**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**................ 🖎🕮✍...................**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP TRONG LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI**

**THÀNH PHỐ THÁI NGUYÊN**

**NGHIÊM QUANG KHÁNH**

**THÁI NGUYÊN - 2017**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**................ 🖎🕮✍...................**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP TRONG LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI**

**THÀNH PHỐ THÁI NGUYÊN**

Ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN

Mã số: 60.52.02.02

Học viên: NGHIÊM QUANG KHÁNH

Người HD khoa học: TS NGUYỄN ĐỨC TƯỜNG

**THÁI NGUYÊN - 2017**

# MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Do nhu cầu sản xuất phát triển nên lưới điện phân phối thành phố Thái Nguyên có mức tăng trưởng khá lớn, bình quân trong 5 năm gần đây là 21% mỗi năm., nhu cầu phụ tải tăng nhanh dẫn đến cấu trúc của lưới điện phân phối cũng thay đổi làm thiếu hụt công suất phản kháng (thiếu dung lượng bù) gây ảnh hưởng đến chất lượng điện áp.Theo thông tư số 39/2015/TT-BCT của Bộ Công Thương ban hành đã quy định: Trong chế độ vận hành bình thường điện áp vận hành cho phép tại điểm đấu nối đối với khách hàng sử dụng điện dao động với điện áp danh định là ± 5%.Tuy nhiên trên lưới điện phân phối tại thành phố Thái Nguyên hiện nay, do tổn hao trên đường dây nên điện áp tại một số nút phụ tải dao động so với điện áp danh định vượt quá mức yêu cầu cho phép theo quy định, dẫn tới một số khu vực điện áp quá cao, một số khu vực điện áp lại quá thấp. Các giải pháp để nâng cao chất lượng điện áp đã được áp dụng để tính toán như: thay đổi nấc phân áp MBA, thay dây dẫn lớn hơn, lắp đặt tụ bù…..

## 2. Mục tiêu nghiên cứu

+ Đánh giá hiện trạng lưới điện phân phối khu vực thành phố Thái Nguyên hiện nay

+ Tìm giải pháp nhằm nâng cao chất lượng điện áp.

+ Ứng dụng chương trình PSS/ADEPT tính toàn bù công suất phản kháng cho lộ đường dây cụ thể tại khu vực thành phố Thái Nguyên.

+ Nghiên cứu thiết kế bộ lọc cho phụ tải thuộc lộ đường dây cụ thể để hạn chế ảnh hưởng của sóng hài đến chất lượng điện áp.Ứng dụng phần mềm matlab simulink mô phỏng chứng minh kết quả lợi ích do bộ lọc mang lại.

## 3. Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu về lưới phân phối, các vấn đề về chất lượng điện áp của lưới phân phối. Phân tích nghiên cứu về chất lượng điện áp, các phương pháp đánh giá và biện pháp nâng cao chất lượng điện áp. Áp dụng tính toán chất lượng điện áp bằng phần mềm PSS/ADEPT cho một lưới điện cụ thể trên địa bàn thành phố Thái Nguyên.

## 4. Kết quả đạt được

+ Tổng quan về lưới điện phân phối.

+ Phân tích nguyên nhân dẫn đến chất lượng điện áp không đảm bảo,đưa ra được các giải pháp nâng cao chất lượng điện áp

+ Mô hình mô phỏng được trên phần mềm PSS/ADEPT, các đáp ứng điện áp, độ lệch điện áp tại các nút

+ Kiểm nghiệm kết quả, đề xuất biện pháp cụ thể nâng cao chất lượng điện áp cho một lưới điện phân phối khu vực thành phố Thái Nguyên

#

# CHƯƠNG 1

# TỔNG QUAN VỀ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP VÀ CÁC CHỈ TIÊU CƠ BẢN ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP TRONG LƯỚI PHÂN PHỐI

## 1.1. Tổng quan về chất lượng điện áp

Chất lượng điện được đảm bảo nếu thiết bị dùng điện được cung cấp điện áp với với tần số định mức của hệ thống điện và với điện áp định mức của thiết bị đó. Nhưng việc đảm bảo tuyệt đối ổn định hai thông số này trong suốt quá trình làm việc của thiết bị là không thể thực hiện được do các nhiễu loạn thường xuyên xảy ra trong hệ thống, do sự phân phối không đều điện áp trong mạng điện và do chính quá trình làm việc của các thiết bị ở các điểm khác nhau là hoàn toàn ngẫu nhiên. Cho nên chất lượng điện áp không có giá trị tuyệt đối với các thông số và chúng được coi là đảm bảo nếu tần số và điện áp biến đổi trong phạm vi cho phép quanh mức chuẩn đã quy định.

Tại Việt Nam, chất lượng điện áp được quy định trong Luật Điện lực, Quy phạm trang bị điện và Tiêu chuẩn kỹ thuật điện như sau:

*a) Về điện áp:*

- Trong điều kiện vận hành bình thường, điện áp được phép dao động trong khoảng ± 5 % so với điện áp danh định và được xác định tại phía thứ cấp của máy biến áp cấp điện cho bên mua hoăc tại vị trí khác do hai bên thỏa thuận trong hợp đồng khi bên mua đạt hệ số công suất cosϕ ≥ 0,85 và thực hiện đúng biểu đồ phụ tải đã thỏa thuận trong hợp đồng.

- Trong trường hợp lưới điện chưa ổn định, điện áp được dao động từ +5 % đến -10%.

*b) Về tần số:*

- Trong điều kiện bình thường, tần số hệ thống điện được dao động trong phạm vi ± 0,2 Hz so với tần số định mức là 50 Hz.

- Trường hợp hệ thống chưa ổn định, cho phép độ lệch tần số là ± 0,5 %.

## 1.2. Các chỉ tiêu cơ bản đánh giá chất lượng điện áp trong lưới điện phân phối

### 1.2.1. Độ lệch điện áp

*+ Độ lệch điện áp tại phụ tải:*

Là giá trị sai lệch giữa điện áp thực tế U trên cực của các thiết bị điện so với điện áp định mức Un của mạng điện và được tính theo công thức:

 (%)

Độ lệch điện áp ν phải thỏa mãn điều kiện: ν- ≤ ν≤ ν+ trong đó: ν-, ν+  là giới hạn dưới và giới hạn trên của độ lệch điện áp.

Độ lệch điện áp được tiêu chuẩn hóa theo mỗi nước. Ở Việt Nam quy định: (Thông tư số: 39/2015/TT-BCT ngày 18 tháng 11 năm 2015)

- Độ lệch cho chiếu sáng công nghiệp và công sở, đèn pha trong giới hạn:

-2,5 % ≤ νcp ≤ +5 %.

