

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

ĐÀO ĐỨC HUY

**NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ
BÙ COS PHI KẾT HỢP LỌC SÓNG HÀI**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

THÁI NGUYÊN - 2017

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

ĐÀO ĐỨC HUY

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ BÙ
COS PHI KẾT HỢP LỌC SÓNG HÀI

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật Điện tử

KHOA CHUYÊN MÔN

HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. Đào Huy Du

PGS.TS. Nguyễn Duy Cường

PHÒNG ĐÀO TẠO

PGS.TS. Ngô Như Khoa

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
 TRƯỜNG ĐẠI HỌC Độc lập – Tự do – Hạnh phúc
KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

BỘ CỤC LUẬN VĂN THẠC SĨ

Họ và tên học viên : Đào Đức Huy
Đơn vị công tác : Trường Đại học Khoa học – ĐHTN
Cơ sở đào tạo : Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp – ĐH Thái Nguyên
Chuyên ngành đào tạo : Kỹ thuật Điện tử
Khóa học : 2015 - 2017

Tên đề tài:

“Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị bù cos phi kết hợp lọc sóng hài”.

Mã ngành : 60520203
Người hướng dẫn : PGS.TS. Nguyễn Duy Cường

I. Lý do chọn đề tài

Công suất tác dụng đặc trưng cho khả năng sinh ra công hữu ích của thiết bị, đơn vị W hoặc kW. Công suất phản kháng không sinh ra công hữu ích nhưng nó lại cần thiết cho quá trình biến đổi năng lượng, đơn vị VAR hoặc kVAR. Công suất tổng hợp cho 2 loại công suất trên được gọi là công suất biểu kiến, đơn vị VA hoặc KVA. Tỷ lệ giữa Công suất tác dụng và Công suất biểu kiến gọi là Hệ số Công suất $\cos\phi$. Chúng ta cần nâng cao hệ số $\cos\phi$ này nhằm giảm tổn hao công suất, tổn thất điện áp trên đường truyền.

Một cách lý tưởng, dòng điện xoay chiều trên lưới điện của các công ty điện lực cung cấp cho các hộ tiêu thụ phải là hình sin tần số 50 Hz. Tuy nhiên, sự tồn tại các phần tử phi tuyến trên lưới điện của nhà cung cấp cũng như về phía phụ tải làm xuất hiện các sóng hài, ảnh hưởng đến tính năng vận hành của lưới điện và thiết bị. Các tải phi tuyến thông thường bao gồm khởi động động cơ, các hệ truyền động điện, máy tính và các thiết bị điện tử khác.

Sóng hài có thể làm cho cáp bị quá nhiệt, phá hỏng cách điện. Động cơ cũng có thể bị quá nhiệt hoặc gây tiếng ồn và sự dao động của momen xoắn trên rotor dẫn tới sự cộng hưởng cơ khí và gây rung. Tụ điện quá nhiệt và trong phần lớn các trường hợp có thể dẫn tới phá hủy chất điện môi. Các thiết bị hiển thị sử dụng điện và đèn chiếu sáng có thể bị chập chòn, các thiết bị bảo vệ có thể ngắt điện, máy tính lỗi và

thiết bị đo cho kết quả sai. Do vậy việc Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo bộ lọc sóng hài thụ động, tích cực là cấp thiết.

Thường để nâng cao Hệ số công suất ta sử dụng tụ điện hay còn gọi là tụ bù $\cos\varphi$ (bù công suất phản kháng). Tuy nhiên nếu chỉ dùng tụ điện cho mục đích bù $\cos\varphi$ trong khi lưới điện có chứa nhiều sóng hài sẽ rất nguy hiểm cho tụ điện bởi lẽ dòng qua tụ có thể rất lớn, nhiệt độ tăng, phá hỏng chất điện môi.

Việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị tích hợp chức năng bù $\cos\varphi$ và lọc sóng hài, theo đó sự kết hợp hài hòa giữa chức năng bù và chức năng lọc giúp nâng cao chất lượng điện năng đồng thời nâng cao tuổi thọ của thiết bị mang tính học thuật và thực tế cao.

Với những phân tích đã nêu, tôi chọn đề tài “*Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị bù cos phi kết hợp lọc sóng hài*”.

II. Mục tiêu nghiên cứu

Thiết kế, chế tạo thiết bị bù $\cos\varphi$ kết hợp lọc sóng hài bậc 3, bậc 5, bậc 7. Cụ thể là tính toán, thiết kế 03 mạch L – C nối tiếp riêng rẽ sao cho đối với thành phần sóng hình sin cơ bản 50 Hz, cả 03 mạch đều thể hiện tính dung trội, nói cách khác là tham gia bù $\cos\varphi$. Tuy nhiên đây sẽ là 03 mạch cộng hưởng nối tiếp riêng rẽ đối với các sóng hài bậc 3, bậc 5, bậc 7. Thiết bị này đồng bộ với hệ thống lưới điện với biến áp công suất 5 KVA, phụ tải phi tuyến.

