

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

**TRỊNH VĂN THÀNH**

**NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN CÁC GIẢI PHÁP**  
**TIẾT KIỆM ĐIỆN NĂNG CHO NHÀ MÁY NƯỚC**  
**BIÊN HỒ GIA LAI**

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

**Mã số : 60.52.50**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Đà Nẵng - Năm 2011**

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

Người hướng dẫn khoa học: **TS. ĐOÀN ANH TUẤN**

Phản biện 1: **PGS.TS. Đinh Thành Việt**

Phản biện 2: **PGS.TS. Nguyễn Hồng Anh**

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 15 tháng 12 năm 2011

*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

Trong giai đoạn hiện nay, năng lượng nói chung và năng lượng điện nói riêng đóng một vai trò rất quan trọng và có ảnh hưởng đến mọi lĩnh vực đời sống kinh tế xã hội. Nước ta là một nước đang phát triển nhu cầu về sử dụng năng lượng rất lớn nhưng lại bị hạn chế về mặt năng lượng, đặc biệt là năng lượng điện. Đứng trước tình hình tài nguyên năng lượng ngày càng khan hiếm, việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là ưu tiên quan trọng trong chính sách năng lượng quốc gia.

Để sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, trước tiên cần phải có các hoạt động quản lý năng lượng một cách chặt chẽ của các doanh nghiệp, các cơ sở tiêu thụ năng lượng để tìm ra các giải pháp tiết kiệm năng lượng. Luật sử dụng tiết kiệm và hiệu quả đã được Quốc hội thông qua theo Nghị quyết số 51/2001/QH10[10] đã quy định về chính sách, biện pháp thúc đẩy sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, vì thế việc tiến hành nghiên cứu đề xuất các giải pháp tiết kiệm năng lượng nói chung và năng lượng điện nói riêng là rất cần thiết. Một trong những giải pháp để tiết kiệm năng lượng nói chung và năng lượng điện nói riêng mà nhiều nước trên thế giới và Việt Nam áp dụng đó là chương trình quản lý nhu cầu DSM (Demand Side Management). Tiềm năng của DSM với các thành phần phụ tải là rất đa dạng và phong phú, với phụ tải công nghiệp động cơ không đồng bộ (KĐB) là đối tượng tác động mạnh mẽ và có hiệu quả rất lớn đối với DSM. Động cơ KĐB có cấu tạo đơn giản, vận hành chắc chắn, dải công suất rộng, nên được sử dụng rộng rãi trong thực tế. Theo ước tính trên 50% điện năng sản xuất trên thế giới do động cơ KĐB tiêu thụ, trong suốt vòng đời của động cơ KĐB tiền điện

chiếm khoảng 96% trong khi đó chi phí mua động cơ và bảo dưỡng chỉ chiếm 4%. Ở các nhà máy, xí nghiệp công nghiệp, doanh nghiệp, phụ tải chủ yếu là động cơ KĐB, tuy nhiên việc sử dụng còn lãng phí hiệu quả chưa cao do đó việc sử dụng hiệu quả đối với động cơ KĐB sẽ góp phần tiết kiệm điện cho nhà máy, xí nghiệp, doanh nghiệp nói riêng và quyết định đến việc sử dụng năng lượng nói chung.

Nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai là nhà máy cung cấp nước sạch phục vụ cho dân cư thuộc thành phố Pleiku Gia Lai. Phụ tải điện của nhà máy chủ yếu là các động cơ KĐB ba pha dùng để bơm nước. Thành phố Pleiku nằm trên độ cao trung bình 300 đến 500 mét, ngã ba quốc lộ 14 và quốc lộ 19 có độ cao là 795 m vì vậy địa hình thành phố Pleiku có độ cao rất khác nhau. Theo tính toán thiết kế của hệ thống cấp nước cho thành phố Pleiku thì đường ống cung cấp nước cho vùng cao có áp suất là 5,0Pa còn các đường ống cấp nước cho các khu vực đô thị khác chỉ yêu cầu áp suất nước trong ống từ 3,6 Pa. Căn cứ vào yêu cầu cụ thể của mạng cấp nước cho khu vực thành phố Pleiku, nhà máy nước chia chế độ cấp nước cho khu vực 5,0Pa là 3 giờ và 9 giờ cấp nước cho các khu đô thị khác của thành phố. Do hệ thống động cơ bơm nước của nhà máy không có chế độ điều khiển nên các động cơ luôn chạy ở chế độ định mức dẫn tới áp suất trong đường ống cấp nước chỉ dao động từ 4.7 – 5.0Pa như vậy động cơ điện đã tiêu thụ một lượng điện năng không cần thiết. Do nhu cầu về áp lực nước của các khu đô thị khác nhau nên dẫn đến công suất của động cơ cũng cần thay đổi theo yêu cầu phụ tải vì vậy cơ hội tiết kiệm điện năng là rất cao.

Nhận thức được tầm quan trọng của việc tiết kiệm năng lượng nói chung, điện năng nói riêng, và sự ảnh hưởng của động cơ KĐB trong việc sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, đó là lý

do mà tác giả  *nghiên cứu, tính toán các giải pháp tiết kiệm điện năng cho nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai* nhằm góp phần tiết kiệm điện năng cho nhà máy.

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

### **2.1. Mục tiêu**

Khảo sát nghiên cứu đưa ra các giải pháp sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả nhằm nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng, cải thiện môi trường, qua đó góp phần đảm bảo an ninh năng lượng của đất nước.