- Độ lệch cho động cơ -5,5 % ≤ νcp ≤ +10 %.

- Các phụ tải còn lại. -5 % ≤ νcp ≤ +5 %.

### 1.2.2. Dao động điện áp

Dao động điện áp là sự biến thiên của điện áp xảy ra trong khoảng thời gian tương đối ngắn. Được tính theo công thức:



Tốc độ biến thiên từ Umin đến Umax không quá 1%/s. Phụ tải chịu ảnh hưởng của dao động điện áp không những về biên độ dao động mà cả về tần số xuất hiện các dao động đó. Nguyên nhân chủ yếu gây ra dao động điện áp là do các thiết bị có cosφ thấp và các phụ tải lớn làm việc đòi hỏi đột biến về tiêu thụ công suất tác dụng và công suất phản kháng như: các lò điện hồ quang, các máy hàn, các máy cán thép cỡ lớn, …

Dao động điện áp được đặc trưng bởi hai thông số là biên độ và tần số dao động. Trong đó, biên độ dao động điện áp có thể xác định theo biểu thức:

 (%)

Ở đây: - Tỷ lệ công suất phản kháng so với công suất biểu kiến (toàn phần) của MBA

 Q - Lượng phụ tải phản kháng thay đổi đột biến, MVAr

 SBA - Công suất biểu kiến (toàn phần) của máy biến áp cấp cho điểm tải, MVA.

### 1.2.3. Độ không đối xứng điện áp (độ cân bằng pha)

Độ không đối xứng của lưới điện xuất hiện khi có thành phần thứ tự nghịch trong nó.Đặc biệt là sự xuất hiện của điện áp thứ tự nghịch. Độ không đối xứng được ký hiệu là K2 và tính như sau:



Với: U2 - Điện áp thứ tự nghịch ở tần số cơ bản

K2 ≤ 1 % thì được xem là đối xứng.

### 1.2.4. Độ không hình sin của điện áp (sóng hài)

**+ Ảnh hưởng của sóng hài đến chất lượng điện áp:**

Dòng điều hòa từ các nguồn phát sóng hài được đưa ngược trở lại hệ thống cung cấp. Do đó sóng hài ảnh hưởng đến tất cả các thiết bị trong hệ thống điện, sự tồn tại của chúng làm giảm chất lượng điện năng, gây ra tổn thất điện áp trên các phần tử của hệ thống. Do đặc tính phi tuyến của các thiết bị tạo sóng hài làm biến dạng đường đồ thị điện áp, khiến nó không còn hình sin nữa và biến thành sóng hài bậc cao. *Các sóng hài bậc cao này góp phần làm giảm điện áp trên đèn điện, tăng nhanh quá trình già hoá của vật liệu cách điện, gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng làm việc của các bộ biến đổi van (đổi chiều không hoàn toàn) làm cho các thiết bị đo lường, bảo vệ, điều khiển trong các hệ thống cung cấp điện tác động không chính xác, đồng thời làm giảm các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của hệ thống cung cấp điện.*

Nghiên cứu sau đây chúng ta có thể thấy rõ sự ảnh hưởng của sóng hài đối với thiết bị điện:

*Thứ nhất sóng hài gây ra tổn thất phụ trên đường dây.*

*Thứ hai tổn thất trong máy biến áp*

*Thứ ba tổn thất trong máy điện quay*

*Thứ tư tổn thất phụ trong tụ điện*

*Thứ năm ảnh hưởng tới các thiết bị khác*

**CHƯƠNG 2**

# CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP VÀ BIỆN PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP

## 2.1. Các phương pháp đánh giá chất lượng điện áp

### 2.1.1. Đánh giá chất lượng điện theo mô hình xác xuất thống kê

Độ lệch điện áp là một đại lượng ngẫu nhiên tuân theo luật phân phối chuẩn, nên hàm mật độ có dạng:



*Trong đó:*

ν - Độ lệch điện áp so với giá trị định mức

- Kỳ vọng toán của độ lệch điện áp, xác định bởi:

 (%)

*Trong đó:*

Utb - Điện áp trung bình trong khoảng thời gian T

T - Thời gian khảo sát (h)

σν- Độ lệch trung bình bình phương của độ lệch điện áp, xác định theo phương sai:



### 2.1.2. Đánh giá chất lượng điện theo độ lệch điện áp

Ta biết rằng hao tổn điện áp trong mạng điện được xác định theo công thức:

 (V)

*Trong đó:*

P, Q - Công suất tác dụng và phản kháng.

R, X - Điện trở tác dụng và phản kháng.

Un - Điện áp định mức của mạng điện.

Điện áp tại đầu vào của thiết bị dùng điện được xác định theo biểu thức:

 U = Un - ∆U

Độ lệch điện áp tại đầu của hộ dùng điện được xác định:

 (%)

So sánh giá trị này với độ lệch điện áp cho phép đối với các loại thiết bị dùng điện ta có thể đánh giá được chất lượng điện áp của lưới. Điện áp được coi là đảm bảo nếu .

### 2.1.3. Đánh giá chất lượng điện theo tiêu chuẩn đối xứng

*- Tính toán không đối xứng theo dòng điện hoặc điện áp.*

*- Tính toán độ đối xứng theo phương pháp xác suất*

### 2.1.4. Đánh giá chất lượng điện theo tiêu chuẩn tích phân điện áp

Độ lệch trung bình của điện áp so với định mức xác định bởi tích phân hàm độ lệch điện áp ν(t) trong khoảng thời gian T:



Tuy nhiên, giá trị trung bình của độ lệch điện áp đôi khi cho chúng ta những kết luận nhầm lẫn, vì ở một thời điểm nhất định trị số độ lệch điện áp ν có thể âm hoặc dương, dẫn đến sự triệt tiêu lẫn nhau khi thực hiện phép tính phân. Đặc trưng đầy đủ hơn của chất lượng điện áp là độ lệch trung bình bình phương của nó hay còn gọi là độ bất định của điện áp (H) trong khoảng thời gian T.



### 2.1.5. Đánh giá chất lượng điện theo tương quan giữa công suất và điện áp

Công suất tác dụng và điện áp ở mỗi nút mạng của lưới điện là các đại lượng ngẫu nhiên phụ thuộc vào nhau và tuân theo hàm phân bố chuẩn.



