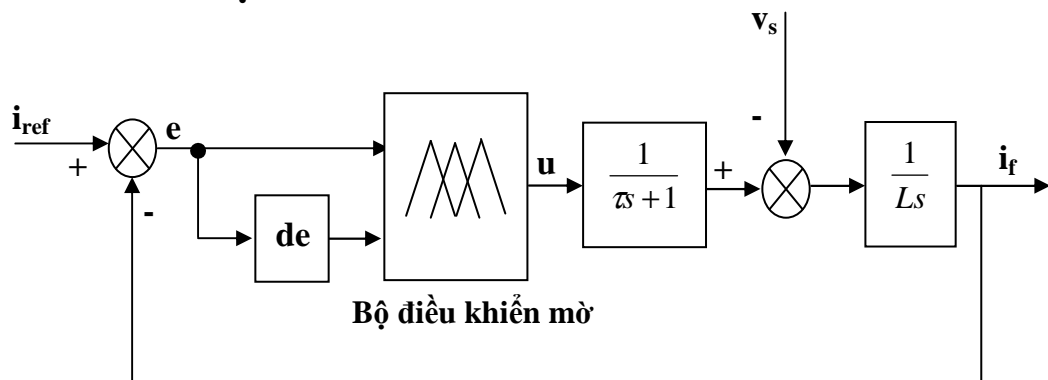
$$T_l = a \cdot \tau = 0,0023$$

$$K_p = \frac{L}{K\tau\sqrt{a}} = 0,8998$$

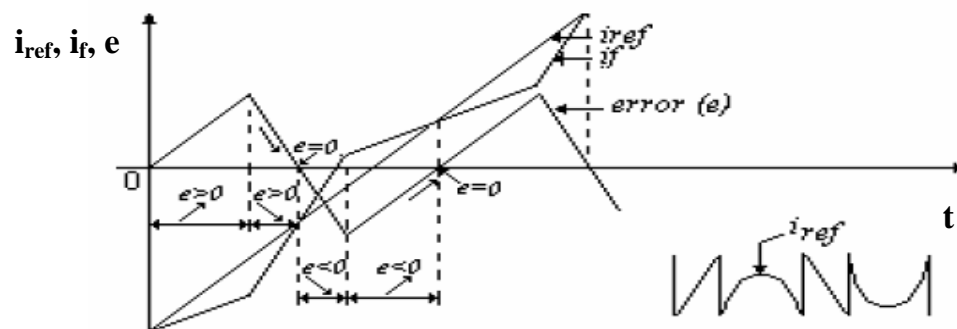
Vậy bộ điều khiển PI là:

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_l s}\right) = 0,8998 \left(1 + \frac{1}{0,0023 \cdot 10^{-4} s}\right)$$

3.6. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ



Hình 3.16. Hệ thống điều khiển mờ



Hình 3.17. Xây dựng quan hệ i_{ref} và i_f

Bộ điều khiển mờ cần 2 input và 1 output.

Hai ngõ vào (input) là sai lệch dòng (e) và đạo hàm của sai lệch (de)

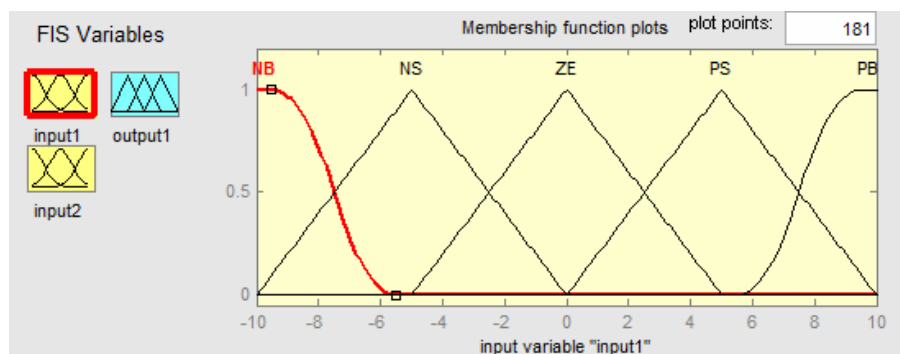
Một ngõ ra (output) là tín hiệu điều khiển u

