

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

**NGUYỄN MINH TRÍ**

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP  
ĐỂ VẬN HÀNH TỐI ƯU CỦA LƯỚI ĐIỆN  
QUẬN CẨM LỆ - THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG**

**Chuyên ngành: Mạng và hệ thống điện**

**Mã số: 60.52.50**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Đà Nẵng – Năm 2013**

Công trình được hoàn thành tại  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**Người hướng dẫn khoa học: TS. Nguyễn Hữu Hiếu**

**Phản biện 1: PGS.TS. Lê Kim Hùng**

**Phản biện 2: PGS.TS. Trần Bách**

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 25 tháng 05 năm 2013

*Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

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

## MỞ ĐẦU

### 1. Lý do chọn đề tài

Trong những năm gần đây, do sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế, tốc độ công nghiệp hoá tăng nhanh, nhu cầu về điện năng ngày càng lớn đòi hỏi ngành Điện phải đi trước một bước để tạo cơ sở cho sự phát triển của nền kinh tế. Để đáp ứng yêu cầu cung cấp điện cho việc đẩy mạnh quy hoạch, chỉnh trang và mở rộng diện tích đô thị của thành phố Đà Nẵng trên địa bàn quận Cẩm Lệ và huyện Hòa Vang trong những năm qua đã làm cho phụ tải tăng nhanh, lưới điện ngày càng được mở rộng, hiện đại hóa và phức tạp hơn. Ngành Điện thành phố Đà Nẵng, đặc biệt là Điện lực quận Cẩm Lệ phải thực hiện những kế hoạch phát triển nguồn và lưới phù hợp với nhu cầu của phụ tải và cải tạo nâng cấp những khu vực hiện có, đề ra những biện pháp vận hành hiệu quả để nâng cao chất lượng điện, cải thiện sóng hài trên lưới điện, tăng công suất truyền dẫn để có thể đáp ứng ngày càng tốt hơn những đòi hỏi ngày càng cao về sản lượng cũng như chất lượng điện đồng thời tiết kiệm chi phí, giảm tổn thất và nâng cao hiệu quả kinh tế cung cấp và sử dụng điện.

Với đặc thù riêng của lưới điện thành phố Đà Nẵng là Điện lực quận Cẩm Lệ quản lý, cung cấp điện trên địa bàn khá đa dạng, trải dài từ thành thị, nông thôn đến vùng núi cao hiểm trở, dân cư sinh sống thưa thớt nên tổn thất lớn trên lưới điện là điều khó tránh khỏi.

Dựa trên cơ sở nghiên cứu lưới điện phân phối hiện tại của Điện lực quận Cẩm Lệ, từ đó đề xuất các giải pháp vận hành tối ưu là biện pháp góp phần tiết kiệm điện, tiết kiệm tài chính cho ngành Điện, ổn định lưới điện, đối với quốc gia góp phần để bù đắp tình trạng thiếu điện hiện nay. Trên đây là các lý do chọn nghiên cứu đề tài này.

## **2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là hệ thống lưới điện phân phối  $\leq 22\text{kV}$  trên địa bàn quận Cẩm Lệ và huyện Hòa Vang.

Phạm vi nghiên cứu của đề tài bao gồm: Thực hiện tính toán và phân tích phương thức vận hành hiện tại của lưới điện Điện lực quận Cẩm Lệ. Từ đó, chọn ra phương thức vận hành tối ưu, đem lại hiệu quả cao cho công tác quản lý vận hành trong giai đoạn hiện nay. Tìm hiểu nguyên nhân và biện pháp cải thiện sóng hài tại lưới điện của Điện lực quận Cẩm Lệ.

## **3. Mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu**

Thực hiện tính toán và phân tích để lựa chọn phương thức vận hành tối ưu nhằm đảm bảo tổn thất công suất  $\Delta P$  trong mạng là bé nhất đồng thời đảm bảo điện áp tại các nút nằm trong giới hạn cho phép.

Đề xuất giải pháp tối ưu hóa thiết bị bù và phương án tái cấu trúc lưới điện bằng cách lựa chọn vị trí điểm mở tối ưu trên lưới điện Điện lực quận Cẩm Lệ.

Đo đạc thực tế, tìm hiểu nguyên nhân và đề xuất biện pháp cải thiện sóng hài ở lưới điện của Điện lực quận Cẩm Lệ.

## **4. Phương pháp nghiên cứu**

Sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết và thực tiễn:

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: nghiên cứu các tài liệu sách báo, giáo trình, tạp chí, các trang web chuyên ngành điện để cập nhật tính tổn thất công suất, bù công suất phản kháng, tổn thất điện áp.

- Phương pháp thực tiễn:

+ Tập hợp số liệu do Điện lực quận Cẩm Lệ cung cấp (công suất phụ tải, dữ liệu MBA, sơ đồ và thông số đường dây, thiết bị đóng cắt, số lượng và dung lượng các tụ bù, xây dựng file từ điển dữ

liệu thông số cấu trúc lưới điện của Điện lực quận Cẩm Lệ) để tạo sơ đồ và nhập các thông số vào phần mềm PSS/ADEPT.

+ Xây dựng các chỉ số kinh tế LDPP cài đặt vào chương trình PSS/ADEPT để đánh giá bù tối ưu CSPK.

+ Khảo sát thực tế tại lưới điện phân phối do Điện lực quận Cẩm Lệ quản lý.

+ Công cụ tính toán: Tìm hiểu và sử dụng phần mềm PSS/ADEPT để hỗ trợ thực hiện tính toán tổn thất công suất, tổn thất điện áp, tối ưu hóa vị trí đặt tụ bù (CAPO) và tìm điểm mở tối ưu (TOPO) để lựa chọn phương thức vận hành tối ưu nhất nhằm giảm tổn thất. Tìm hiểu và sử dụng phần mềm Matlab/Simulink để mô phỏng cải thiện sóng hài của một phụ tải trên lưới điện của Điện lực quận Cẩm Lệ.