Với điện áp và công suất nằm trong giới hạn P1÷P2 và U1÷U2 ta có:



Nếu miền giới hạn của công suất là Pmin÷ Pmax và của điện áp là khoảng giới hạn cho phép ΔUcpmin ÷ΔUcpmax thì khi đó xác suất chất lượng là:



Ta có điện áp chất lượng là:



Tổng điện áp tiêu thụ là:



Điện ápkhông chất lượng là:

AKCL = AΣ- ACL

### 2.1.6. Đánh giá chất lượng điện theo độ không sin của điện áp

Độ không sin được xác định thông qua hệ số:



*Trong đó:*

ΔAK.sin, ΔA – Hao tổn điện ápở các chế độ không sin và hình sin.

Để xác định các thành phần sóng hài bậc cao ta có thể xác định thông qua phương pháp phân tích chuỗi Furie.



*Trong đó:*







T - Chu kỳ hàm số không sin 



Trong đó:  - Biên độ sóng hài

 - Pha của sóng hài

## 2.2. Các biện pháp nâng cao chất lượng điện áp

### 2.2.1. Nâng cao chất lượng điện áp bằng các biện pháp tổ chức quản lý vận hành

*- Phân bố phụ tải hợp lý*

*- Chọn sơ đồ cấp điện hợp lý*

*- Chọn điện áp ở đầu vào tụ điện thích hợp*

*- Điều chỉnh chế độ làm việc của tụ điện một cách hợp lý*

*- Lựa chọn tiết diện dây trung tính hợp lý*

*- Phân bố đều phụ tải giữa các pha*

*- Không vận hành thiết bị non tải*

*- Với lưới điện có nhiều phụ tải một pha nên chọn máy biến áp có tổ nối dây sao-ziczăc*.

### 2.2.2. Nâng cao chất lượng điện áp bằng các biện pháp điều chỉnh điện áp

#### 2.2.2.1. Một số vấn đề chung về điều chỉnh điện

**+ Nguyên tắc điều chỉnh điện áp:**

* + Việc điều chỉnh điện áp chỉ cần thỏa mãn tiêu chuẩn điện áp tại hai vị trí đầu nguồn và cuối nguồn tại hai thời điểm cực đại và cực tiểu thì các điểm còn lại và trong chế độ vận hành khác cũng đảm bảo.
	+ Việc điều chỉnh điện áp phải được xem xét từ lúc thiết kế, theo địa điểm vận hành cụ thể và phát triển trong tương lai.

**+ Điều kiện để điều chỉnh điện áp:**

* + Đảm bảo đủ công suất tác dụng và phản kháng đáp ứng cho nhu cầu phụ tải và hao tổn công suất.
	+ Đảm bảo dòng công suất phản kháng trong mạng là nhỏ nhất.

**+ Cách thức điều chỉnh điện áp:**

* + Phân chia điều chỉnh điện áp theo từng khu vực.
	+ Tại nhà máy điện, trạm khu vực, mạng điện địa phương đảm bảo điện áp đầu ra trong giới hạn nhất định theo tiêu chuẩn.
	+ Việc điều chỉnh điện áp tại nhà máy điện kết hợp đầu phân áp máy biến áp đảm bảo điện áp đầu vào mạng khu vực.
	+ Điều chỉnh mạng khu vực đảm bảo điện áp đầu ra cho mạng khu vực.
	+ Điều chỉnh điện áp tại địa phương trực tiếp cho hộ tiêu thụ là một trong các biện pháp rất quan trọng đảm bảo chất lượng điện năng.

#### 2.2.2.3. Nâng cao chất lượng điện áp bằng biện pháp khử sóng hài

Sóng hài tồn tại và gây nên những tác hại nghiêm trọng đến lưới điện và các thiết bị sử dụng điện. Chúng ta không thể khử được hoàn toàn song hài nhưng chúng ta có thể có những biện pháp để giảm ảnh hưởng của sóng hài đến giá trị cho phép. Các biện pháp chúng ta có thể sử dụng đó là:

**+ Dùng cuộn kháng để bỏ sóng hài:**

***\* Nguyên lý lắp đặt:***

Bằng cách đặt cuộn cảm mắc nối tiếp với tụ C và đặt tại thanh cái trạm giảm áp chính. Khi đó điều kiện cộng hưởng song song dịch chuyển khỏi tần số khảo sát về tần số thấp hơn.

Tải phi tuyến

LSC

L

C

R

E

L

C

R

LSC

V

h

I

h

a) Sơ đồ đơn tuyến b) Sơ đồ tương đương

Hình 2.1. Sơ đồ đơn tuyến và sơ đồ tương đương LC

*Trong đó:*

R: Điện trở đặc trưng cho công suất tác dụng của tải tuyến tính LSC.

LSC: Điện cảm ngắn mạch từ hệ thống.

L: Điện cảm của cuộn kháng triệt hài.

C: Điện dung của tụ bù.

Ih: Nguồn hài thay thế cho tải phi tuyến.

Cuộn cảm mắc nối tiếp với tụ tạo mạch cộng hưởng nối tiếp LC ở tần số fr.

Tần số của mạch bao gồm LSC mắc song song với nhánh LC được gọi là tần số chống cộng hưởng far, tại tần số này trở kháng tương đương của mạng điện là R.

Trở kháng tương đương của mạch điện:



Cộng hưởng nối tiếp nhánh LC



Tần số chống cộng hưởng:



#### 2.2.2.4. Nâng cao điện áp bằng biện pháp thay đổi tiết diện dây dẫn

Hao tổn điện áp cho phép và tổn thất công suất trên đường dây được xác định theo các biểu thức sau:

 

*Trong đó:*

- P, Q là các thành phần công suất tác dụng và phản kháng trên đường dây.

- R, X là điện trở, điện kháng đường dây, phụ thuộc vào tiết diện và chiều dài đường dây.

- U là điện áp của lưới điện.

# CHƯƠNG 3

# ÁP DỤNG PHẦN MỀM PSS/ADEPT TÍNH TOÁN CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP CHO LƯỚI ĐIỆN THÀNH PHỐ THÁI NGUYÊN

## 3.1. Giới thiệu chung về phần mềm PSS/ADEPT 5.0

Phần mềm PSS/ADEPT (Power System Simulator/Advanced Distribution Engineering Productivity Tool) là phần mềm tiện ích mô phỏng hệ thống điện và là công cụ phân tích lưới điện phân phối với các chức năng sau

+ Tính toán trào lưu công suất

+ Tính toán ngắn mạch tại một hay nhiều điểm tải

+ Phân tích bài toán khởi động động cơ

+ Tối ưu hóa việc lắp đặt tụ bù (đóng cắt và cố định) (CAPO)

+ Bài toán phân tích sóng hài

+ Phối hợp bảo vệ

+ Phân tích điểm mở tối ưu (TOPO)

+ Phân tích độ tin cậy lưới điện

## 3.2. Hiện trạng lưới điện tỉnh Thái Nguyên và lộ 473 - E6.4

Luận văn áp dụng tính toán vào một lưới điện cụ thể, đó là đường dây 22kV- 473 - E6.4 lưới điện TP.Thái Nguyên – tỉnh Thái Nguyên.