### **2.2. Nhiệm vụ nghiên cứu**

- Các chiến lược chủ yếu của chương trình quản lý nhu cầu.
- Phân tích các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả.
- Tính toán kinh tế, đánh giá hiệu quả khi dùng các giải pháp tiết kiệm năng lượng.
- Tính toán áp dụng cho nhà máy

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

- Đối tượng nghiên cứu: Các phụ tải tiêu thụ điện trong nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai.
- Phạm vi nghiên cứu: Nghiên cứu các chiến lược của chương trình quản lý nhu cầu từ đó thấy được lợi ích mà chương trình mang lại, nghiên cứu hiệu quả của các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả đối với các thiết bị tiêu thụ điện nhằm giảm tổn thất điện năng cho nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai.

## **4. Phương pháp nghiên cứu**

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Nghiên cứu các tài liệu sách, báo, chuyên đề, giáo trình, bài giảng.
- Phương pháp thực nghiệm: Áp dụng các lý thuyết đã nghiên cứu để tính toán cho nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai.

## 5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

- Nghiên cứu các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả đối với phụ tải điện qua đó tiết kiệm được điện năng, giảm chi phí sản xuất của nhà máy, góp phần cải thiện môi trường, từ đó có thể nhân rộng việc áp dụng giải pháp cho các cơ sở sản xuất khác.

## 6. Tên luận văn

Căn cứ theo đối tượng và phạm vi nghiên cứu, mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu, luận văn được đặt tên “*nghiên cứu, tính toán các giải pháp tiết kiệm điện năng cho nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai*”

## 7. Cấu trúc của luận văn

Luận văn ngoài phần mở đầu và kết luận, gồm có ba chương sau

- **Chương 1:** Tổng quan về DSM
- **Chương 2:** Các giải pháp và hiệu quả tiết kiệm trong sản xuất ở Việt Nam
- **Chương 3:** Tính toán tiết kiệm năng lượng tại nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai

## **CHƯƠNG 1**

### **TỔNG QUAN VỀ DSM**

#### **1.1. Khái niệm về DSM**

DSM là một hợp tác giải pháp kỹ thuật – Công nghệ - Kinh tế - Xã hội nhằm sử dụng điện năng một cách hiệu quả và tiết kiệm. DSM nằm trong chương trình tổng thể quản lý nguồn cung cấp (SSM – Supply Side Management) và quản lý nhu cầu sử dụng điện năng (DSM-Demand Side Management).

#### **1.2. Chiến lược của DSM**

Chiến lược này bao gồm các giải pháp chủ yếu sau: điều khiển trực tiếp dòng điện, tích trữ năng lượng, sử dụng các nguồn năng lượng mới, đổi mới giá [3],[4],[10].

##### ***1.2.1. Điều khiển nhu cầu điện năng phù hợp với khả năng cung cấp điện một cách kinh tế nhất***

###### ***1.2.1.1. Điều khiển trực tiếp dòng điện***

- a) Cắt giảm đỉnh
- b) Lắp thấp điểm
- c) Chuyển dịch phụ tải
- d) Biện pháp bảo tồn
- e) Tăng cường dòng điện
- f) Biểu đồ phụ tải linh hoạt

###### ***1.2.1.2. Tích trữ năng lượng***

###### ***1.2.1.3. Sử dụng nguồn năng lượng tái tạo, năng lượng mới***

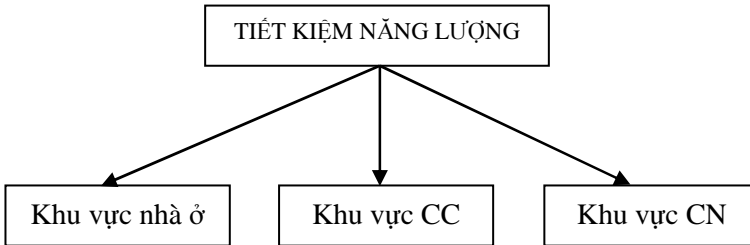
###### ***1.2.1.4. Giá bán điện thay đổi***

##### ***1.2.2. Nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng của hộ dùng điện***

###### ***1.2.2.1. Sử dụng các thiết bị có hiệu suất cao***

###### ***1.2.2.2. Giảm thiểu sự tiêu phí năng lượng một cách vô ích***

Các biện pháp cụ thể tiết kiệm điện năng thuộc giải pháp này chia ra làm ba khu vực (hình 1.12)



*Hình 1.12. Các khu vực tiết kiệm năng*

- a) Khu vực nhà ở:
- b) Khu vực công cộng (CC):
- c) Khu vực công nghiệp (CN):

### **1.3. Kết luận**

Trong chương 1 tác giả đã trình bày những khái niệm cơ bản về DSM và hai chiến lược chủ yếu của DSM, đó là: điều khiển nhu cầu dùng điện cho phù hợp với khả năng cung cấp một cách kinh tế nhất và nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng của các hộ dùng điện để giảm điện năng tiêu thụ. Trong việc nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng để giảm điện năng tiêu thụ, với khu vực công nghiệp mà đặc biệt là với động cơ không đồng bộ.

Trong chương 2 tác giả sẽ nghiên cứu chi tiết vào các hệ thống tiêu thụ năng lượng như hệ thống chiếu sáng, hệ thống động cơ



## CHƯƠNG 2

### CÁC GIẢI PHÁP VÀ HIỆU QUẢ TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG TRONG SẢN XUẤT TẠI VIỆT NAM

#### 2.1. Mở đầu

Trong chương 1 tác giả đã phân tích các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả, trong chương này tác giả đề cập đến hai giải pháp chính đó là: Giải pháp tiết kiệm điện cho hệ thống chiếu sáng và giải pháp tiết kiệm điện năng cho động cơ điện bằng phương pháp điều chỉnh hệ số công suất (HSCS) kết hợp với điều chỉnh tốc độ động cơ bằng biến tần (BT).