3.6.1.1. Biến ngôn ngữ và miền giá trị của nó

Miền giá trị của biến đầu vào (sai lệch) được chọn là:

$$e = \{-10 \ 10\}; \quad (\text{đơn vị tính: A})$$

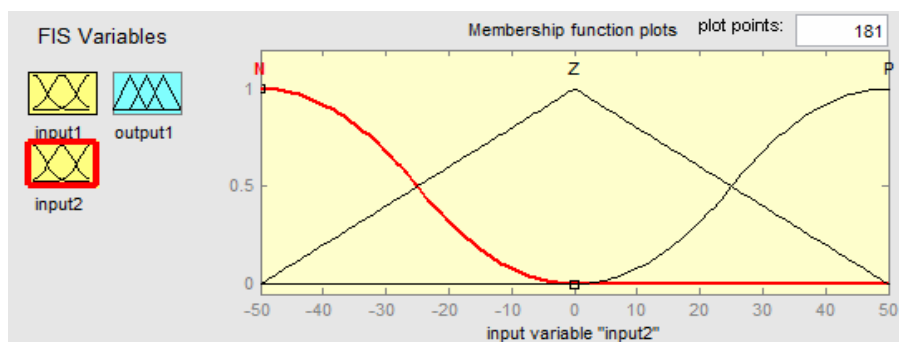
$$e = \{ \text{NB, NS, ZE, PS, PB} \}.$$



Miền giá trị của biến đầu vào đạo hàm của sai lệch de được chọn là:

$$de = \{-50 \ 50\} \quad (\text{đơn vị tính: A/s})$$

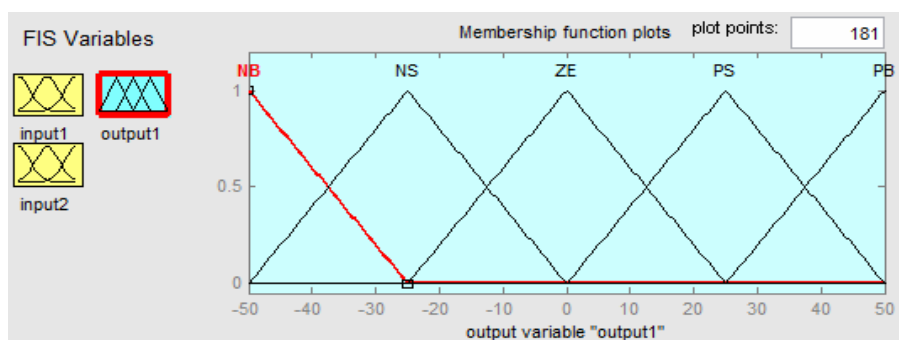
$$de = \{ \text{N, Z, P} \}.$$



Miền giá trị của biến đầu ra u

$$u = \{-50, 50\}$$

$$u = \{NB, NS, ZE, PS, PB\}.$$



* Lưu ý : Miền giá trị của ba biến ngôn ngữ trên có thể thay đổi cho phù hợp với điều kiện thực tế. Các miền giá trị của ba biến ngôn ngữ trên chỉ là giá trị phỏng đoán, không phải là giá trị chính xác.

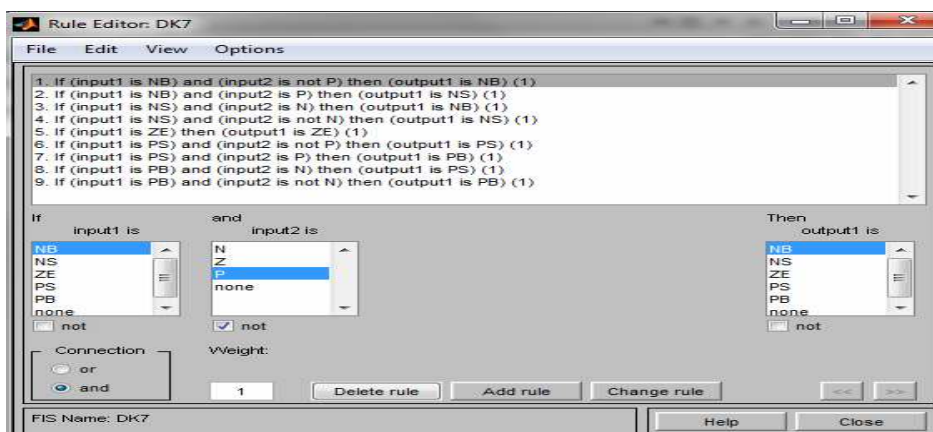
3.6.1.2. Xác định hàm liên thuộc (membership function).