Trên địa bàn TP.Thái Nguyên hiện có 5 trạm 110kV là Thịnh Đán, Lưu Xá, Quan Triều, Phú Lương và Gang Thép. Các thông số kỹ thuật và vận hành các trạm 220kV, 110kV của tỉnh được thống kê ở bảng sau:

Các thông số kỹ thuật trạm 220kV, 110kV hiện có của TP.Thái Nguyên

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Tên trạm, điện áp** | **Sđm (MVA)** | **Pmax/Pmin (MW)** | **Mang tải** |
| 1 | Trạm 110/22kV Thịnh Đán | 125 | 113/35 | 95% |
| 2 | Trạm 110/35/22kV Lưu Xá | 63 | 49/17 | 83% |
| 3 | Trạm 220/110/35/22 Quan Triều | 63 | 54/16 | 91% |
| 4 | Trạm 110/22 Phú Lương  | 40 | 29/12 | 78% |
| 5 | Trạm 110/35/22 Gang Thép | 125 | 113/35 | 95% |

Trạm 110kV Thịnh Đán có quy mô công suất 2x63MVA-110/22kV. Lộ khảo sát là lộ 473 - E6.4 được lấy điện từ thanh cái 22kV của MBA T2, trạm 110kV Thịnh Đán, do điện lực TP.Thái Nguyên quản lý, cấp điện cho hơn 3990 khách hàng, trong đó có cả các khách hàng tải sinh hoạt và các khách hàng là các công ty, nhà máy ở Thái Nguyên. Lộ 473 - E6.4 có chiều dài là 64,5km, gồm nhiều tiết diện dây khác nhau, công suất thiết kế của đường dây là 10,6MW.

- Thông số máy biến áp lộ 473 - E6.4:

Bảng 3.3. Bảng thông số máy biến áp lộ 473 - E6.4

| **Tên trạm** | **P0****(kW)** | **Pk****(kW)** | **Tổn thất khi mang tải** | **Rn** | **Zn** | **Xn** | **Sđm** | **Un****(%)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ĐZ473 - E6.4** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bắc Thành | 0.8136 | 5.7776 | 2.88 | 0.0144 | 0.06 | 0.0582 | 250 | 5 |
| Xử lý rác | 0.8136 | 3.619 | 2.88 | 0.0145 | 0.06 | 0.0582 | 250 | 5 |
| Cty CP Bắc Đại Tây Dương | 0.9 | 3.619 | 2.57 | 0.0145 | 0.06 | 0.0582 | 320 | 6 |
| Bệnh viện A | 1.0949 | 4.1257 | 2.04 | 0.0129 | 0.06 | 0.0586 | 400 | 6 |
| Bưu điện Đán | 1.283 | 9.648 | 1.29 | 0.0129 | 0.06 | 0.0586 | 1000 | 6 |
| NM xử lý chất thải rắn | 1.283 | 9.648 | 1.29 | 0.0129 | 0.06 | 0.0586 | 1000 | 6 |
| Cao Khánh | 1.283 | 9.957 | 1.29 | 0.01 | 0.06 | 0.0592 | 1000 | 6 |
| Cây Thị | 1.283 | 1.17 | 1.29 | 0.0012 | 0.06 | 0.06 | 1000 | 6 |
| Trường CĐ Sư Phạm | 1.283 | 1.17 | 1.29 | 0.0012 | 0.06 | 0.06 | 1000 | 6 |
| Trường CĐ Y | 1.283 | 0.55 | 1.29 | 0.0031 | 0.06 | 0.0599 | 1000 | 6 |
| Chỉnh hình | 1.164 | 6.625 | 1.86 | 0.0118 | 0.06 | 0.0588 | 560 | 6 |
| Chợ Phú Thái | 1.283 | 10.46 | 1.29 | 0.0105 | 0.06 | 0.0591 | 1000 | 6 |
| CQT DC Z115-1 | 1.283 | 10.49 | 1.29 | 0.0105 | 0.06 | 0.0591 | 1000 | 6 |
| CQT Quán 300 | 1.283 | 10.3 | 1.29 | 0.0103 | 0.06 | 0.0591 | 1000 | 6 |
| CQT Trung tu ô tô | 1.164 | 10.137 | 1.86 | 0.0101 | 0.06 | 0.0591 | 560 | 6 |
| CTCP Kim Cương | 1.164 | 10.036 | 1.86 | 0.01 | 0.06 | 0.0592 | 560 | 6 |
| Cty Trường Sinh | 1.164 | 10 | 1.86 | 0.01 | 0.06 | 0.0592 | 560 | 6 |
| Cty KS Đại Việt | 0.58 | 9.9 | 3.02 | 0.0099 | 0.06 | 0.0592 | 180 | 5 |
| Dân cư 382 | 1.179 | 10.331 | 1.55 | 0.0103 | 0.06 | 0.0591 | 750 | 6 |
| Dân cư X84 | 0.58 | 10 | 3.02 | 0.01 | 0.06 | 0.0592 | 180 | 5 |
| Đầu Phần | 0.58 | 10.4 | 3.02 | 0.0104 | 0.06 | 0.0591 | 180 | 5 |
| Dân cư Z115 | 1.164 | 6.07 | 1.86 | 0.0108 | 0.06 | 0.059 | 560 | 6 |
| Đèn đường Phúc Xuân 1 | 0.58 | 9.557 | 3.02 | 0.0096 | 0.06 | 0.0592 | 180 | 5 |
| Đèn đường Phúc Xuân 2 | 0.9 | 10.49 | 2.57 | 0.0105 | 0.06 | 0.0591 | 320 | 6 |
| Đèn đường Tân Cương 1 | 1.164 | 10.3 | 1.86 | 0.0103 | 0.06 | 0.0591 | 560 | 6 |
| Đèn đường Tân Cương 2 | 1.164 | 10.137 | 1.86 | 0.0101 | 0.06 | 0.0591 | 560 | 6 |
| Đèn đường Tân Cương 3 | 1.283 | 6.812 | 1.29 | 0.0122 | 0.06 | 0.0588 | 1000 | 6 |
| Viện A2 | 1.283 | 6.812 | 1.29 | 0.0122 | 0.06 | 0.0588 | 1000 | 6 |
| TĐC Đán | 1.164 | 12.154 | 1.86 | 0.0217 | 0.06 | 0.0559 | 560 | 6 |
| Cty CP TĐT | 1,336 | 14.356 | 1.06 | 0.0096 | 0.06 | 0.0592 | 1500 | 6 |
| Cty may Thành Hưng | 1.283 | 18.24 | 1.06 | 0.0122 | 0.06 | 0.0588 | 1500 | 6 |
| Tiểu học Tân Thịnh | 1.283 | 13.605 | 1.29 | 0.0136 | 0.06 | 0.0584 | 1000 | 6 |
| Thủy Nông | 1.283 | 13.62 | 1.29 | 0.0136 | 0.06 | 0.0584 | 1000 | 6 |
| Trại gà Tân Cương | 1.283 | 13.62 | 1.29 | 0.0136 | 0.06 | 0.0584 | 1000 | 6 |
| Trại lợn Tân Cương | 1.283 | 13.59 | 1.29 | 0.0136 | 0.06 | 0.0584 | 1000 | 6 |
| Trịnh Huy Định | 1.283 | 13.58 | 1.29 | 0.0136 | 0.06 | 0.0584 | 1000 | 6 |
| TT dưỡng lão | 1.283 | 13.78 | 1.29 | 0.0138 | 0.06 | 0.0584 | 1000 | 6 |
| TT công nghệ phần mềm | 1.164 | 6.812 | 1.86 | 0.0122 | 0.06 | 0.0588 | 560 | 6 |
| TĐC Đán | 0.58 | 0.55 | 3.02 | 0.0031 | 0.06 | 0.0599 | 180 | 5 |
| **Tổng** | **32.362** | **324.428** | **39.333** |  |  |  |  |  |