## **5. Đặt tên cho đề tài**

Căn cứ vào mục đích, đối tượng phạm vi và phương pháp nghiên cứu, đề tài được đặt tên : “ **Nghiên cứu đề xuất các giải pháp để vận hành tối ưu của lưới điện quận Cẩm Lệ - Thành phố Đà Nẵng** “

## **6. Bố cục luận văn**

Mở đầu

Chương 1 : Tổng quan về kinh tế - xã hội và lưới điện phân phối, tình hình cung cấp điện tại địa bàn Điện lực quận Cẩm Lệ - Thành phố Đà Nẵng

Chương 2 : Cơ sở lý thuyết và giới thiệu phần mềm PSS/ADEPT làm công cụ hỗ trợ dùng để tính toán trong lưới điện phân phối

Chương 3 : Tối ưu hóa thiết bị bù và xác định điểm mở tối ưu trên lưới điện của Điện lực quận Cẩm Lệ - Thành phố Đà Nẵng

Chương 4 : Cải thiện sóng hài trên lưới điện của Điện lực quận Cẩm Lệ

## **CHƯƠNG 1**

### **TỔNG QUAN VỀ KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI, TÌNH HÌNH CUNG CẤP ĐIỆN TẠI ĐỊA BÀN CỦA ĐIỆN LỰC QUẬN CẨM LỆ - THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG**

#### **1.1. KHÁI QUÁT VỀ ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN, KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ PHƯƠNG HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐẾN NĂM 2020 CỦA QUẬN CẨM LỆ VÀ HUYỆN HÒA VANG**

##### **1.1.1. Đặc điểm tự nhiên**

##### **1.1.2. Hiện trạng kinh tế - xã hội**

##### **1.1.3. Phương hướng phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2020**

#### **1.2. ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI**

##### **1.2.1. Về lưới điện**

##### **1.2.2. Mục đích hoạt động của lưới điện**

##### **1.2.3. Về phụ tải điện**

##### *a. Phân loại phụ tải điện*

##### *b. Các đặc trưng của phụ tải điện*

##### *c. Yêu cầu của phụ tải đối với hệ thống điện*

#### **1.3. TÌNH HÌNH CUNG CẤP ĐIỆN HIỆN TẠI TRÊN ĐỊA BÀN ĐIỆN LỰC QUẬN CẨM LỆ**

Lưới điện phân phối 22kV Điện lực quận Cẩm Lệ được cung cấp điện từ hai TBA 110kV Cầu Đỏ (E12) gồm 4 xuất tuyến và TBA 110kV Liên Trì (E11) gồm 1 xuất tuyến.

Đường dây trung thế 22kV: 176,385 km

- Đường dây trên không:

XT 471-E12 dài 87.261 m : cung cấp điện cho phường Hòa Phát; các xã Hòa Nhơn, Hòa Phong, Hòa Phú, Hòa Khương ; XT

473-E12 dài 17.267 m , cung cấp điện cho phường Hòa Thọ Đông ;  
 XT 475-E12 dài 11.778 m : cung cấp điện cho phường Hòa Thọ Tây  
 ; XT 477-E12 dài 48.988 m : cung cấp điện cho phường Hòa Xuân,  
 các xã Hòa Tiến, Hòa Châu, Hòa Phước ; XT 472-E11 dài 3.560 m :  
 cung cấp điện cho phường Khuê Trung.

- Đường dây cáp ngầm:

XT 471-E12 dài 633 m , XT 473-E12 dài 2.184 m , XT 475-  
 E12 dài 622 m , XT 477-E12 dài 2.874 m , XT 472-E11 dài 1.118 m

- Đường dây hạ thế 0,4kV: 459,563 km.

Số lượng TBA phân phối: 352 trạm với tổng dung lượng:  
 140,985 MVA

- Số lượng khách hàng sử dụng điện là 45.510 khách hàng.

## CHƯƠNG 2

### CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ GIỚI THIỆU PHẦN MỀM PSS/ADEPT LÀM CÔNG CỤ HỖ TRỢ DÙNG ĐỂ TÍNH TOÁN TÁI CẤU TRÚC LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI

#### 2.1. TỶ SỐ THẤT ĐIỆN ÁP

##### 2.1.1. Đường dây có 1 phụ tải

$$\Delta U_{A1} = \frac{P_1 \cdot R_{A1} + Q_1 \cdot X_{A1}}{U_{dm}} \quad (2.2)$$

##### 2.1.2. Đường dây có n phụ tải

Tổng quát: 
$$\Delta U_{\Sigma} = \frac{\sum_1^n P_{ij} R_{ij} + \sum_1^n Q_{ij} X_{ij}}{U_{dm}} \quad (2.6)$$

### 2.1.3. Đường dây phân nhánh

$$\Delta U_{\max} = \text{MAX} \left\{ \begin{array}{l} \Delta U_{A12} \\ \Delta U_{A13} \end{array} \right\} \leq \Delta U_{\text{cp}}$$

## 2.2. TỶN THẤT CÔNG SUẤT

### 2.2.1. Tỷn thất công suất trên đường dây

#### a. Đường dây một phụ tải

$$\Delta \dot{S} = \frac{S_{A1}^2}{U_{\text{đm}}^2} Z_{A1} = \frac{S_1^2}{U_{\text{đm}}^2} Z_{A1} = (\Delta P_{A1} + j\Delta Q_{A1}) \cdot 10^{-3} \text{ (kVA)} \quad (2.9)$$

#### b. Đường dây có n phụ tải

$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \frac{\sum_{ij}^n S_{ij}^2 \cdot Z_{ij}}{U_{\text{đm}}^2} = \frac{\sum_{ij}^n (P_{ij}^2 + Q_{ij}^2) \cdot Z_{ij}}{U_{\text{đm}}^2} \quad (2.12)$$

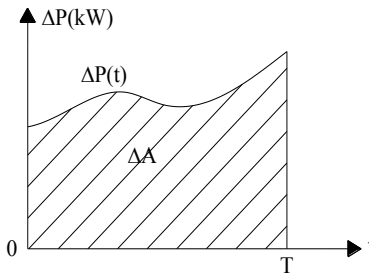
### 2.2.2. Tỷn thất công suất trong máy biến áp