III. Ý nghĩa khoa học

Ứng dụng phần mềm matlab/simulink đưa ra kết quả mô phỏng

IV. Dự kiến kết quả đạt được

Bù $\cos\varphi$ và lọc sóng hài hiệu quả hệ thống lưới điện với biến áp công suất 5 KVA, phụ tải phi tuyến với cùng 03 mạch LC nối tiếp với thông số phù hợp.

V. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết: Phân tích đánh giá và hệ thống hóa các công trình nghiên cứu được công bố thuộc lĩnh vực liên quan: các bài báo, tạp chí, sách chuyên ngành...

- Giải pháp đề xuất dựa trên kiến thức cơ bản, cơ sở, chuyên ngành;
- Kiểm nghiệm, đánh giá giải pháp dựa trên kết quả mô phỏng, thực nghiệm.
- Bố cục đề tài:

Chương 1: Tổng quan về bù công suất phản kháng

Chương 2: Tính toán dung lượng và xác định vị trí bù công suất phản kháng

Chương 3: Sóng hài và ảnh hưởng của sóng hài tới tụ điện bù

Chương 4: Thiết kế hệ thống bù công suất phản kháng kết hợp lọc sóng hài

VI. Các công cụ cần thiết cho nghiên cứu

- Biến áp ba pha có tỷ số 1:1
- Tải động cơ
- Thiết bị đo hệ số công suất và điều khiển các cấp tụ bù
- Tụ điện bù
- Thiết bị đóng cắt công tắc tơ
- Rơ le trung gian
- Bộ chỉnh lưu cầu có điều khiển (sử dụng thyristor): Tải tạo sóng hài trong hệ thống
- Nguồn một chiều
- Máy tính cài đặt phần mềm Matlab

VII. Dự kiến kế hoạch thực hiện đề tài

Toàn bộ nội dung của luận văn được thực hiện trong 6 tháng kể từ ngày có quyết định.

STT	Nội dung nghiên cứu	Thời gian thực hiện
1	Nghiên cứu tính chất của phụ tải đến $\cos\phi$.	20 ngày
2	Nghiên cứu tính chất phụ tải đến sóng hài.	20 ngày
3	Nghiên cứu về các phương pháp bù $\cos\phi$.	20 ngày
4	Nghiên cứu về các phương pháp bù sóng hài.	1 tháng
5	Thiết kế bộ bù $\cos\phi$ kết hợp lọc sóng hài.	1 tháng
6	Xây dựng hệ thống thực nghiệm.	1 tháng
7	Tiến hành thực nghiệm, hiệu chỉnh, đánh giá kết quả.	20 ngày
8	Hoàn thiện luận văn	10 ngày

Học viên

Đào Đức Huy

LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: Đào Đức Huy

Học viên: Lớp cao học K18, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Nơi công tác: Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên.

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: “*Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo thiết bị bù cos phi kết hợp lọc sóng hài*”.

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện tử

Tôi xin cam đoan những vấn đề được trình bày trong bản luận văn này là những nghiên cứu của riêng cá nhân tôi, dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Duy Cương và sự giúp đỡ của các cán bộ Khoa Điện tử, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên. Nội dung đóng góp chính của luận văn được trình bày trong chương 4. Mọi thông tin trích dẫn trong luận văn này đã được ghi rõ nguồn gốc.

Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về những số liệu trong luận văn này.

Thái Nguyên, ngày tháng 6 năm 2017

Học viên thực hiện

Đào Đức Huy

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt thời gian nghiên cứu thực hiện luận văn này tôi luôn nhận được sự hướng dẫn, chỉ bảo tận tình của PGS.TS. Nguyễn Duy Cương, người trực tiếp hướng dẫn luận văn cho tôi. Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc tới thầy.

Tôi xin chân thành cảm ơn giảng viên Đặng Văn Huyền và các thầy cô giáo, cán bộ, kỹ thuật viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên đã tạo điều kiện giúp đỡ tốt nhất để tôi có thể hoàn thành đề tài nghiên cứu này. Tôi cũng xin chân thành cảm ơn những đóng góp quý báu của các bạn cùng lớp đồng viên và giúp đỡ tôi trong quá trình thực hiện đề tài. Xin gửi lời chân thành cảm ơn đến các cơ quan xí nghiệp đã giúp tôi khảo sát tìm hiểu thực tế và lấy số liệu phục vụ cho luận văn.

Cuối cùng, tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới gia đình, đồng nghiệp và bạn bè đã luôn đồng viên, khích lệ, chia sẻ khó khăn cùng tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu hoàn thiện luận văn này.