## 3.3.Tính toán các chỉ số chất lượng điện áp của lộ 473 - E6.4 trong giờ cao điểm

Lộ 473E6.4 gồm chủ yếu là các tải công nghiệp và sinh hoạt, trong giờ cao điểm luôn trong tình trạng quá tải.Tại thời điểm này, trên lưới xuất hiện sự sụt áp cả ở các nút trung áp và hạ áp. Thực hiện chạy chương trình PSS/ADPEPT ta thu được kết quả cụ thể như sau:

* + - * Tổng số nút khảo sát: 40 nút.
			* Thực hiện khảo sát tại giờ cao điểm: (8h – 19h).
			* Các nút trung áp 22kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 23 nút

 - Các nút hạ áp 0,38kV có điện áp thấp hơn mức điện áp cho phép: 38 nút

- Tổn thất công suất ban đầu:

Tổn thất công suất ban đầu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Thời gian** | **Tổn thất công suất tác dụng (W)** | **Tổn thất công suất phản kháng (VAr)** |
| Giờ cao điểm | 1.889.845 | 3.296.141 |
| Giờ thấp điểm | 1.191.361 | 2.078.143 |
| Giờ bình thường | 1.254.245 | 2.201.625 |
| Trung bình | 1.480,82 | 2.582,93 |

- Tổn thất kỹ thuật ban đầu:

Tổn thất kỹ thuật ban đầu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tổn thất công suất (%) | Tổn thất điện năng (%) | Độ lệch điện áp (%) |
| 12,10 | 7,88 | 5,84 |

## 3.4. Thực hiện các biện pháp kỹ thuật cải thiện các chỉ tiêu chất lượng điện áp cho lộ 473.E6.4

### 3.4.1. Độ dao động điện áp

Đối với lộ đường dây 473E6.4 để cải thiện triệt để giảm biên độ dao động điện áp là bài toán rất phức tạp đòi hỏi chúng ta phải phân tích kỹ lưỡng để làm dung hòa các yếu tố trên. Giải pháp được đưa ra để giải quyết vấn đề trên đó là:

- *Đóng hoặc cắt các đường dây và trạm biến áp dự phòng*

- *Đóng thêm máy phát dự phòng ở các nhà máy điện của xí nghiệp công nghiệp*

### 3.4.2. Độ không đối xứng điện áp (cân bằng pha)

- Giải pháp khắc phục vấn đề này hiện nay đối với lộ đường dây 473E6.4 nói riêng cũng như các lưới điện phân phối nói chung đó là cân pha lại phụ tải giữa các pha. Cần tiến hành kiểm tra lưới điện thường xuyên, nắm rõ qui luật vận hành của từng khu vực tải của các TBA, nắm rõ lưới điện của từng khu vực từng tổ quản lý (tính chất phụ tải theo giờ theo ngày theo tháng theo năm, theo mùa ) từ đó có thể đưa ra các điểm cần thay đổi vị trí phân pha nhằm khống chế việc lệch pha để nằm trong giới hạn cho phép, trong đó ưu tiên cho việc cân pha vào lúc lưới điện vận hành lúc mang tải cao nhất (chiếm sản lượng đo đếm nhiều nhất) theo khả năng tải của MBA.

Trong tương lai gần khi xu hướng toàn cầu đang thúc đẩy phát triển, giải pháp được đưa ra nghiên cứu để giải quyết độ mất cân bằng pha đó là sử dụng các nguồn điện sử dụng năng lượng tái tạo như điện gió, điện mặt trời, điện sinh hóa… khi đó lưới điện phân phối sẽ có thay đổi căn bản cả về cấu trúc và chế độ hoạt động. Khi mà các nhà máy điện truyền thống đang nảy sinh nhiều bất cập,việc nghiên cứu sử dụng nguồn điện sử dụng năng lượng tái tạo là rất cần thiết

### 3.4.3. Độ không hình sin của điện áp (sóng hài)

Đối với lộ 473E6.4 có phụ tải công nghiệp nặng là Nhà máy Z115 chuyên sản xuất các thiết bị ,vũ khí phục vụ quân sự quốc phòng là một trong các khu vực gây ảnh hưởng biến dạng sóng hài nhiều nhất đến lộ đường dây 473E6.4.Để hạn chế những ảnh hưởng của sóng hài và nâng cao chất lượng điện áp cho lộ 473E6.4 ta phải tiến hành khảo sát mức độ sóng hài tại Nhà máy Z115 từ đó đưa ra các giải pháp khắc phục



Sơ đồ hệ truyền động động cơ một chiều nghiền nguyên liệu của

Nhà máy Z115

Sử dụng phần mềm Matlab simulink mô phỏng dạng sóng dòng điện hài do phụ tải sinh ra. Đặt thiết bị đo lường tại thanh cái MBA, dạng sóng dòng điện và điện áp đo tại phía nguồn cấp (thanh cái MBA) và phía tải với góc điều khiển bộ biến đổi α =450 đo được như hình các hình vẽ dưới.