#### a. MBA 2 cuộn dây

#### b. MBA 3 cuộn dây

## 2.3. TỶN THẤT ĐIỆN NĂNG

$$\Delta A = \int_0^T \Delta P(t) dt \quad (2.21)$$



Hình 2.8 Minh họa  $\Delta A$  với  $\Delta P$  là hàm thời gian



$$\Delta A = \Delta P_{\max} \cdot \tau \quad (2.22)$$

$\tau$  được xác định gần đúng theo  $T_{\max}$  theo biểu thức:

$$\tau = (0,124 + 10^{-4}T_{\max})^2 \cdot 8760 \text{ (h)} \quad (2.23)$$

### 2.3.1. Tổn thất điện năng trên đường dây

#### a. Đường dây 1 phụ tải

$$\Delta A_{A1} = \Delta P_{A1} \cdot \tau \quad (2.25)$$

#### b. Đường dây có n phụ tải

Với đường dây n phụ tải,  $\Delta P_{\Sigma}$  vẫn tính theo (2.12)

$$T_{\max tb} = \frac{\sum_1^n S_i T_{\max i}}{\sum_1^n S_i} \quad (2.26)$$

$$\tau_{tb} = (0,124 + 10^{-4}T_{\max tb})^2 \cdot 8760 \quad (2.27)$$

$$\text{Khi đó: } \Delta A_{\Sigma} = \Delta P_{\Sigma} \cdot \tau_{tb} \quad (2.28)$$

### 2.3.2. Tổn thất điện năng trong máy biến áp

## 2.4. MỘT SỐ GIẢI PHÁP GIẢM TỔN THẤT TRÊN LƯỚI PHÂN PHỐI ĐANG ÁP DỤNG TẠI CÁC ĐIỆN LỰC HIỆN NAY

## 2.5. BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG TRONG LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI

### 2.5.1. Công suất phản kháng

### 2.5.2. Các phương pháp bù

#### a. Bù song song (Bù ngang)

#### b. Bù nối tiếp (Bù dọc)

### 2.5.3. Phương thức bù công suất phản kháng

## **2.6. PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA TỤ BÙ ĐẾN TỔN THẤT CÔNG SUẤT TÁC DỤNG VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG CỦA LƯỚI PHÂN PHỐI TRONG CÁC TRƯỜNG HỢP ĐƠN GIẢN NHẤT**

*a. Lưới phân phối có một phụ tải*

*b. Lưới điện phân phối có phụ tải phân bố đều trên trục chính*

## **2.7. CƠ SỞ TÁI CẤU TRÚC LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI**

### **2.8. GIỚI THIỆU PHẦN MỀM PSS/ADEPT**

**2.8.1. Các chức năng ứng dụng**

**2.8.2. Các phân hệ của PSS/ADEPT**

**2.8.3. Các bước thực hiện ứng dụng phần mềm PSS/ADEPT**

**2.8.4. Tính toán về phân bố công suất**

**2.8.5. Phương pháp tính tối ưu hóa việc lắp đặt tụ bù của phần mềm PSS/ADEPT**

**\* Các bước thực hiện khi tính toán vị trí bù tối ưu trên LD:**

*Bước 1.* Thiết lập các thông số kinh tế lưới điện cho CAPO (định nghĩa các chi phí sử dụng trong tính toán tối ưu hóa vị trí đặt tụ bù và cũng được dùng cho tính toán điểm dừng tối ưu)

*Bước 2.* Cài đặt các tùy chọn cho bài toán tính toán tối ưu vị trí bù tại thẻ CAPO

*Bước 3.* Chạy bài toán tính toán tối ưu vị trí bù và xuất ra kết quả tính toán.

**2.8.6. Tối ưu hóa điểm mở tối ưu (TOPO) của phần mềm PSS/ADEPT**

### **CHƯƠNG 3**

## **TỐI ƯU HÓA THIẾT BỊ BÙ VÀ XÁC ĐỊNH ĐIỂM MỞ TỐI ƯU TRÊN LƯỚI ĐIỆN CỦA ĐIỆN LỰC QUẬN CẨM LỆ - THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG**

### **3.1. CÁC SỐ LIỆU ĐẦU VÀO PHỤC VỤ CHO VIỆC TÍNH TOÁN LƯỚI ĐIỆN**

- Thông số kỹ thuật về lưới: số liệu này bao gồm các thông số về cấu trúc đường dây, MBA, tụ bù, thiết bị đóng cắt...

- Thông số về phụ tải: số liệu phụ tải tính toán của các TBAPP được thu thập vào thời điểm tháng 8 năm 2012, xem ở PL 01.

### **3.2. PHƯƠNG PHÁP CÔNG SUẤT TIÊU THỤ TRUNG BÌNH**

### **3.3. XÂY DỰNG ĐỒ THỊ PHỤ TẢI NGÀY TRUNG BÌNH**

Với đặc điểm phụ tải của lưới điện phân phối Điện lực quận Cẩm Lệ có thể chia ra thành 3 nhóm phụ tải điển hình như sau:

- Nhóm sinh hoạt - thương nghiệp (SH-TN).
- Nhóm quản lý - văn phòng (QL-VP).
- Nhóm công nghiệp - xây dựng (CN-XD).

### **3.4. XÂY DỰNG ĐỒ THỊ PHỤ TẢI NGÀY ĐẶC TRƯNG**

### **3.5. CÁC TIÊU CHÍ ĐỂ LỰA CHỌN PHƯƠNG THỨC VẬN HÀNH TỐI ƯU CHO LẠ CỦA ĐIỆN LỰC QUẬN CẨM LỆ**

### **3.6. TÍNH TOÁN, LỰA CHỌN PHƯƠNG THỨC VẬN HÀNH TỐI ƯU CHO LƯỚI ĐIỆN CỦA ĐIỆN LỰC QUẬN CẨM LỆ**

### 3.6.1. Phân chia nhóm phụ tải trong phần mềm PSS/ADEPT

Bảng 3.1 Bảng hệ số các nhóm phụ tải nhập vào bảng Load Snapshots

| Khoảng thời gian | Số giờ | Hệ số tỷ lệ ( $P/P_{\max}$ ) |                   |                      |
|------------------|--------|------------------------------|-------------------|----------------------|
|                  |        | Sinh Hoạt Thương Nghiệp      | Quản Lý Văn Phòng | Công Nghiệp Xây Dựng |
| 7h-17h           | 10     | 0,78                         | 1,00              | 1,00                 |
| 17h-22h          | 5      | 1,00                         | 0,74              | 0,83                 |
| 22h-7h           | 9      | 0,54                         | 0,47              | 0,71                 |