3.6.1.3. Xây dựng các luật điều khiển

Bảng luật điều khiển

de \ e	NB	NS	ZE	PS	PB
N	NB	NB	ZE	PS	PS
Z	NB	NS	ZE	PS	PB
P	NS	NS	ZE	PB	PB

Các luật điều khiển được thiết lập dựa trên mệnh đề hợp thành với hai điều kiện và một kết luận.



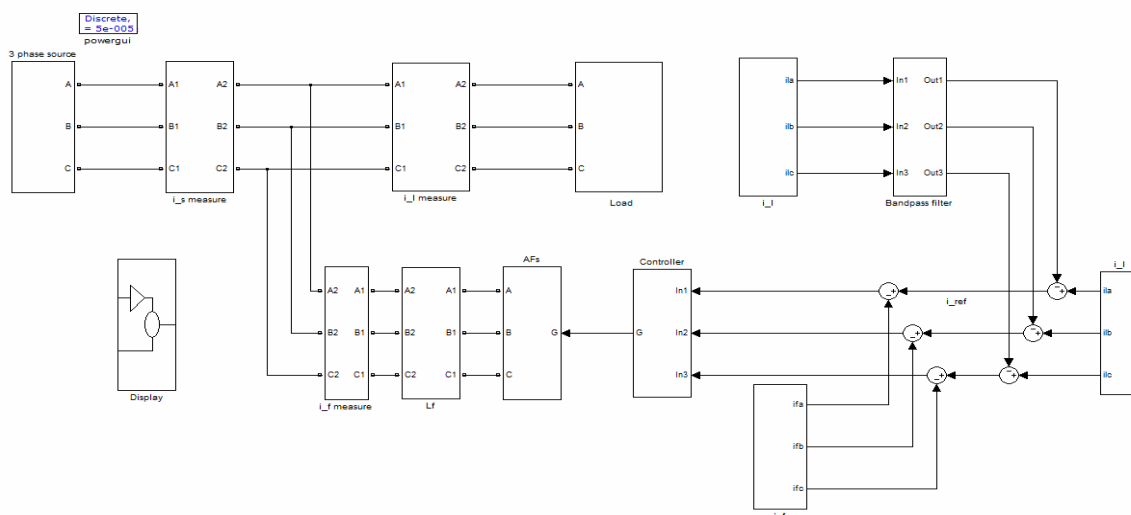
Hình 3.19 Luật điều khiển xây dựng bằng MATLAB