-1

1

-0.5

0

0.5

x 10

4

-1

1

0

0.5

x 10

4

-0.5

-50

0

50

100

2.6

2.62

2.64

-50

0

50

100

2.6

2.62

2.64

Từ sơ đồ ta thấy dạng sóng điện áp tại phía nguồn cấp (thanh cái MBA) và phía tải có bị biến dạng nhưng vẫn ở dạng sóng cơ bản, tuy nhiên dạng sóng dòng điện tại phía nguồn cấp (thanh cái MBA) và phía tải bị méo so với sóng cơ bản. Nguyên nhân là do khi tải phi tuyến hoạt động sẽ tạo ra sóng hài dòng điện bậc cao và đưa về phía nguồn cấp (thanh cái MBA). Để biết được tỷ lệ các thành phần hài bậc cao ta phân tích phổ tần của sóng dòng điện.Phổ tần của sóng dòng điện tại phía nguồn cấp (thanh cái MBA) như hình



**+ Đánh giá kết quả đo được và lựa chọn giải pháp khắc phục**

*- Đánh giá kết quả đo được*

Ta thấy độ méo điều hòa tổng dòng điện phía nguồn cấp (thanh cái MBA) của xuất tuyến khảo sát là 15,2%. Trong đó lượng sóng hài bậc 11 chiếm một lượng lớn (10,2%), sóng hài bậc 13 chiếm 6,8%, sóng hài bậc 23 chiếm 4,4%, sóng hài bậc 25 chiếm 3,9%. Giả sử công suất của hệ thống mà nhà máy nối vào là vô cùng lớn, theo tiêu chuẩn EN 50610 thì lượng sóng hài cho phép với bậc 11 là 3,5%, đối với bậc 13 là 3%, đối với bậc 23 là 1%, đối với bậc 25 là 1%.

*- Lựa chọn giải pháp khắc phục*

Trong khuôn khổ đề tài, để hạn chế sóng hài lựa chọn bộ lọc thụ động mắc song song với tải. Để hạn chế bao nhiêu thành phần sóng hài thì phải tính toán, lắp đặt bấy nhiêu bộ lọc. Cụ thể, từ đánh giá kết quả đo được ta phải tính toán thông số, lắp đặt bộ lọc sóng hài bậc 11, bậc 13, bậc 23 và bậc 25.

**3.4.3.1. Tính thông số bộ lọc**

Các thông số yêu cầu cho cuộn kháng và tụ điện của bộ lọc sóng hài bậc 11 cho phụ tải khảo sát được tính như bảng sau:

#### Các thông số yêu cầu của bộ lọc sóng hài bậc 11 cho phụ tải khảo sát

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Thông số** | **Cuộn kháng** | **Tụ điện** |
| Công suất (kVAr) |  | 15.435 |
| Điện áp hiệu dụng yêu cầu (V) | 37,14 |  |
| Dòng điện hiệu dụng yêu cầu (A) | 35,6 | 35,6 |
| Giá trị điện cảm yêu cầu (H) | 0,126 |  |
| Giá trị điện dung yêu cầu (F) |  |  |

Tương tự cách tính trên, ta có bảng kết quả của thông số bộ lọc sóng hài bậc 13, 23 và 25 như sau:

#### Các thông số yêu cầu của bộ lọc sóng hài bậc 13 cho phụ tải khảo sát

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Thông số** | **Cuộn kháng** | **Tụ điện** |
| Công suất (kVAr) | 0,1658 | 17,58 |
| Điện áp hiệu dụng yêu cầu (V) | 355 | 3,6587 |
| Dòng điện hiệu dụng yêu cầu (A) | 39,5 | 39,5 |
| Giá trị điện cảm yêu cầu (H) | 0,02365 |  |
| Giá trị điện dung yêu cầu (F) |  |  |

#### Bảng 3.12. Các thông số yêu cầu của bộ lọc sóng hài bậc 23 cho phụ tải khảo sát

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Thông số** | **Cuộn kháng** | **Tụ điện** |
| Công suất (kVAr) | 0,1985 | 23,65 |
| Điện áp hiệu dụng yêu cầu (V) | 400 | 4987,2 |
| Dòng điện hiệu dụng yêu cầu (A) | 41,2 | 41,2 |
| Giá trị điện cảm yêu cầu (H) | 0,03265 |  |
| Giá trị điện dung yêu cầu (F) |  |  |

#### Bảng 3.13. Các thông số yêu cầu của bộ lọc sóng hài bậc 25 cho phụ tải khảo sát

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Thông số** | **Cuộn kháng** | **Tụ điện** |
| Công suất (kVAr) | 0,2010 | 25,96 |
| Điện áp hiệu dụng yêu cầu (V) | 415 | 5121,4 |
| Dòng điện hiệu dụng yêu cầu (A) | 46,7 | 46,7 |
| Giá trị điện cảm yêu cầu (H) | 0,07548 |  |
| Giá trị điện dung yêu cầu (F) |  |  |

Mô phỏng kết quả chứng minh lợi ích do bộ lọc mang lại.

Đặt thiết bị đo lường tại thanh cái MBA, dạng sóng điện áp và dòng điện đo tại phía nguồn cấp (thanh cái MBA) và phía tải đo được sau khi có các bộ lọc như các hình vẽ dưới.

-1

1

-0.5

0

0.5

x 10

4

2.6

2.62

2.64

-300

-200

-100

0

100

200

300

-1

-0.5

0

0.5

1

x 10

4

2.6

2.62

2.64

-100

-50

0

50

-100

Từ sơ đồ ta thấy dạng sóng điện áp phía nguồn cấp (thanh cái MBA) và phía tải sau khi có bộ lọc vẫn ở dạng sóng cơ bản, dạng sóng dòng điện phía nguồn cấp (thanh cái MBA) sau khi có các bộ lọc đã gần với sóng cơ bản. Dạng sóng dòng điện phía tải vẫn bị méo so với sóng cơ bản do tải vẫn là nguồn phát sinh sóng hài tuy nhiên với việc đặt bộ lọc tại phía nguồn cấp (thanh cái MBA) đã giúp ngăn chặn sóng hài phát lên lưới điện từ đó đảm bảo chất lượng điện cho lưới điện.