### 3.7. TÍNH TOÁN TRÀO LƯU CÔNG SUẤT CHO PHƯƠNG THỨC VẬN HÀNH HIỆN TẠI

Bảng 3.2 Dung lượng và vị trí các bộ tụ bù cố định hiện tại năm 2012

| STT | Xuất tuyến | Dung lượng (kVAr) | Vị trí nút   |
|-----|------------|-------------------|--|
| 1   | 471-E12    | 2.700             | 85; 101.28; 101.31; 127; 130.54 130.137; 165; 239b.13; 245 |
| 2   | 473-E12    | 1.500             | 58; 57.5; 55.3; 55a.10; 97                                 |
| 3   | 475-E12    | -                 | -  |
| 4   | 477-E12    | 1.800             | 27; 33.62; 33.87; 48; 54.10; 77.2.15                       |

*Bảng 3.6 Công suất và tổn thất công suất của lưới điện quận Cẩm Lệ khi vận hành với vị trí các tụ bù hiện hữu*

| Tên trạm /XT               | Khoảng thời gian | P(kW)     | Q(kVar)   | $\Delta P$ (kW) | Tỷ lệ $\Delta P/P$ (%) |
|----------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------------|------------------------|
| E12(4XT: 471,473, 475,477) | 7h-17h           | 31.195,25 | 13.606,45 | 524,92          | 1,68                   |
|                            | 17h-22h          | 31.690,72 | 13.888,68 | 570,79          | 1,80                   |
|                            | 22h-7h           | 21.376,21 | 7.045,81  | 233,52          | 1,09                   |
| 472-E11                    | 7h-17h           | 1.161,15  | 1.026,03  | 8,25            | 0,71                   |
|                            | 17h-22h          | 1.792,08  | 1.109,32  | 10,15           | 0,57                   |
|                            | 22h-7h           | 974,85    | 596,61    | 2,77            | 0,28                   |
| $\Sigma A$ (kWh)           |                  | 692.137,5 |           | 10.363,01       |                        |

Nhận xét:

Theo kết quả thống kê ở chế độ vận hành hiện tại ta có:

Khoảng thời gian hoạt động cực đại của 4 XT trạm E12 là từ 17h-22h tương ứng với công suất tại đầu thanh cái 22kV như trong bảng 3.6

Theo bảng 3.6 thì tổn thất lớn nhất của cả 4 XT trạm E12 là từ 17h-22h với tỷ lệ % tổn thất là 1,8 %

Từ (bảng 3.7-3.9) ta thấy chỉ xuất tuyến 471-E12 trong khoảng thời gian 17h-22h thấp hơn điện áp định mức, còn các xuất tuyến còn lại trong các khoảng thời gian đều trên mức điện áp định mức 1 p.u tương ứng 22kV

Do tình hình phát triển phụ tải, cấu trúc lưới điện phân phối thường xuyên thay đổi. Nên khi vận hành lưới điện với thời gian dài nhiều năm thì vị trí các tụ bù hiện hữu sẽ không còn tối ưu nữa. Do

đó, để đáp ứng yêu cầu tăng trưởng của phụ tải, tác giả sử dụng modul CAPO của phần mềm PSS/ADEPT để tính toán, sắp xếp lại vị trí mới và dung lượng lắp đặt tụ bù để độ giảm tổn thất là lớn nhất và điện áp nằm trong giới hạn cho phép.

### 3.7. TÍNH TOÁN PHƯƠNG THỨC VẬN HÀNH TỐI ƯU

Thực hiện tính toán bằng chức năng CAPO trong PSS/ADEPT, kết quả vị trí bù và dung lượng bù mới được thể hiện trong bảng 3.11

*Bảng 3.11 Dung lượng và vị trí đặt các bộ tụ bù tối ưu*

| STT | Xuất tuyến | Dung lượng (kVAr) | Vị trí nút   |
|-----|------------|-------------------|--|
| 1   | 471-E12    | 3.000             | 84; 101.60; 130.141; 163; 174; 190.61.; 225; 239b.59; 247.37.1; 268    |
| 2   | 473-E12    | 2.400             | 57b.6.4b; 57b.6.4; 57.18.2; 57.18.2a; 57.18.2b; 55a.27a; 84.12; 98.2a2 |
| 3   | 475-E12    | -                 | -  |
| 4   | 477-E12    | 600               | 152.; 169  |

Nhận xét:

Sau khi thực hiện tính toán bằng CAPO thì số lượng và dung lượng tụ bù trên các xuất tuyến đã có sự thay đổi cụ thể là:

- Xuất tuyến 471-E12 tăng thêm 1 bộ tụ với tổng dung lượng bù tăng từ 2.700 kVAr lên 3.000 kVAr.

- Xuất tuyến 473-E12 tăng thêm 2 bộ tụ với tổng dung lượng bù tăng từ 1.800 kVAr lên 2.400 kVAr.

- Xuất tuyến 477-E12 giảm đi 3 bộ tụ với tổng dung lượng bù giảm từ 1.500 kVar xuống 600 kVar.

Tiến hành thực hiện chạy lại phân bố công suất bằng modul Load Flow với vị trí các tụ bù tái cấu trúc, ta thu được kết quả về công suất, tổn thất công suất 4 xuất tuyến trạm E12 như bảng 3.15

*Bảng 3.15 Công suất và tổn thất công suất của lưới điện quận Cẩm Lệ khi vận hành với vị trí các tụ bù đã tái cấu trúc*

| Tên trạm/<br>XT                  | Khoảng<br>thời gian | P(kW)     | Q(kVar)   | $\Delta P$ (kW) | Tỷ lệ<br>$\Delta P/P(\%)$ |
|----------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------------|---------------------------|
| E12(4XT:<br>471,473,<br>475,477) | 7h-17h              | 31.182,28 | 13.624,45 | 512,49          | 1,64                      |
|                                  | 17h-22h             | 31.676,54 | 13.905,93 | 558,32          | 1,76                      |
|                                  | 22h-7h              | 21.373,90 | 7.051,53  | 231,23          | 1,08                      |
| 472-E11                          | 7h-17h              | 1.161,15  | 1.026,03  | 8,25            | 0,71                      |
|                                  | 17h-22h             | 1.792,08  | 1.109,32  | 10,15           | 0,57                      |
|                                  | 22h-7h              | 974,85    | 596,61    | 2,77            | 0,28                      |
| $\Sigma\Delta$ (kWh)             |                     | 691.916,2 |           | 10.155,75       |                           |