#### 2.2. Hệ thống chiếu sáng

##### 2.2.1. Khái niệm và một số định nghĩa

2.2.1.1. Ánh sáng

2.2.1.2. Màu sắc

2.2.1.3. Độ rọi  $E$

2.2.1.4. Quang thông ( $\phi$ )

2.2.1.5. Hiệu quả ánh sáng

##### 2.2.2. Thiết kế chiếu sáng

Thiết kế chiếu sáng phải đáp ứng yêu cầu về độ rọi và hiệu quả của chiếu sáng đối với thị giác. Ngoài ra, chúng ta còn phải quan tâm đến màu sắc ánh sáng, lựa chọn các chao chụp đèn, sự bố trí ánh sáng vừa đảm bảo tính kinh tế, kỹ thuật mà còn phải đảm bảo mỹ quan.

2.2.2.1. Phương pháp tính toán chiếu sáng

2.2.2.2. Bố trí đèn

##### 2.2.3. Giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả

2.2.3.1. Sử dụng nguồn sáng hợp lý

2.2.3.2. Lựa chọn chủng loại thiết bị chiếu sáng phù hợp

2.2.3.3. Điều khiển và vận hành hệ thống chiếu sáng hợp lý

2.2.3.4. Áp dụng một số công nghệ mới

### 2.3. Hệ thống động cơ

#### 2.3.1. Giải pháp điều chỉnh hệ số công suất

2.3.1.1. Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất  $\cos\varphi$

- \* Giảm được công suất tổn thất trong mạng điện
- \* Giảm được tổn thất điện áp trong mạng điện
- \* Tăng khả năng truyền tải của đường dây và máy biến áp

2.3.1.2. Các biện pháp nâng cao hệ số công suất  $\cos\varphi$  được chia làm hai nhóm chính

- a) Nâng cao hệ số công suất  $\cos\varphi$  tự nhiên
- b) Nâng cao hệ số công suất  $\cos\varphi$  bằng phương pháp bù

#### 2.3.2. Bù công suất phản kháng

Khái niệm *đương lượng kinh tế* ( $k_{kt}$ ) [8], của CSPK:

“*Đương lượng kinh tế của công suất phản kháng là lượng công suất tác dụng (kW) tiết kiệm được khi bù (kVAr) công suất phản kháng*”.

Như vậy nếu biết  $k_{kt}$  và lượng công suất bù  $Q_{bu}$ , chúng ta tính được công suất tác dụng tiết kiệm được do bù là:

$$\Delta P_{tk} = k_{kt} \cdot Q_{bu} \quad (\text{kW}) \quad (2.10)$$

Nếu Q và R càng lớn thì  $k_{kt}$  càng lớn, nghĩa là nếu phụ tải phản kháng càng lớn và càng ở xa nguồn thì việc bù càng có hiệu quả kinh tế. Giá trị của  $k_{kt}$  thường nằm trong khoảng  $0,02 \div 0,12$  (kW/kVAr).

#### 2.3.3. Xác định dung lượng bù

Dung lượng bù được xác định theo công thức sau:

$$Q_{bu} = P(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2)\alpha \quad (2.17)$$

$\alpha = 0,9 \div 1$ : hệ số xét tới khả năng nâng cao  $\cos\varphi$ .

Xét đến thành phần tổn thất công suất tác dụng bên trong thiết bị bù, thì:  $\Delta P_{tk} = k_{kt} Q_{bù} - k_{bù} Q_{bù} = Q_{bù} (k_{kt} - k_{bù})$  (2.18)

### 2.3.4. Các thiết bị bù

#### 2.3.4.1. Tụ điện

#### 2.3.4.2. Máy bù đồng bộ

Ứng với các thiết bị bù khác nhau thì tương ứng có một tổn thất công suất tác dụng khác nhau được trình bày ở bảng (2.1).[8]

*Bảng 2.1. Suất tổn thất công suất tác dụng của các loại thiết bị bù*

TT	Loại thiết bị bù	$K_{bù}$ ( kW/kVAr)
1	Tụ điện	0,003 ÷ 0,005
2	Máy bù đồng bộ S=5000 ÷ 30000kVAr	0,002 ÷ 0,027
3	Máy bù đồng bộ S<5000kVA	0,03 ÷ 0,05
4	Động cơ dây quấn được đồng bộ hóa	0,02 ÷ 0,08
5	Máy phát đồng bộ dùng làm máy bù	0,10 ÷ 0,15

### 2.3.5. Vị trí đặt thiết bị bù

- Tụ điện điện áp thấp (0,4kV) được đặt theo ba cách:

+ Đặt tập trung ở thanh cái phía điện áp thấp của trạm biến áp phân xưởng.

+ Đặt thành nhóm ở tủ phân phối động lực hoặc đường dây chính trong phân xưởng.

+ Đặt phân tán ở từng thiết bị dùng điện

## 2.4. Giải pháp dùng Biến tần (BT)

### 2.4.1. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ khi thay đổi tần số

Các phương pháp điều chỉnh chủ yếu có thể thực hiện:

+ Trên stator: Thay đổi điện áp U đưa vào dây quấn stator, thay đổi số đôi cực từ P của dây quấn stator và thay đổi tần số f nguồn điện.