3.6.1.4. Luật hợp thành

Dùng luật hợp thành Max-Min, giải mờ theo phương pháp trọng tâm

3.6.2. Kết quả mô phỏng matlab – simulink

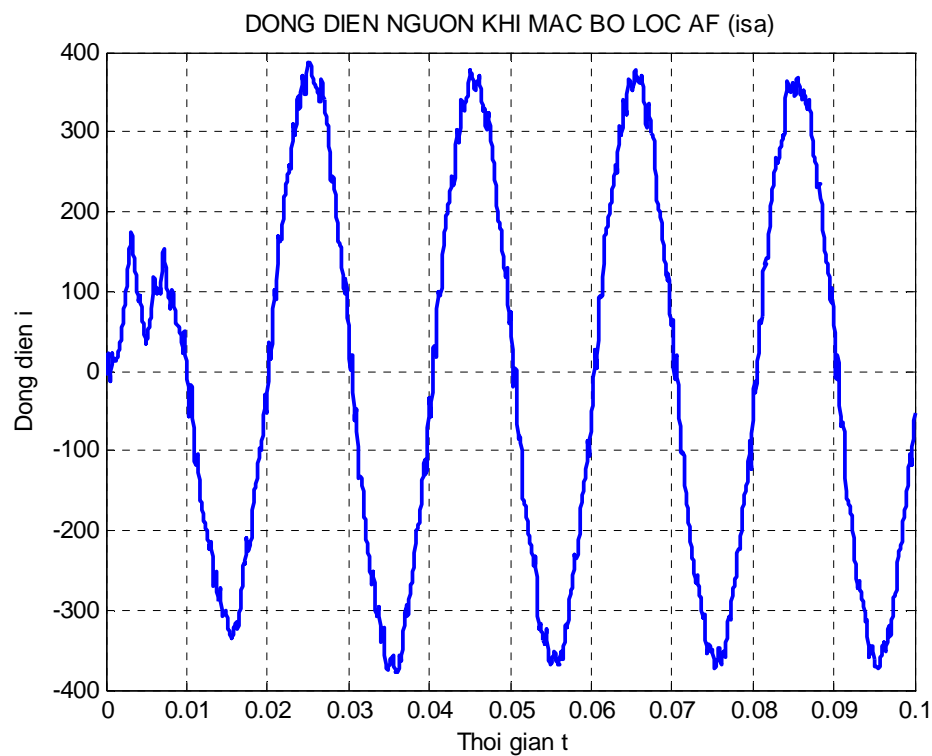
Sơ đồ mô hình hệ thống khi có bộ lọc tích cực AF



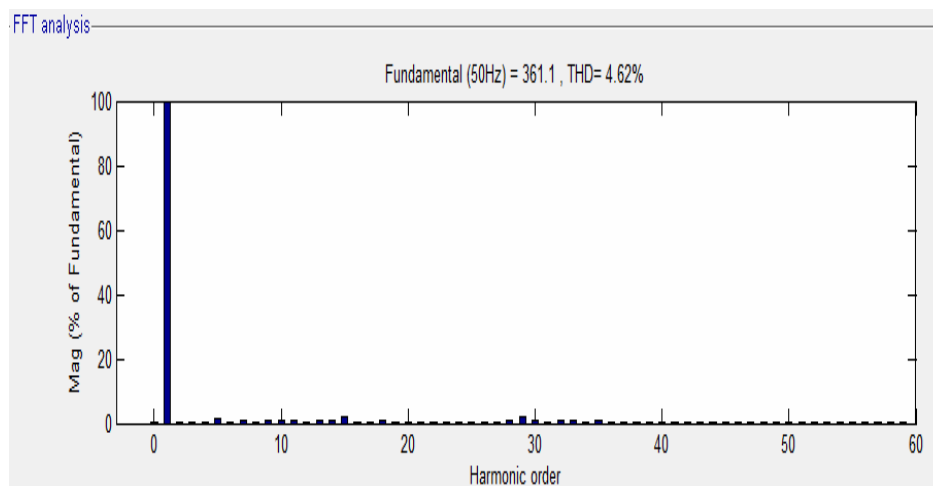
Hình 3.20. Mô hình hệ thống khi có bộ lọc