So sánh kết quả (bảng 3.6) và (bảng 3.15) ta thu được bảng tổng hợp tổn thất của cả 4 xuất tuyến trạm E12 trong 3 khoảng thời gian trước và sau tái cấu trúc vị trí các tụ bù như bảng 3.19

*Bảng 3.19 Tổng hợp tổn thất của cả 4 xuất tuyến trạm E12 trong 3 khoảng thời gian trước và sau tái cấu trúc vị trí các tụ bù*

| Toàn<br>trạm<br>E12 | Khoảng<br>thời gian | Tổn thất khi vận<br>hành với vị trí<br>tụ bù hiện tại | Tổn thất khi vận<br>hành với vị trí<br>tụ bù tối ưu | Độ giảm<br>tổn thất |
|---------------------|---------------------|---|---|---------------------|
|                     |                     | $\Delta P$ (kW)                                       | $\Delta P$ (kW)                                     | $\delta P$ (kW)     |
|                     | 7h-17h              | 524,92  | 512,49  | 12,43               |
|                     | 17h-22h             | 570,79  | 558,32  | 12,47               |
|                     | 22h-7h              | 233,52  | 231,23  | 2,29                |

Từ kết quả tổng hợp từ bảng 3.12 đến 3.18 ta thấy kết quả tổn thất trên toàn lưới giảm, đồng thời điện áp thấp nhất tại các xuất tuyến đều tăng lên và từ kết quả độ giảm tổn thất như bảng 3.19 ta tính được điện năng giảm được trong 1 ngày sau khi tái cấu trúc vị trí các tụ bù là :

$$\delta A_1 = 12,43 \times 10 + 12,47 \times 5 + 2,29 \times 9 = \mathbf{207,26 \text{ kWh}}$$

### **3.7.2. Tính toán phương thức vận hành cơ bản tối ưu cho lưới điện của Điện lực quận Cẩm Lệ bằng phương pháp điểm mở tối ưu dùng modul TOPO của phần mềm PSS/ADEPT**

Hiện tại trạm E12 Cầu Đỏ cấp điện cho lưới điện quận Cẩm Lệ qua 4 xuất tuyến 22kV, trong đó có 3 xuất tuyến có thể khép vòng lại với nhau tạo thành 3 mạch vòng. Vị trí mở trên 3 mạch vòng ở trạng thái vận hành hiện tại chưa tối ưu Topo như bảng 3.20

*Bảng 3.20 Vị trí mở của mạch vòng chưa tối ưu Topo*

| STT | Tên mạch vòng    | Vị trí mở của mạch vòng | Vị trí nút     |
|-----|------------------|-------------------------|----------------|
| 01  | 471E12 và 477E12 | DCL La Châu             | 33.144-33.144. |
| 02  | 473E12 và 475E12 | DCL Đồ Xu               | N29-41.2       |
| 03  | 473E12 và 477E12 | DCL Cầu Đỏ              | 11-24.12       |

Modul Topo sẽ tính toán để xem mở phân đoạn nào trên các mạch vòng để đem đến tổn thất công suất  $\Delta P$  trong toàn mạng là bé nhất. Kết quả thu được sau khi chạy điểm mở tối ưu đặt thời gian phân tích ở thời điểm tải cực đại được tổng hợp ở bảng 3.21

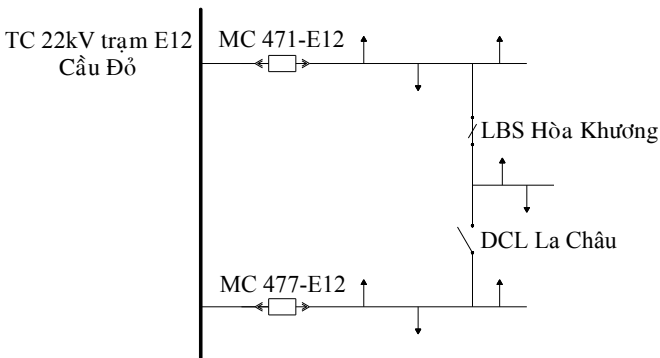


*Bảng 3.21 Vị trí mở của mạch vòng sau tối ưu Topo*

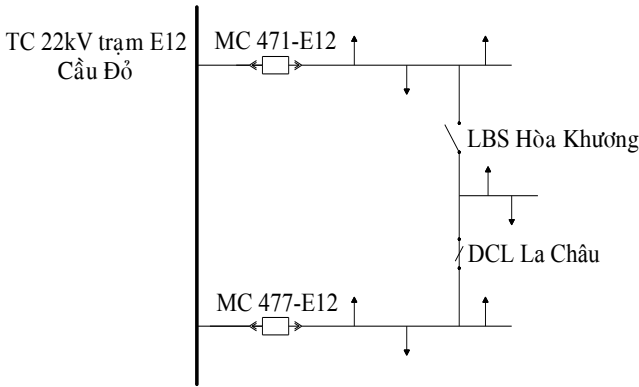
| STT | Tên mạch vòng    | Vị trí mở của mạch vòng | Vị trí nút |
|-----|------------------|-------------------------|------------|
| 01  | 471E12 và 477E12 | <i>LBS Hòa Khương</i>   | 216-216.   |
| 02  | 473E12 và 475E12 | DCL Đò Xu               | N29-41.2   |
| 03  | 473E12 và 477E12 | DCL Cầu Đỏ              | 11-24.12   |

Như vậy, sau khi chạy TOPO của phần mềm PSS/ADEPT thì ta thấy giữa phương thức vận hành hiện tại mà Điện lực quận Cẩm Lệ đang sử dụng và phương thức vận hành tối ưu tính toán ở trên đã có sự thay đổi. Trong ba mạch vòng thì chỉ có mạch vòng 471E12-477E12 là tìm được điểm mở tối ưu, hai mạch vòng còn lại không tìm được.