+ Trên rotor: Thay đổi điện trở rotor, nối cấp hoặc đưa sức điện động phụ vào rotor.

Ta nghiên cứu điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số, từ biểu thức:

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s) \quad (2.21)$$

Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số là một phương pháp điều chỉnh trơn trượt.

Trong thực tế ứng dụng, khi phụ tải yêu cầu mô men không đổi thì phải có:

$$\frac{U_2}{f_2} = \frac{U_1}{f_1} = \text{const} \quad (2.23)$$

Yêu cầu điều chỉnh tốc độ động cơ đảm bảo công suất cơ không đổi ( $P_{co}=\text{const}$ ), nghĩa là mô men tỷ lệ nghịch với tần số thì ta có:

$$\frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{f_2}{f_1}} \quad (2.24)$$

Nếu yêu cầu mô men tỷ lệ với bình phương của tốc độ, nghĩa là M tỷ lệ với  $f^2$  thì ta có:

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \quad (2.25)$$

Tóm lại: khi thay đổi tần số điều chỉnh tốc độ ta phải đồng thời điều chỉnh điện áp đưa vào động cơ điện.

## **2.4.2. Các bộ biến tần dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ**

### **2.4.2.1. Bộ biến tần trực tiếp dùng Thyristor**

Bộ biến tần trực tiếp dùng Thyristor biến đổi trực tiếp nguồn xoay chiều ba pha  $U_1, f_1$  bằng hằng số thành nguồn xoay chiều ba pha có  $U_2, f_2$  biến đổi.

### **2.4.2.2. Bộ biến tần dùng Thyristor có khâu trung gian một chiều**

Bộ biến tần có khâu trung gian một chiều là bộ biến đổi hai tầng [6], nhóm chỉnh lưu có chức năng biến đổi điện xoay chiều

thành một chiều, sau khi qua bộ lọc, điện áp một chiều được nghịch lưu thành điện áp xoay chiều có tần số biến đổi.

### 2.4.3. Sự thay đổi công suất khi thay đổi lưu lượng (tốc độ)

Với động cơ tương thích (quạt, bơm ly tâm, công suất trên trục động cơ, lưu lượng dòng chảy Q, áp suất chất lỏng H có quan hệ theo phương trình

$$P = K.H \cdot \frac{Q}{\eta} \quad (2.27)$$

Trong đó: K là hằng số, P là công suất của động cơ, H là áp suất, Q là lưu lượng và  $\eta$  là hiệu suất. Quan hệ giữa Q,H,P với tốc độ N của động cơ như sau:

$$Q_1/Q_2 = N_1/N_2 \quad (2.28)$$

$$H_1/H_2 = (N_1/N_2)^2 \quad (2.29)$$

$$P_1/P_2 = (N_1/N_2)^3 \quad (2.30)$$

Trong các công thức (2.28), (2.29), (2.30):  $N_1$  là tốc độ của động cơ ứng với lưu lượng  $Q_1$ , áp suất  $H_1$  và công suất  $P_1$ .  $N_2$  là tốc độ của động cơ ứng với lưu lượng  $Q_2$ , áp suất  $H_2$  và công suất  $P_2$

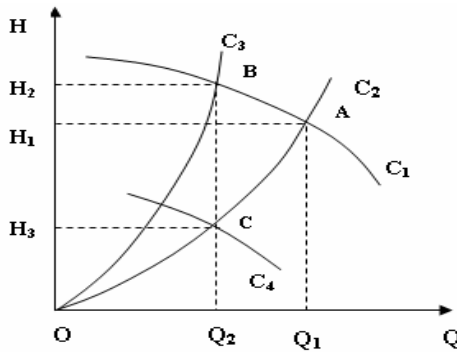
Sự thay đổi công suất khi thay đổi lưu lượng (hình 2.6), trong hình 2.6:

-  $C_1$  là đường cong thể hiện mối quan hệ giữa áp suất H và lưu lượng Q khi tốc độ của cánh quạt lắp trên trục của động cơ là không đổi.

-  $C_2$  là đường cong thể hiện đặc tính cản của đường ống khi van mở hoàn toàn.

$C_3$  là đường cong thể hiện đặc tính cản của đường ống khi có sự điều chỉnh van ( đóng bớt van lại).

$C_4$  là đường cong thể hiện mối quan hệ giữa áp suất H và lưu lượng Q khi sử dụng bộ biến tần để điều chỉnh tốc độ động cơ.



Hình 2.6. Giảm đồ thay đổi công suất khi thay đổi lưu lượng (tốc độ)

## 2.5. Kết luận

Trong giải pháp sử dụng năng lượng và hiệu quả đối với hệ thống chiếu sáng ta cần quan tâm đến chất lượng ánh sáng cụ thể cho từng khu vực từ đó lựa chọn chủng loại thiết bị cho phù hợp và điều khiển vận hành hệ thống chiếu sáng hiệu quả và kinh tế nhất. Với động cơ không đồng bộ, hai giải pháp điều chỉnh hệ số công suất (HSCS) bằng cách lắp tụ bù và điều chỉnh tốc độ động cơ bằng biến tần là có hiệu quả nhất. Giải pháp bù đã có những ý nghĩa quan trọng, từ đó xác định được dung lượng bù như thế nào cho phù hợp và vị trí đặt thiết bị bù. Từ nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi tần số, ta đã nghiên cứu nguyên lý làm việc của bộ biến tần và ứng dụng giải pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng biến tần đã mang lại hiệu quả tiết kiệm năng lượng của những động cơ tương thích. Việc ứng dụng cụ thể các giải pháp này cho nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai tác giả sẽ trình bày trong chương tiếp theo.