Để biết được tỷ lệ các thành phần dòng hài ta phân tích phổ tần của sóng dòng điện. Phổ tần của sóng dòng điện tại phía nguồn cấp (thanh cái MBA) sau khi có các bộ lọc như hình.



Ta thấy độ méo điều hòa tổng dòng điện phía nguồn cấp (thanh cái MBA) giảm xuống còn 3,72% so với 15,2%. Với độ méo này thì sẽ làm giảm lượng tổn thất đồng thời trên phụ tải khảo sát và lưới điện phân phối cấp trên. Đồng thời độ méo điều hòa tổng dòng điện của lưới điện phân phối cấp trên cũng giảm xuống, làm cho chất lượng điện áp được tăng lên.

### 3.4.4. Độ lệch điện áp

### 3.4.4.1. Thực hiện bù công suất phản kháng để cải thiện độ lệch điện áp

Căn cứ vào hiện trạng của lộ 473 - E6.4 thấy rằng:

- Sự quá tải và sụt áp trên đường dây trong giờ cao điểm là do dòng công suất phản kháng trên đường dây lớn (2873,316kVAr, xấp xỉ 30% công suất trung bình).

* Kế hoạch đầu tư năm 2017: Cho phép bù 1800kVAr.
* Và xét đến chi phí kinh tế đầu tư nhỏ nhất.

Vì vậy, để nâng cao chất lượng điện cho đường dây 473 - E6.4, chúng tôi thực hiện giải pháp sau:

* Bù công suất phản kháng để nâng cao chất lượng điện áp.

Năm 2015, lộ 473 - E6.4 đã được đặt bù cố định tại hai vị trí là nút 10 (300kVAr) và nút 19 (900kVAr). Kế hoạch năm 2017, lộ 473E6.4 tiếp tục được phê duyệt đầu tư lắp đặt tụ bù công suất phản kháng với dung lượng tối đa là 1800 kVAr, tăng 33,33%.

Việc bù công suất phản kháng cho lộ 473 - E6.4 sẽ thực hiện trong giờ cao điểm, sau đó tiến hành kiểm tra với các thời điểm còn lại để kiểm tra mức điện áp.

Một số phương án bù cho lộ 473 - E6.4 như sau:

**a) Phương án 1:**

Giữ nguyên dung lượng và vị trí các tụ bù hiện hữu (ở đầu mỗi trạm biến áp), chia đôi dung lượng bù mới thành 01 bộ tụ bù cố định và 01 bộ tụ bù ứng động (ở mỗi động cơ), mỗi bộ có dung lượng 900kVAr.

Thực hiện chạy chương trình kết quả tính toán như sau:

* Các nút trung áp 22kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 0 nút**.**

- Các nút hạ áp 0,38kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép sau bù: 06 nút.

- Tổn thất công suất sau bù trong cả 03 thời điểm:

+ Tổn thất công suất tác dụng: 1444,45 kW

+ Tổn thất công suất phản kháng: 2547,01 kVAr

+ Tiết kiệm được: 36,38 kW

**b) Phương án 2:**

Giữ nguyên dung lượng và vị trí các tụ bù hiện hữu (ở đầu mỗi trạm biến áp), chia đôi dung lượng bù mới thành 03 bộ tụ bù cố định và 03 bộ tụ bù cố động (ở mỗi động cơ), có dung lượng 300kVAr và 03 bộ tụ bù ứng động có dung lượng 300kVAr.

Thực hiện chạy chương trình kết quả tính toán như sau:

 - Các nút trung áp 22kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 0 nút.

 - Các nút hạ áp 0,38kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 06 nút

 - Tổn thất công suất sau bù trong cả 03 thời điểm:

+ Tổn thất công suất tác dụng: 1444,44 kW

+ Tổn thất công suất phản kháng: 2547,01 kVAr

+ Tiết kiệm được: 36,38 kW

**c) Phương án 3:**

Thực hiện tối ưu hóa cả các tụ bù hiện hữu và tụ bù mới. Tổng dung lượng bù lúc này là 3000kVAr. Chia dung lượng bù thành 02 bộ tụ cố định, mỗi bộ có dung lượng 900kVAr và 02 bộ tụ bù ứng động có dung lượng 600kVAr.

 Thực hiện chạy chương trình kết quả tính toán như sau:

- Các nút trung áp 22kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 0 nút

- Các nút hạ áp 0,38kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 06 nút

- Tổn thất công suất sau bù trong cả 03 thời điểm:

+ Tổn thất công suất tác dụng: 1441,21 kW

+ Tổn thất công suất phản kháng: 2544,29 kVAr

+ Tiết kiệm được: 62,95 kW

**d) Phương án 4:**

Thực hiện tối ưu hóa cả các tụ bù hiện hữu và tụ bù mới. Tổng dung lượng bù lúc này là 3000kVAr. Chia dung lượng bù thành 03 bộ tụ cố định, mỗi bộ có dung lượng 1000kVAr.

Thực hiện chạy chương trình kết quả tính toán như sau:

- Các nút trung áp 22kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 0 nút.

- Các nút hạ áp 0,38kV có điện áp nằm ngoài dải điện áp cho phép: 0 nút

- Tổn thất công suất sau bù trong cả 03 thời điểm:

+ Tổn thất công suất tác dụng: 1441,41 kW

+ Tổn thất công suất phản kháng: 2544,34 kVAr

+ Tiết kiệm được: 62,75 kW

**Hiệu quả sau khi thực hiện các phương án bù công suất phản kháng của lộ 473 - E6.4:**

Sau khi thực hiện bù bằng chương trình CAPO trong phần mềm PSS/ADEPT và bằng cách thay đổi số lượng, dung lượng và các loại tụ bù khác nhau vào lưới điện, chúng tôi thu được kết quả như trong bảng

*Bảng tổng hợp tổn thất công suất lộ 473 - E6.4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tên tuyến dây Lộ 473 - E6.4** | **Tổn thất công suất tác dụng (kW)** | **Tổn thất công suất phản kháng (kVAr)** |
| Trước bù | 1480,82 | 2582,93 |
| Sau bù phương án 1 | 1444,45 | 2547,01 |
| Tiết kiệm được | 36,38 | 35,92 |
| Sau bù phương án 2 | 1444,44 | 2547,01 |
| Tiết kiệm được | 36,38 | 35,92 |
| Sau bù phương án 3 | 1441,21 | 2544,29 |
| Tiết kiệm được | 62,95 | 62,04 |
| Sau bù phương án 4 | 1441,41 | 2544,34 |
| Tiết kiệm được | 62,75 | 62,00 |