Sơ đồ tóm gọn mạch vòng XT 471-E12 và 477-E12 (tìm được điểm mở tối ưu) trước và sau khi chạy TOPO được thể như hình 3.10a và 3.10b



*Hình 3.10a Sơ đồ tóm gọn mạch vòng XT 471-E12 và 477-E12 trước khi xác định điểm mở tối ưu*



Hình 3.10b Sơ đồ tóm gọn mạch vòng XT 471-E12 và 477-E12 sau khi xác định điểm mở tối ưu

Thực hiện tính toán lại phân bố công suất trong 3 khoảng thời gian thu được kết quả công suất và tổn thất công suất đầu nguồn trong 3 khoảng thời gian sau khi tìm được điểm mở tối ưu được tổng hợp trong bảng 3.22

Bảng 3.22 Công suất và tổn thất công suất cả 4 xuất tuyến trạm E12 sau tính toán TOPO với vị trí các tụ bù đã tái cấu trúc

| Tên trạm                         | Khoảng thời gian | P(kW)     | Q(kVar)   | $\Delta P$ (kW) | Tỷ lệ $\frac{\Delta P}{P}(\%)$ |
|----------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------------|--------------------------------|
| E12(4XT:<br>471,473,<br>475,477) | 7h-17h           | 31.141,56 | 13.510,58 | 470,00          | 1,51                           |
|                                  | 17h-22h          | 31.631,89 | 13.788,78 | 514,67          | 1,63                           |
|                                  | 22h-7h           | 21.352,89 | 7.000,50  | 212,04          | 0,99                           |

So sánh kết quả giữa bảng 3.15 và bảng 3.22 ta thu được kết quả độ giảm tổn thất như bảng 3.23

*Bảng 3.23 Tổng hợp tổn thất của cả 4 xuất tuyến trạm E12 trong 3 khoảng thời gian trước và sau khi xác định điểm mở tối ưu*

| Toàn trạm E12(4XT: 471,473, 475,477) | Khoảng thời gian | Tổn thất khi vận hành với vị trí tụ bù tối ưu | Tổn thất sau khi xác định điểm mở tối ưu | Độ giảm tổn thất |
|--------------------------------------|------------------|---|--|------------------|
|                                      |                  | $\Delta P$ (kW)                               | $\Delta P$ (kW)                          | $\delta P$ (kW)  |
|                                      | 7h-17h           | 512,49  | 470,00                                   | 42,49            |
|                                      | 17h-22h          | 558,32  | 514,67                                   | 43,65            |
|                                      | 22h-7h           | 231,23  | 212,04                                   | 19,19            |

Điện năng giảm được trong 1 ngày khi vận hành với điểm mở tối ưu là :

$$\delta A_2 = 42,49 \times 10 + 43,65 \times 5 + 19,19 \times 9 = \mathbf{815,86 \text{ kWh}}$$

Như vậy ta thấy sau khi tính toán điểm mở tối ưu thì độ lợi tổn thất điện năng tăng lên rất nhiều so với trường hợp tối ưu hoá vị trí các tụ bù mặc dù kinh phí không tốn kém mà chỉ thay đổi kết cấu lưới vận hành.

Nếu chúng ta thực hiện hoán đổi các vị trí tụ bù và thay đổi phương thức vận hành điểm mở tối ưu như tính toán ở trên thì hiệu quả đem lại sẽ rất lớn. Cụ thể điện năng giảm được trong một ngày là:

$$\delta A_{\Sigma 1\text{ngày}} = \delta A_1 + \delta A_2 = 207,26 + 815,86 = \mathbf{1.023,12 \text{ kWh}}$$

## CHƯƠNG 4

### CẢI THIỆN SÓNG HÀI TRÊN LƯỚI ĐIỆN CỦA ĐIỆN LỰC QUẬN CẨM LỆ

#### 4.1. TỔNG QUAN VỀ SÓNG HÀI

##### 4.1.1. Khái niệm chung

Bất kỳ tín hiệu có tính tuần hoàn đều được mô tả bởi chuỗi hàm sine hoặc cosine hay còn gọi là chuỗi Fourier

$$U(t) = U_{dc} + \sum_1^{\infty} (U_{(n)s} \sin(n\omega t) + U_{(n)c} \cos(n\omega t)) \quad (4.1)$$

- Hệ số méo dạng điện áp:

$$THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1} \quad (4.4)$$

- Hệ số méo dạng dòng điện:

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \quad (4.5)$$

##### 4.1.2. Các nguồn tạo sóng điều hòa

a. Máy điện

b. Thiết bị điện tử công suất

c. Các thiết bị hồ quang

##### 4.1.3. Các giới hạn của sóng hài

Bảng 4.2 Các giới hạn méo theo dòng điện của tiêu chuẩn IEEE 519-1992

| Nhiều dòng điện tối đa ( % của $I_{\text{tải}}$ )       |          |                  |                  |                  |             |      |
|---|----------|------------------|------------------|------------------|-------------|------|
| Tỷ số ngắn mạch (SCR = $I_{\text{SC}}/I_{\text{tải}}$ ) | $h < 11$ | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 23$ | $23 \leq h < 35$ | $35 \leq h$ | THD  |
| <20   | 4,0      | 2,0              | 1,5              | 0,6              | 0,3         | 5,0  |
| 20 tới 50   | 7,0      | 3,5              | 2,5              | 1,0              | 0,5         | 8,0  |
| 50 tới 100  | 10,0     | 4,5              | 4,0              | 1,5              | 0,7         | 12,0 |
| 100 tới 1000  | 12,0     | 5,5              | 5,0              | 2,0              | 1,0         | 15,0 |
| Trên 1000   | 15,0     | 7,0              | 6,0              | 2,5              | 1,4         | 20,0 |