**CHƯƠNG 3**  
**TÍNH TOÁN TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG TẠI NHÀ MÁY**  
**NƯỚC BIỂN HỒ GIA LAI**

**3.1. Mở đầu****3.2. Tổng quan về nhà máy****3.2.1. Quy trình sản xuất***Bảng 3.4. Bảng tổng hợp tình hình sản xuất tại nhà máy năm 2010*

Tháng	TIÊU THỤ ĐIỆN NĂNG TRẠM (kW)			Tổng điện năng 3 trạm kW	Lưu lượng nước m <sup>3</sup>
	Trạm bơm I	Trạm xử lý nước	Trạm bơm II		
01	113.400	22.450	98.448	234.298	483.589
02	102.360	20.777	95.361	218.498	423.424
03	119.880	21.432	98.635	239.947	477.455
04	122.640	20.045	95.361	238.046	480.644
05	123.360	22.050	99.324	244.734	486.671
06	111.360	12.803	95.465	219.628	442.950
07	114.360	22.450	98.654	235.464	445.295
08	112.365	21.894	99.342	233.601	456.296
09	104.326	20.104	96.756	221.186	467.072
10	114.235	21.489	98.634	234.358	486.707
11	116.370	20.784	95.457	232.611	487.749
12	113.642	22.041	98.763	234.446	476.855
Tổng				<b>2.786.817</b>	<b>5.614.707</b>

**3.2.2. Danh mục các thiết bị****3.2.3. Sơ đồ phân bố điện trong nhà máy****3.3. Các hệ thống và thiết bị tiêu thụ năng lượng điện****3.3.1. Hệ thống chiếu sáng****3.3.2. Hệ thống động cơ****3.3.2.1. Động cơ bơm nước trạm bơm cấp I**

Gồm 3 động cơ có công suất 132 kW

**3.3.2.2. Động cơ trạm xử lý nước**

Gồm có 2 động cơ 35 kW và 2 động cơ 132kW

### 3.3.2.3. Động cơ bơm nước trạm bơm cấp II

Gồm 2 động cơ có công suất 132 kW

## 3.4. Tính toán kinh tế và đánh giá hiệu quả khi dùng giải pháp thay thế bóng đèn cho hệ thống chiếu sáng

### 3.4.1. Hiện trạng

Hiện nay nhà máy đang sử dụng 34 bóng đèn huỳnh quang công suất 40W, 33 bóng đèn cao áp công suất 125W chiếu sáng cho khuôn viên nhà máy. Các loại đèn này thuộc loại tiêu tốn điện năng lớn. Vì vậy tính toán, đề xuất giải pháp tiết kiệm điện cho hệ thống chiếu sáng.

### 3.4.2. Biện pháp đề xuất

Thay các bóng đèn huỳnh quang 40W thành T8(36W) cùng quang thông sẽ tiết kiệm được 4W cho mỗi bóng đèn  
Thay các bóng đèn cao áp 125W thành bóng đèn đường tiết kiệm IMPAC- 85 W

### 3.4.3. Phân tích chi phí lợi ích hệ thống chiếu sáng

#### 3.4.3.1. Thay đèn huỳnh quang 40W bằng đèn T8 (36W)

#### 3.4.3.2. Thay đèn cao áp 125 bằng đèn IMPAC 85W

\* Nhận xét: Với hệ thống chiếu sáng khi ta thay bóng đèn huỳnh quang 40W bằng đèn T8(36W) và đèn cao áp 125W bằng đèn IMPAC – 85W với tổng đầu tư chi phí ban đầu là 4.170.106 VNĐ, điện năng tiêu thụ hàng năm giảm 7.212kWh, tiền tiết kiệm được hàng năm là 9.543.403VNĐ. Lượng khí CO<sub>2</sub> thải ra môi trường 4,5 tấn. Như vậy việc thay bóng đèn cho hệ thống chiếu sáng sẽ mang lại hiệu quả kinh tế góp phần tiết kiệm năng lượng điện cho nhà máy.

## 3.5. Tính toán kinh tế và đánh giá hiệu quả khi dùng giải pháp bù

### 3.5.1. Tính toán kinh tế khi dùng giải pháp bù (bù phân tán)

#### 3.5.1.1. Các công thức tính toán



### 3.5.1.2. Tính toán cụ thể cho các động cơ

\*Nhận xét: Khi lựa chọn một số động cơ có công suất lớn, thời gian làm việc trong năm tương đối lớn, áp dụng giải pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không hiệu quả để áp dụng giải pháp bù để nâng cao HSCS thì hiệu quả về kinh tế và môi trường được cải thiện. Tổng dung lượng của các bộ tụ bù có dung lượng 230 kVAr, số tiền đầu tư 34,5 triệu VNĐ, điện năng tiêu thụ tiết kiệm được 56.414 kWh (khoảng 1,9%), số tiền tiết kiệm hàng năm là 74.658.287,6 VNĐ, lượng khí thải CO<sub>2</sub> thải ra môi trường giảm 35,28 tấn, thời gian thu hồi vốn đầu tư để mua và lắp đặt các bộ tụ trong 5 tháng.

### 3.5.2. Đánh giá hiệu quả khi dùng giải pháp bù

Hiệu quả khi dùng giải pháp bù đem lại đó là: Hệ số công suất được nâng lên; giảm được tổn thất công suất, tổn thất điện áp; tăng được khả năng tải của dây dẫn và máy biến áp và giảm được điện năng tiêu thụ, góp phần bảo vệ môi trường.