3.6.2.1 Kết quả mô phỏng ứng với bộ điều khiển PID

Khi $R=0.5(\Omega)$, $L=0.1 \cdot 10^{-3}(H)$, $E=100(V)$

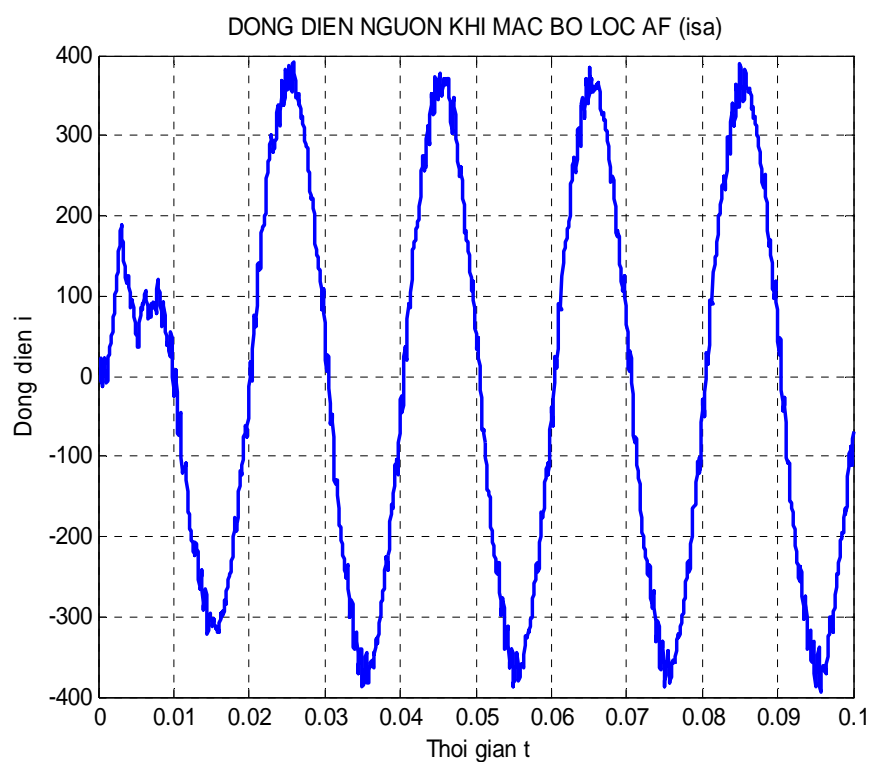


Hình 3.23. Dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc AF

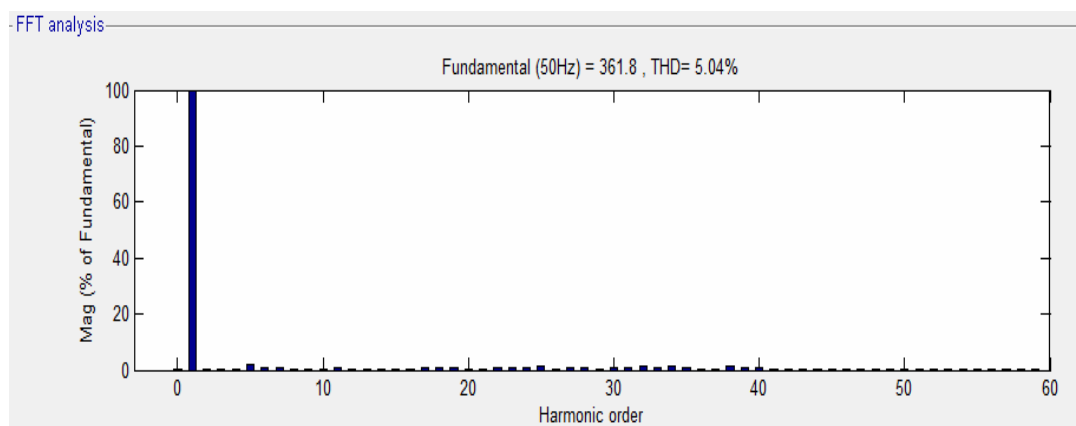


Hình 3.24. Phổ dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc AF