#### 4.1.4. Các biện pháp làm giảm ảnh hưởng của sóng hài

a. Bộ lọc thụ động

b. Bộ lọc tích cực (chủ động)

c. Bộ lọc hỗn hợp

## 4.2. CÁC TÁC ĐỘNG CHÍNH CỦA SÓNG HÀI TRONG LƯỚI ĐIỆN

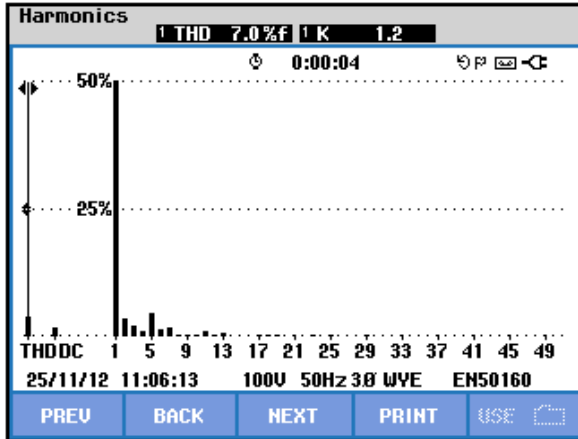
### 4.3. NGUỒN PHÁT SÓNG HÀI TẠI PHỤ TẢI THUỘC LƯỚI ĐIỆN CỦA ĐIỆN LỰC QUẬN CẨM LỆ

4.3.1. Thu thập số liệu

4.3.2. Thiết bị đo và phân tích

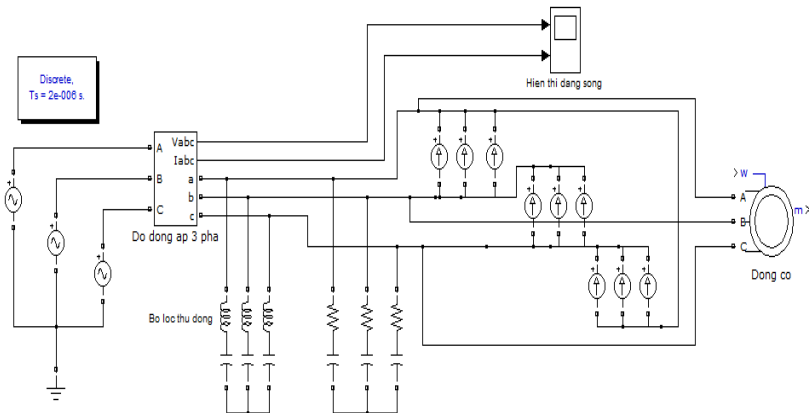
4.3.3. Kết quả đo và phân tích dạng sóng

Kết quả đo tổng mức biến dạng sóng hài (bậc hài) tại trạm biến áp của nhà máy Cosevco 19 như hình 4.9

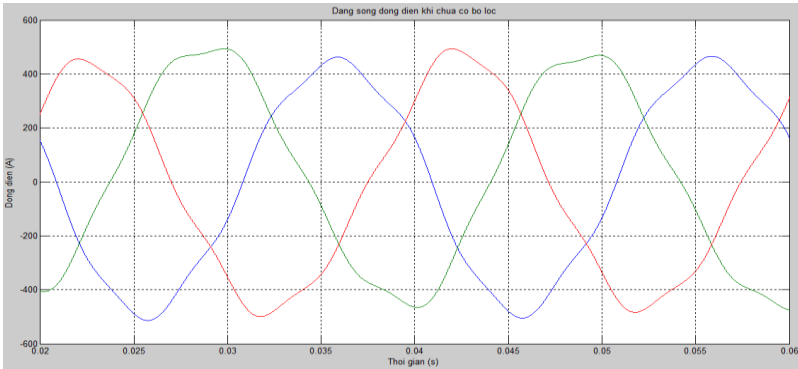


Hình 4.9 Bậc hài đo được tại TBA nhà máy xi măng Cosevco 19

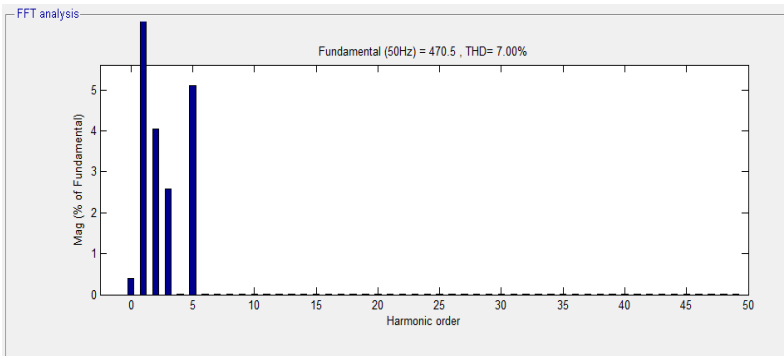
#### 4.3.4. Mô phỏng khắc phục sóng hài bằng phần mềm MATLAB/ SIMULINK



Hình 4.10 Sơ đồ mô phỏng



Hình 4.11 Dạng sóng dòng điện khi không dùng bộ lọc thụ động



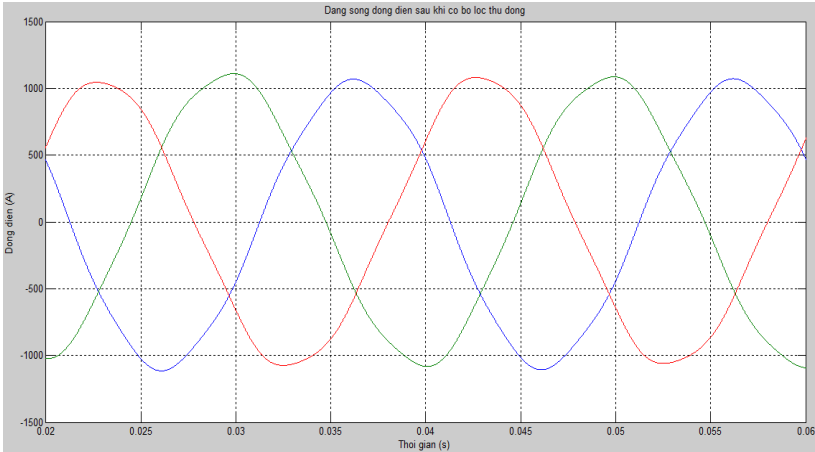
Hình 4.12 Kết quả mô phỏng bậc hài trước khi sử dụng bộ lọc thụ động

Tính toán chọn thông số bộ lọc thụ động để loại bỏ thành phần sóng hài bậc 5:

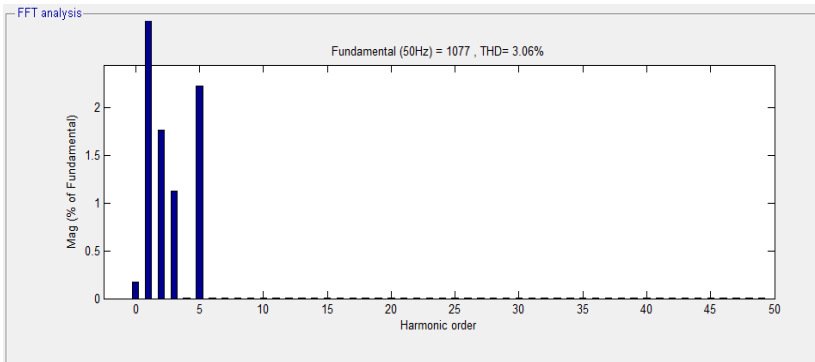
Do biên độ dòng điện phụ tải là  $\approx 400\text{A}$  nên theo bảng tra phụ lục 4, chọn  $Q_{\text{boloc}}=79,58 \text{ kVar}$

$$C_5 = \frac{79,58 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 250 \cdot 380^2} \frac{24}{25} = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ F}$$

$$L_5 = \frac{1}{4\pi^2 f_5^2 C_5} = \frac{1}{4\pi^2 250^2 \cdot 3,37 \cdot 10^{-4}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$



Hình 4.14 Dạng sóng dòng điện sau khi sử dụng bộ lọc thụ động



Hình 4.15 Bậc hài sau khi sử dụng bộ lọc thụ động

Sau khi sử dụng bộ lọc thụ động vào mạch điện để lọc thành phần hài thì tổng độ méo sóng hài đã giảm xuống còn  $THD\% = 3,06\%$ , thỏa mãn tiêu chuẩn quốc tế IEEE 519- 1992.



## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Đề tài : “ Nghiên cứu đề xuất các giải pháp để vận hành tối ưu của lưới điện quận Cẩm Lệ - TP Đà Nẵng “ nhằm mục đích tính toán phương thức vận hành tối ưu cho lưới điện phân phối của Điện lực quận Cẩm Lệ . Trong luận văn đã thực hiện nghiên cứu được những kết quả chính như sau:

Về mặt lý thuyết: Đã nghiên cứu tổng quan về các vấn đề vận hành lưới điện phân phối để làm cơ sở cho việc tính toán vận hành tối ưu.

Nghiên cứu và sử dụng phần mềm PSS/ADEPT dùng trong tính toán lưới điện phân phối.

- Thu thập và xử lý các số liệu cho việc tính toán của lưới điện Điện lực quận Cẩm Lệ để đưa vào phần mềm.

- Tính toán phương thức vận hành cơ bản của lưới điện Điện lực quận Cẩm Lệ, trong đó bao gồm công suất và tổn thất công suất trên từng xuất tuyến, toàn trạm biến áp nguồn, từ đó có hướng nghiên cứu và đề xuất giải pháp vận hành để tổn thất trên lưới là thấp nhất. Thực hiện kiểm tra điện áp tại các nút trên từng xuất tuyến để tìm nút có điện áp thấp nhất giúp cảnh báo trong vận hành.

- Tính toán được vị trí và dung lượng bù tối ưu nhằm làm giảm tổn thất điện năng so với vận hành hiện tại thiết bị bù trên các xuất tuyến và toàn trạm biến áp nguồn của lưới điện Điện lực quận Cẩm Lệ.

- Tính toán điểm mở tối ưu cho phương thức vận hành cơ bản của lưới điện Điện lực quận Cẩm Lệ để tổn thất công suất thấp nhất và điện áp nằm trong phạm vi cho phép.

- Đối với quy mô lưới điện rộng lớn thì việc khắc phục tình trạng sóng hài trên lưới điện là một vấn đề khó khăn và phức tạp. Đối

với phạm vi nhỏ như các tòa nhà cao ốc, nhà máy xi măng, xí nghiệp ... thì việc sử dụng bộ lọc LC để khắc phục, cải thiện sóng hài là điều có thể áp dụng dễ dàng trong thực tế do cấu tạo đơn giản và giá thành rẻ.

**Qua kết quả nghiên cứu của đề tài, có những kiến nghị như sau:**

- Việc sử dụng phần mềm PSS/ADEPT để tính toán và phân tích LĐPP là điều vô cùng cần thiết vì nó mang lại nhiều lợi ích, nếu khai thác tốt sẽ giúp ích rất nhiều trong công tác quản lý và vận hành LĐPP 22kV

- Sơ đồ tính toán được lập nên trong phần mềm PSS/ADEPT sẽ giúp cho các cán bộ quản lý vận hành có thể sử dụng được lâu dài. Trong đó, chỉ cần hiệu chỉnh lại lưới điện theo thực tế và cập nhật lại số liệu phụ tải tính toán sẽ giúp được các phương thức vận hành tối ưu theo từng thời điểm của các năm về sau.

- Các phương pháp thu thập số liệu phụ tải tính toán dùng trong phần mềm PSS/ADEPT có thể áp dụng cho các LĐPP khác có tính chất tương tự.

- Số lượng công tơ điện tử lắp đặt tại 2 nhóm phụ tải sinh hoạt - thương nghiệp và quản lý - văn phòng còn ít. Nếu tăng số lượng công tơ điện tử cho 2 nhóm phụ tải trên thì số liệu thu thập và kết quả tính toán sẽ chính xác hơn.

- Do khả năng và điều kiện có hạn. Tài liệu tham khảo về sóng hài còn hạn chế, chưa nghiên cứu thử nghiệm trên thiết bị thực tế nên luận văn chỉ tập trung vào phân tích nguồn gây sóng hài và nêu lên giải pháp có thể áp dụng được hiện nay.

- Với bộ lọc LC sẽ làm giảm sóng hài một cách đáng kể, làm cho chất lượng điện được tốt hơn. Tuy nhiên để giảm từng bậc hài thành phần, ta phải sử dụng nhiều bộ lọc LC nối song song.