## 3.6. Tính toán kinh tế và đánh giá hiệu quả khi dùng giải pháp Biến tần

### 3.6.1. Các công thức tính toán

3.6.1.1. Trường hợp dùng biến tần với động cơ non tải và có tải luôn thay đổi

3.6.1.2. Trường hợp dùng bộ biến tần để điều chỉnh lưu lượng

3.6.1.3. Trường hợp dùng tiết lưu (van) để điều chỉnh lưu lượng

Trong trường hợp không dùng van và sau đó dùng van để điều chỉnh, các công thức tính toán như sau:

$$P_{TL} = P_1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{ti} \quad (3.21)$$

$$A_{TL} = P_1 \cdot \sum_{i=1}^n (P_{ti} \cdot t_i) \quad (3.22)$$

$$\Delta A = A - A_{TL} \quad (3.23)$$

### 3.6.1.4. Trường hợp dùng tiết lưu sau đó thay thế bằng biến tần

$$P_{TL} = P_1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{ti}; \quad A_{TL} = P_1 \cdot \sum_{i=1}^n (P_{ti} \cdot t_i); \quad A_{BT} = P_1 \cdot \sum_{i=1}^n (k_{bti} \cdot t_i)$$

$k_{bti}$  là hệ số giảm thấp công suất khi dùng bộ biến tần

Hoặc 
$$A_{BT} = P_1 \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{N_1} \right)^3 \cdot t_i$$

$$\Delta A = A_{BT} - A_{TL} \quad (3.24)$$

### 3.6.2. Tính toán cụ thể cho các động cơ tại trạm cấp II

Qua khảo sát tình hình vận hành tại nhà máy động cơ quy về làm việc ở các tốc độ khi áp suất là 3,6 Pa

Từ các biểu thức

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left( \frac{N_1}{N_2} \right)^2; \quad \frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{N_1}{N_2} \right)^3$$

Ta có: 
$$Q_1 = Q_2 \cdot \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}$$

Với  $Q_2 = 1.000 \text{ m}^3$ : hai bơm vận hành mỗi bơm có  $Q_{dm} = 500 \text{ m}^3$

$H_2 = 4,7 \text{ Pa}$ : áp lực đạt được khi bơm đồng thời 2 máy

$H_1 = 3,6 \text{ Pa}$ : áp lực cần thiết để cung cấp nước

$$Q_1 = 1.000 \cdot \sqrt{\frac{3,6}{4,7}} = 875 \text{ m}^3 \text{ h}$$

Lưu lượng của một bơm là

$$Q_{dm} = \frac{Q_2}{2} = \frac{875}{2} = 437,5 \text{ m}^3 \text{ h}$$

Vận tốc độ cần thiết cho động cơ là

$$N_1 = N_2 \cdot \frac{Q_1}{Q_{dm}} = 1.480 \times \frac{437,5}{500} = 1.295 \text{ vòng/phút}$$

*Bảng 3.22. Tổng hợp tính toán lắp đặt bộ biến tần cho động cơ bơm nước*

Diễn giải	Đơn vị	Kết quả
Công suất định mức của động cơ	kWh	132
Hiệu suất động cơ	-	0,95
Công suất điện	kWh	138,95
Số giờ vận hành trong một năm	Giờ	4.380
Điện năng khi chưa dùng bộ biến tần	kWh	570.933
Điện năng khi dùng bộ biến tần	kWh	394.517,25
Điện năng tiết kiệm được trong 1 năm	kWh(%)	158.189,9(28%)
Giá điện	VNĐ/kWh	1.323,40
Số tiền tiết kiệm được trong một năm	VNĐ	209.348.512,7
Vốn đầu tư	VNĐ	255.963.176
Thời gian hoàn vốn	Năm	1,2
Giảm khí CO <sub>2</sub>	Tấn	99

Diễn giải	Đơn vị	Kết quả
Số tiền tiết kiệm được trong 1 năm của 1 ĐC	VNĐ	209.348.512,7
Số động cơ vận hành	Cái	02
Tổng điện năng tiết kiệm	kWh	316.379,8
Tổng số tiền tiết kiệm được	VNĐ	418.697.027
Đầu tư mua biến tần	VNĐ	451.927.432
Thời gian hoàn vốn	Năm	1,2
Giảm khí CO <sub>2</sub>	Tấn	198

### 3.6.3. Sơ đồ hệ thống biến tần điều khiển động cơ và nguyên lý hoạt động.

\* Nhận xét: Động cơ bơm nước cần cung cấp một lưu lượng nước nhất định theo yêu cầu của các hộ gia đình theo từng thời điểm là khác nhau, do đó việc sử dụng biến tần để điều khiển tốc độ động cơ là hợp lý. Với các động cơ này ta sẽ chọn các Biến tần có công

suất 132kW – điện áp 0,4kV. Điện năng tiết kiệm được hàng năm là 316.379,8kWh đạt (28%) tương ứng với số tiền tiết kiệm được hàng năm gần 419 triệu VNĐ, lượng khí thải CO<sub>2</sub> thải ra môi trường giảm 198 tấn, thời gian hoàn vốn mua và lắp biến tần gần 1,2 năm. Như vậy lắp biến tần cho các động cơ bơm nước ở trạm bơm cấp II sẽ mang lại hiệu quả về kinh tế, góp phần tiết kiệm năng lượng điện cho nhà máy và bảo vệ môi trường. Mặt khác sử dụng hệ thống biến tần sẽ tự động điều khiển hệ thống làm việc dẫn tới có thể giảm công nhân vận hành cho nhà máy.