Khi $R=0.5(\Omega)$, $L=0.001(H)$, $E=100(V)$



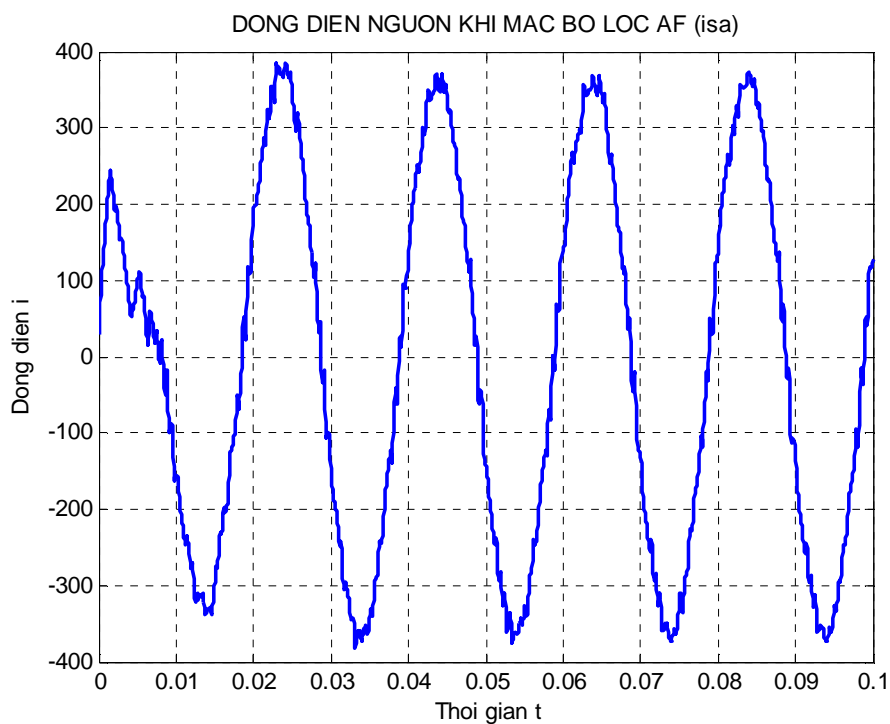
Hình 3.27. Dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc AF



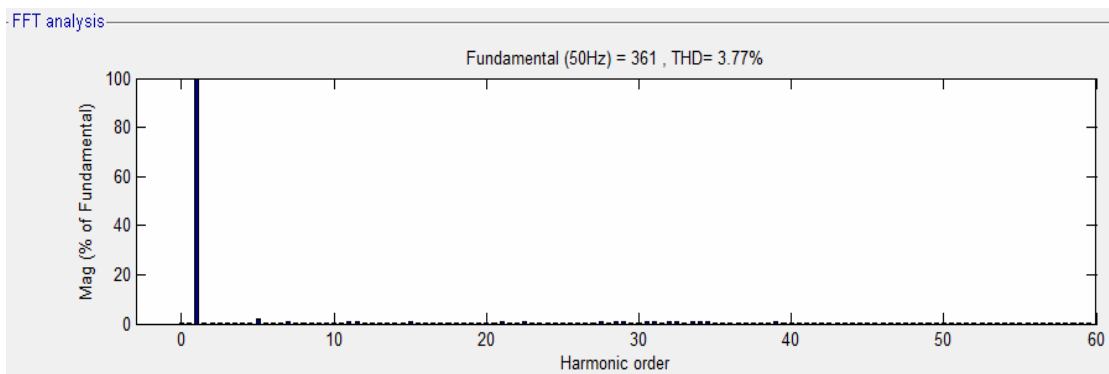
Hình 3.28. Phổ dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc AF