Bảng tổng hợp tổn thất kỹ thuật lộ 473 - E6.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tên tuyến dây Lộ 473 - E6.4** | **Tổn thất công suất (%)**  | **Tổn thất điện năng (%)** | **Độ lệch điện áp (%)** |
| Trước bù | 12,1 | 7,88 | 5,84 |
| Sau bù phương án 1 | 11,8 | 7,69 | 4,22 |
| Độ gia tăng | 0,30 | 0,19 | 1,62 |
| Sau bù phương án 2 | 11,8 | 7,69 | 4,24 |
| Độ gia tăng | 0,30 | 0,19 | 1,60 |
| Sau bù phương án 3 | 11,77 | 7,67 | 4,23 |
| Độ gia tăng | 0,33 | 0,21 | 1,61 |
| Sau bù phương án 4 | 11,77 | 7,67 | 4.08 |
| Độ gia tăng | 0,33 | 0,21 | 1.76 |

***Nhận xét:***

Với phương án 4: Thực hiện tối ưu hóa cả các tụ bù hiện hữu và tụ bù mới. Tổng dung lượng bù lúc này là 3000kVAr. Chia dung lượng bù thành 03 bộ tụ cố định, mỗi bộ có dung lượng 1000kVAr , đặt 01 bộ tụ cố định vào nút 25, 01 bộ tụ cố định vào nút 39, 01 bộ tụ cố định vào nút 36 trên sơ đồ PSS/ADEPT là đạt hiệu quả về kinh tế, kỹ thuật cao nhất.

Tổn thất công suất lộ 473 - E6.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tên tuyến dây Lộ 473 - E6.4** | **Tổn thất công suất tác dụng (kW)** | **Tổn thất công suất phản kháng (kVAr)** |
| Trước bù | 1480,82 | 2582,93 |
| Sau bù | 1441,41 | 2544,34 |
| Tiết kiệm được | 62,75 | 62,00 |

**KẾT LUẬN CHUNG**

## 1. Kết luận

Việc nghiên cứu chất lượng điện trong mạng điện phân phối có một ý nghĩa hết sức quan trọng góp phần đưa ra các biện pháp cụ thể đối với từng lưới điện, vừa có lợi ích về mặt kỹ thuật, vừa có lợi ích về mặt kinh tế vì nó cho phép cải thiện được chế độ làm việc của các thiết bị điện đồng thời cho phép tiết kiệm điện năng, một nhiệm vụ mang tính toàn cầu. Tuy nhiên, nghiên cứu chất lượng điện là một vấn đề rất phức tạp, đặc biệt là khảo sát các chỉ tiêu về sóng hài, hay phân tích về sự không đối xứng lưới điện.

Trong nội dung của đề tài đã đưa ra các giải pháp chính để nâng cao chất lượng điện năng trong lưới điện phân phối là: Giải pháp về quản lý, vận hành bù công suất phản kháng và sử dụng bộ lọc sóng hài. Mỗi giải pháp lại có các phương thức thực hiện khác nhau.Trong đó, tác giả đã tập trung nghiên cứu hai giải pháp là bù công suất phản kháng và sử dụng bộ lọc sóng hài nhằm nâng cao chất lượng điện.Bù công suất phản kháng giúp nâng cao chất lượng điện áp, giảm độ lệch điện áp, giảm tổn thất điện năng. Bộ lọc sóng hài giúp giảm biến dạng sóng hài từ đó giúp nâng cao chất lượng điện áp.

Đối với lưới điện khảo sát lộ 473 - E6.4 TP.Thái Nguyên tính chất tải là tải sinh hoạt và công nghiệp, đồ thị phụ tải tương đối bằng phẳng. Nhưng do sự tăng trưởng của phụ tải hàng năm do việc mở rộng sản xuất nên hiện tại trong giờ cao điểm luôn bị quá tải, chất lượng điện áp không đảm bảo. Sau khi thực hiện các biện pháp bù công suất phản kháng để cải thiện chất lượng điện, tổn thất điện năng đã giảm nhưng vẫn khá lớn (7,67%,) điện áp ở tất cả các nút đều tăng, đặc biệt là không còn nút trung áp 22kV và nút hạ áp 0,38kV nào nằm ngoài dải điện áp cho phép.

Với các biện pháp kỹ thuật đề ra như trên đã mang lại hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật cao, chi phí đầu tư không cao, thời gian hoàn vốn ngắn, cần thiết được triển khai áp dụng cho lộ 473 - E6.4 để nâng cao chất lượng điện, giảm tổn thất điện năng của lộ.

Hàng năm cần tiến hành tính toán kiểm tra các thông số kỹ thuật của lộ để có phương án vận hành phù hợp nhằm nâng cao hơn nữa chất lượng điện của lộ.

## 2. Hướng phát triển

Đề tài đã nghiên cứu được một số nội dung về chất lượng điện, tuy nhiên những vấn đề liên quan đến nội dung của đề tài thì rất nhiều như:

* + Vấn đề đối xứng hóa lưới điện, nhấp nháy điện áp...
	+ Vấn đề giảm tổn thất điện năng
	+ Vấn đề khai thác, sử dụng hết các chức năng và phiên bản cao hơn của chương trình PSS/ADEPT sẽ cho phép tính toán được nhiều các chỉ tiêu chất lượng điện như việc phân tính sóng hài, phối hợp các thiết bị bảo vệ
	+ Vấn đề nghiên cứu và áp dụng các công nghệ FACTS trong bù CSPK

Đây là những nội dung mà luận văn mới chỉ đề cập đến và là hướng tiếp tục nghiên cứu của đề tài mà tác giả mong muốn có cơ hội được thực hiện trong tương lai.

Hiện nay, vấn đề năng lượng nói chung và chất lượng điện nói riêng đang được quan tâm nhiều nhằm tiết kiệm năng lượng trước sự cạn kiệt dần của các nguồn năng lượng sơ cấp, một trong các giải pháp đó là nghiên cứu và phát triển lưới điện thông minh ở Việt Nam (Smart Grid) cùng với đó là nghiên cứu khai thác nguồn điện sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo để lưới điện được vận hành ngày càng được tối ưu và hiệu quả hơn.

#