### **3.7. Sử dụng pin mặt trời cung cấp điện cho hệ thống chiếu sáng**

Nước cung cấp cho mạng lưới cấp nước phải đảm bảo vệ sinh cho người sử dụng vì thế sự quan tâm bảo quản khu vực chứa nước sạch là cần thiết. Để đảm bảo cho hệ thống cấp nước không bị ô nhiễm thì sự bảo quản kiểm tra thường xuyên rất quan trọng vì thế hệ thống chiếu sáng cho khu vực này không thể thiếu được. Hệ thống chiếu sáng của nhà máy được cung cấp từ lưới điện nên khi sự cố sự cố về lưới điện sẽ ảnh hưởng tới hệ thống chiếu sáng.

#### **3.7.1. Cấu tạo và hoạt động của pin mặt trời**

##### *3.7.1.1. Hiệu ứng quang điện*

##### *3.7.1.2. Hiệu suất của quá trình biến đổi quang điện*

##### *3.7.1.3. Cấu tạo pin mặt trời*

#### **3.7.2. Thiết kế hệ thống điện mặt trời**

Hệ thống năng lượng mặt trời là một hệ thống bao gồm các thành phần như; các tấm pin mặt trời (máy phát điện), các tải tiêu thụ điện, các thiết bị tích trữ năng lượng và các thiết bị điều phối năng lượng.

##### *3.7.2.1. Các thông số và các tải đặc trưng của phụ tải*

Để thiết kế, tính toán một hệ thống điện mặt trời trước hết cần một số thông số chính sau đây:

- Các yêu cầu và các đặc trưng của phụ tải
- Vị trí đặt hệ thống

### 3.7.2.2. Các bước thiết kế hệ thống điện mặt trời

- a) Lựa chọn sơ đồ khối
- b) Tính toán hệ nguồn điện pin mặt trời

### 3.7.2.3. Áp dụng tính toán cho hệ thống chiếu sáng nhà máy nước

*Bảng 3.24. Công suất các phụ tải chiếu sáng yêu cầu*

TT	Loại đèn	Công suất 1 bóng (W)	Số lượng	Số giờ sử dụng	Công suất tổng (W)
01	Cao áp	85	33	10	2.805,0
04	Huỳnh quang	36	14	10	504
<b>Tổng công suất chiếu sáng</b>					<b>3.309</b>

- a) Xác định điện năng tiêu thụ mỗi ngày

Tổng điện năng phải cấp hàng ngày cho tải bằng tổng tất cả điện năng của tải, thời gian các tải sử dụng là như nhau  $\tau = 10\text{h}$ .

$$P_{\text{ng}} = \tau(P_1 + P_2) = 10 \cdot (2.805 + 504) = 33.090,0 [\text{Wh/ngày}]$$

$P_{\text{ng}}$  là tổng công suất của các thiết bị tiêu thụ điện trong ngày

- b) Tính pin mặt trời (PV panel)

$$\text{Tổng số PV panel} = 33.090,0 \times 1,31 = 443.347,9 W_p$$

Ở đây PV là hệ thống pin mặt trời được ghép lại với nhau

Trong đó 1,31 là suất tổn hao trên thiết bị.

Tổng  $W_p$  panel

$$\sum W_p = \frac{443.347,9}{4,425} = 9.796,1 W_p$$

$W_p$  là công suất đỉnh của dàn pin mặt trời (Peak Watt)

Với cường độ bức xạ trung bình  $R = 4,425$  (kWh/m<sup>2</sup>/ngày)

Chọn loại PV có  $P_{WP} = 150$  W<sub>P</sub> thì số PV cần dùng

$$n_{PV} = \frac{\sum W_P}{P} = \frac{9.796,1}{150} = 65,3 \text{ tấm. chọn 66 tấm}$$

$n_{pv}$  là số PV panel

Khi chọn 66 tấm lượng điện năng sản xuất ra được

$$P = \frac{n_{PV} * P_{WP} * R}{1000} = \frac{66 * 150 * 4,425}{1000} = 43,8 \text{ kWh /ngày}$$

tính đến tổn hao trên dây dẫn và thiết bị (1,31)

$$P_t = \frac{P}{1,31} = \frac{43,8}{1,31} = 33,44 \text{ kWh /ngày}$$

Với  $P_t$  là công suất thực khi tính đến tổn hao

So sánh với công mà hệ thống chiếu sáng yêu cầu là đạt tiêu chuẩn

Giá của hệ thống PV là  $C_{PV} = 19.500$  (VNĐ):

Vốn đầu tư ban đầu

$$V = n_{PV} * P_{WP} * C_{PV} = 66 * 150 * 19.500 = 195.000,0 \text{ VNĐ}$$

Với giá điện năng trung bình là  $C = 1.323$  VNĐ (theo giá phục vụ cho các ngành sản xuất) thì phí hóa đơn tiền điện hàng ngày sẽ là;

$$C_{hd} = P_{ng} * C = 33,09 * 1.323 = 43.778,07 \text{ VNĐ}$$

Tiền mà hệ thống PV tạo ra:

$$C_{ht} = P_{ng} * C = 33,44 * 1.323 = 44.241,12 \text{ VNĐ}$$

$C_{ht}$  là tiền điện thu được tương ứng lượng điện năng mà hệ thống sản xuất ra