3.6.2.2 Kết quả mô phỏng ứng với bộ điều khiển mờ

Khi $R=0.5(\Omega)$, $L=0.1.10^{-3}(H)$, $E=100(V)$

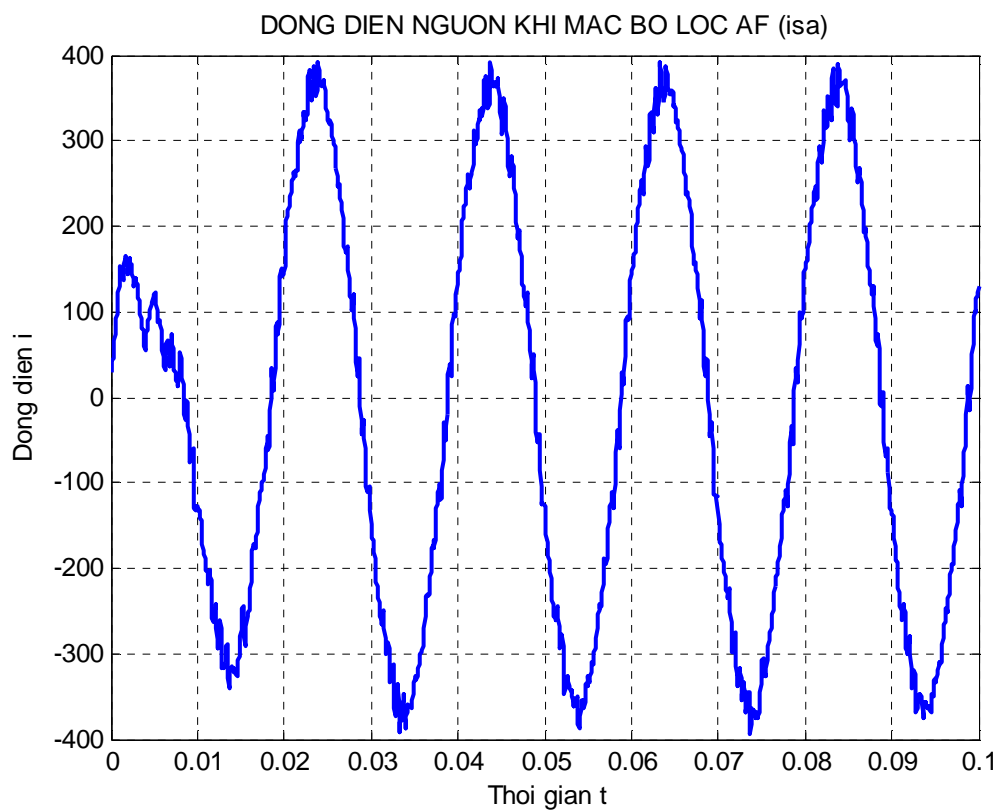


Hình 3.31. Dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc AF

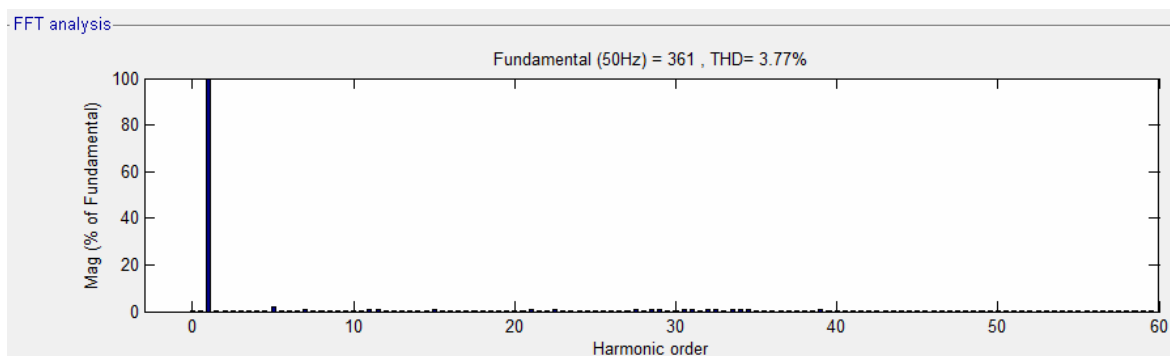


Hình 3.32. Phổ dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc AF

Khi $R=0.5(\Omega)$, $L=0.001(H)$, $E=100(V)$



Hình 3.35. Dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc AF



Hình 3.36. Phổ dòng điện của nguồn sau khi mắc bộ lọc

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Trong bản luận văn này đã nghiên cứu khảo sát và đạt được kết quả như sau:

- Khảo sát tổng quan về sóng hài, các phương pháp lọc sóng hài, lý thuyết điều khiển mờ và điều khiển PID.
- Xây dựng được mô hình mô phỏng hệ thống mạch lọc tích cực trong Matlab Simulink .
- Mô phỏng được đáp ứng của mạch lọc, giảm thiểu được sóng hài bậc cao của dòng điện nguồn.

Kiến nghị hướng nghiên cứu tiếp theo

Nghiên cứu giải quyết bài toán trong trường hợp nguồn không lý tưởng và tải không đối xứng.