Thái Nguyên, ngày tháng 6 năm 2017

Học viên

Đào Đức Huy

MỤC LỤC

BỐ CỤC LUẬN VĂN THẠC SĨ.....	i
I. Lý do chọn đề tài	i
II. Mục tiêu nghiên cứu	ii
III. Ý nghĩa khoa học	ii
IV. Dự kiến kết quả đạt được	ii
V. Phương pháp nghiên cứu.....	ii
VI. Các công cụ cần thiết cho nghiên cứu	iii
VII. Dự kiến kế hoạch thực hiện đề tài	iii
LỜI CAM ĐOAN	iv
LỜI CẢM ƠN	v
MỤC LỤC.....	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	ix
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	xi
DANH MỤC NHỮNG CHỮ VIẾT TẮT	xii
MỞ ĐẦU.....	1
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG.....	2
1.1. Khái quát về công suất phản kháng (CSPK).....	2
1.1.1. Khái niệm về công suất phản kháng	2
1.1.2. Sự tiêu thụ công suất phản kháng	3
1.2. Nguồn phát sóng công suất phản kháng.....	4
1.2.1. Các nguồn phát công suất phản kháng.....	4
1.2.2. Ưu nhược điểm của các nguồn phát công suất phản kháng.....	7
1.3. Ý nghĩa của việc bù công suất phản kháng	9
1.3.1. Giảm tổn thất công suất trong mạng điện	9
1.3.2. Giảm tổn thất điện áp trong mạng điện.....	9
1.3.3. Tăng khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp.....	9
1.4. Tiêu chí bù công suất phản kháng [11][15]	10
1.4.1. Tiêu chí kỹ thuật.....	10
1.4.1.1. Yêu cầu về $\cos\varphi$	10

1.4.1.2. Đảm bảo mức điện áp cho phép.....	11
1.4.1.3. Giảm tổn thất công suất đến giới hạn cho phép	13
1.4.2. Tiêu chí kinh tế.....	14
1.5. Kết luận	16
Chương 2: TÍNH TOÁN DUNG LƯỢNG VÀ XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG	17
2.1. Xác định dung lượng bù công suất phản kháng để nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$	17
2.2. Tính bù công suất phản kháng theo điều kiện cực tiểu tổn thất công suất	17
2.2.1. Phân phối dung lượng bù trong mạng hình tia.....	17
2.2.2. Phân phối dung lượng bù trong mạng phân nhánh	19
2.3. Bù công suất phản kháng theo điều kiện điều chỉnh điện áp	20
2.3.1. Xác định dung lượng bù công suất phản kháng khi đặt thiết bị bù tại 01 trạm	20
2.3.2. Dung lượng bù công suất phản kháng đặt thiết bị bù tại nhiều trạm	24
2.3.3. Dung lượng nhỏ nhất của máy bù đồng bộ và tụ điện tĩnh	26
2.4. Dung lượng bù theo quan điểm kinh tế.....	29
2.4.1. Xác định dung lượng bù kinh tế.....	29
2.4.2. Phân phối dung lượng bù phía sơ cấp và thứ cấp máy biến áp.....	33
2.5. Tính toán lựa chọn công suất và vị trí bù tối ưu trong mạng điện phân phối	34
2.5.1. Tính toán bù trên đường dây có phụ tải tập trung và phân bố đều	36
2.5.2. Xác định vị trí tối ưu của tụ bù	40
2.6. Kết luận	42
Chương 3: SÓNG HÀI VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA SÓNG HÀI TỚI TỤ ĐIỆN BÙ.	43
3.1. Khái niệm về sóng hài.....	43
3.2. Nguồn tạo sóng hài.....	44
3.3. Ảnh hưởng của sóng hài.....	48
3.3.1. Ảnh hưởng của sóng hài tới lưới điện.....	48
3.3.2. Ảnh hưởng của sóng hài tới tụ bù công suất phản kháng	49
3.4. Kết luận	51

Chương 4: THIẾT KẾ HỆ THỐNG BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG KẾT HỢP LỌC SÓNG HÀI.....	52
4.1. Mô hình của hệ thống bù công suất phản kháng sử dụng tụ điện tĩnh.....	52
4.2. Ảnh hưởng của sóng hài tới tụ điện bù và phương pháp loại khử sóng hài sử dụng bộ lọc thụ động.....	53
4.3. Mô hình bù công suất phản kháng kết hợp lọc sóng hài sử dụng bộ lọc sóng hài đơn chỉnh.....	55
4.3.1. Lựa chọn các cấp tụ điện bù cho tủ tụ bù công suất phản kháng (có thể sử dụng tủ tụ bù có sẵn), và kháng lọc tương ứng cho mắt lọc sóng hài đơn chỉnh.....	56
4.3.2. Xác định điện áp và dòng điện định mức đối với tụ điện bù và kháng lọc.....	56
4.4. Thiết kế bộ điều khiển đóng cắt các cấp tụ.....	57
4.4.1. Cảm biến đo hệ số công suất.....	57
4.4.2. Bộ điều khiển logic.....	59
4.5. Mô hình mô phỏng sơ đồ bù CSPK kết hợp lọc sóng hài trên phần mềm Matlab/Simulink và kết quả mô phỏng.....	60
4.6. Kết quả thực nghiệm.....	64
4.7. Kết luận.....	67
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	69
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	70