Một năm 365 ngày thì hệ thống PV sẽ sản xuất ra được lượng điện tương đương với số tiền là:

$$C_1 = C_{ht} * 365 = 44.241,12 * 365 = 16.148.009,0 \text{ VNĐ}$$

Số tiền 1 năm phải trả ngành điện nếu không dùng PV:

$$C_2 = C_{hd} * 365 = 43.778,07 * 365 = 15.978.995,6 \text{ VNĐ}$$

Thời gian hoàn vốn

$$T = \frac{V}{C} = \frac{579.150.000}{16.148.009 + 15.978.995,6} = 18 \text{ (năm)}$$

Với  $C = C_1 + C_2$

*Bảng 3.25. Tổng hợp tính toán lắp đặt hệ thống pin mặt trời cho chiếu sáng*

Diễn giải	Đơn vị	Kết quả
Tổng công suất chiếu sáng	kW	3.309
Tổng điện năng khi chưa dùng pin mặt trời	kWh	12.077,85
Tổng điện năng do hệ thống pin mặt trời phát ra	kWh	12.205,6
Số tiền tiết kiệm được trong một năm	VNĐ	32.127.004,6
Tổng vốn đầu tư	VNĐ	557.150.000
Giảm tổng lượng khí thải CO <sub>2</sub>	Tấn	7,55
Thời gian thu hồi vốn	Năm	18

\*Nhận xét: Lắp đặt hệ thống pin mặt trời vốn đầu tư lớn so sánh với số kinh phí chi trả điện năng cho hệ thống này, thời gian hoàn vốn là 18 năm. Tuy nhiên với hệ thống chiếu sáng yêu cầu bắt buộc phải đảm bảo cung cấp đủ ánh sáng trong các ca trực tối trong nhà máy thì hệ thống pin năng lượng mặt trời là cần thiết

*Bảng 3.26. Tóm tắt các giải pháp tiết kiệm điện năng*

Biện pháp	Chi phí đầu tư (1.000 đ)	Tiết kiệm (1.000đ)/ năm	Giảm khí thải CO <sub>2</sub> (tấn)	Thời gian hoàn vốn (năm)
Bù cho trạm cấp I	15.000	35.551,82	16,8	0,4
Bù cho trạm sử lý	4.500	12.443,2	5,88	0,4
Bù cho trạm cấp II	15.000	26.668,86	12,6	0,2
Lắp biển tần cho trạm cấp II	451.927	418.697,0	198	1,2
Thay bóng đèn và lắp hệ thống pin mặt trời cho chiếu sáng	579.150	7.150	7,55	18
Tổng cộng	1.065.577	500.510	240,6	2,1

### **3.8. Kết luận**

Từ kết quả phân tích trên cho thấy việc tiến hành kiểm toán năng lượng tại nhà máy nước Biển Hồ tìm ra giải pháp nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là rất cần thiết. Nó không những giảm chi phí, tăng lợi nhuận, nâng cao chất lượng sản xuất mà còn góp phần làm giảm nhu cầu sử dụng điện của quốc gia. Kết quả nghiên cứu cho thấy áp dụng chương trình tiết kiệm năng lượng lại nhà máy nước Biển Hồ tiết kiệm được mỗi năm 500.510 triệu đồng, giảm 240,6 tấn khí CO<sub>2</sub> ra môi trường.



## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Đề tài nhằm nghiên cứu đề xuất các giải pháp và đánh giá hiệu quả tiết kiệm năng lượng. Tác giả nghiên cứu vào chiến lược DSM từ đó nghiên cứu chi tiết vào hệ thống tiêu thụ năng lượng, áp dụng thực hiện tiết kiệm điện năng cho nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai. Kết quả nghiên cứu cho thấy áp dụng các biện pháp tiết kiệm điện năng cho nhà máy nước Biển Hồ không chỉ mang lại lợi ích cho bản thân nhà máy mà còn nhiều lợi to lớn trong việc giảm nhu cầu công suất và điện năng, từ đó tiết kiệm được năng lượng và cải thiện môi trường. Qua kết quả nghiên cứu cụ thể cho thấy việc đầu tư cũng như áp dụng các biện pháp rất khả thi, đem lại hiệu quả kinh tế to lớn, tiêu thụ điện năng ít hơn và khoản tiền tiết kiệm được sau khi bù đắp chi phí lại rất lớn.

Với kết quả nghiên cứu tại Nhà máy nước Biển Hồ Gia Lai tác giả có một số kết luận sau.

### 1- Lợi ích kinh tế

Nếu nhà máy thực hiện các đề xuất trên thì hàng năm tiết kiệm được 500.510 triệu đồng trong một năm.

### 2- Lợi ích về môi trường.

Kết quả nghiên cứu đưa ra các biện pháp tiết kiệm năng lượng, làm giảm lượng điện tiêu thụ dẫn đến giảm được các chất gây ô nhiễm môi trường đặc biệt là giảm 240,6 tấn khí CO<sub>2</sub>.

### 3 – Lợi ích về mặt xã hội

Qua kết quả nghiên cứu, đề tài có thể làm một cơ sở để nhân rộng cho các cơ sở sản xuất công nghiệp, từ đó nâng cao công tác kiểm toán năng lượng. Nếu mỗi doanh nghiệp, mỗi cơ sở đoàn thể đều tiến hành kiểm toán năng lượng thì vấn đề an ninh năng lượng

quốc gia sẽ được đảm bảo đồng thời góp phần thúc đẩy nền kinh tế đất nước.

Tác giả kiến nghị những kết quả được đưa ra trong quá trình nghiên cứu nên được xem xét và bổ sung để thiết lập một chiến lược toàn nhà máy về tiết kiệm năng lượng nhằm nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng.