

**Bài giảng: QUẢN LÝ VÀ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG**

**Chương 3: Kỹ thuật tiết kiệm năng lượng cho động cơ điện dùng biến tần**

Giảng viên: ThS. Trần Công Bình

3/2013

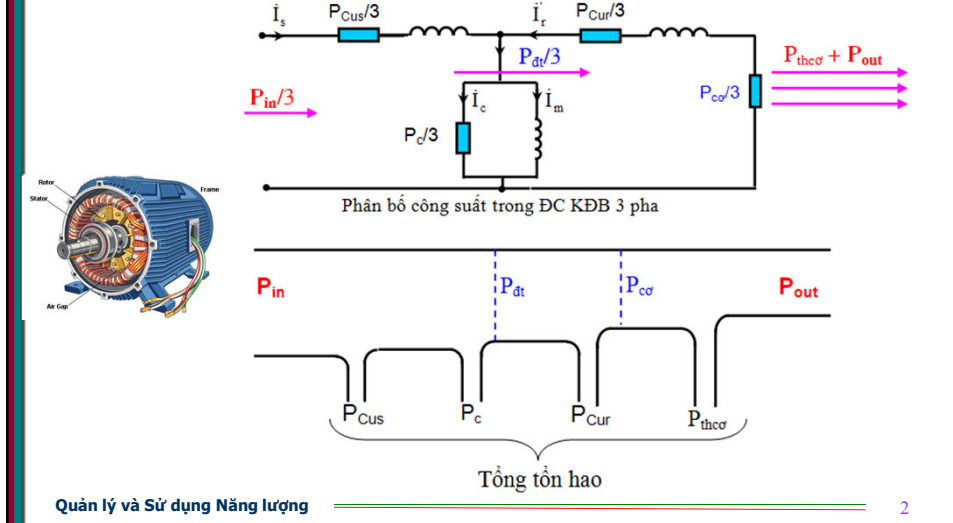
0

**Chương 2: Kỹ thuật tiết kiệm năng lượng cho động cơ điện dùng biến tần**

1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải
2. Kỹ thuật tiết kiệm năng lượng khi dùng biến tần
3. Hệ thống ghép nhiều động cơ

## 1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải

### 1. Hiệu suất động cơ không đồng bộ ba pha



## 1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải

### 1. Hiệu suất động cơ không đồng bộ ba pha

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{th}} = \frac{746 \cdot hp}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi}$$

$$P_{th} = (P_{Cus} + P_{Cur}) + (P_{Fe} + P_{thcơ}) = P_{Cu} + P_0$$

$$P_n = (P_{Cu})_{đm} \qquad P_{Cu} = \beta^2 \cdot P_n \sim I^2$$

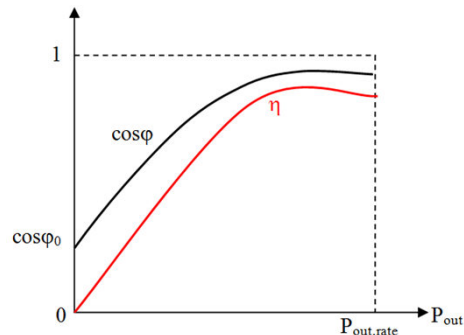
$$P_0 = P_{Fe} + P_0 = \text{const} \qquad \beta = \frac{I}{I_{đm}}$$

Hiệu suất cực đại khi:  $P_{Cu} = P_0$ , hay  $\beta^2 \cdot P_n = P_0$

## 1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải

### 1. Hiệu suất động cơ không đồng bộ ba pha

$$\beta_{max} = \sqrt{\frac{P_0}{P_n}} = \sqrt{\frac{P_{Fe} + P_{c\sigma}}{(P_{Cus} + P_{Cur})_{dm}}}$$



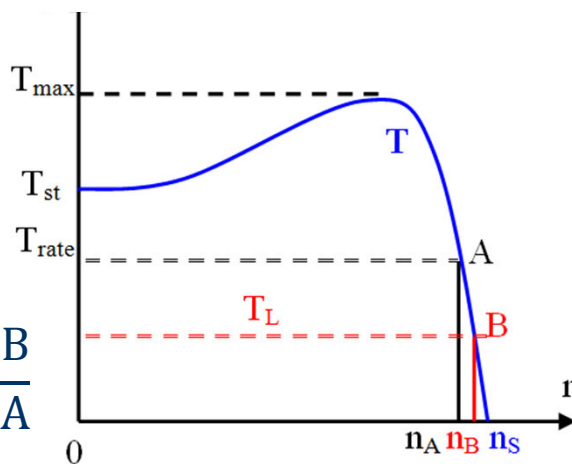
Quản lý và Sử dụng Năng lượng

4

## 1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải

### 2. Tính hệ số tải β

$$\beta = \frac{I}{I_{dm}} = \frac{n_s - nB}{n_s - nA}$$

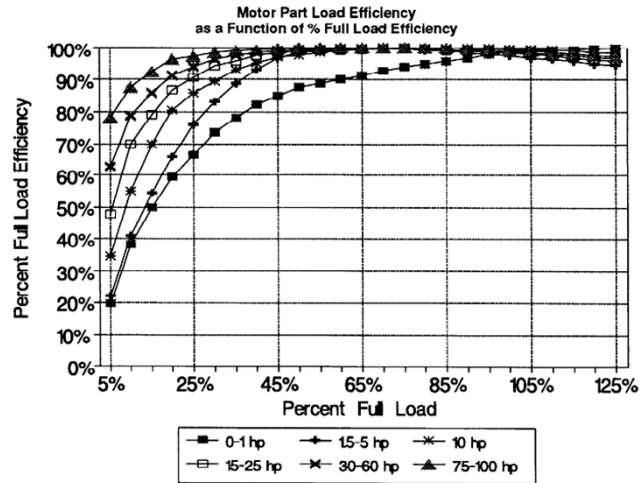


Quản lý và Sử dụng Năng lượng

5

## 1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải

### 3. Hiệu suất

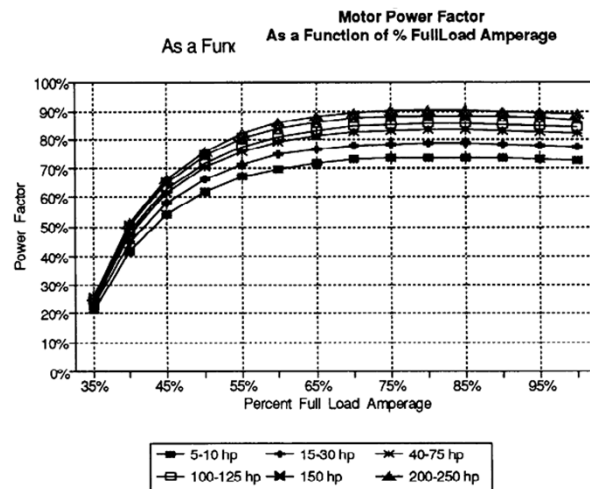


Quản lý và Sử dụng Năng lượng

6

## 1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải

### 4. Hệ số công suất



Quản lý và Sử dụng Năng lượng

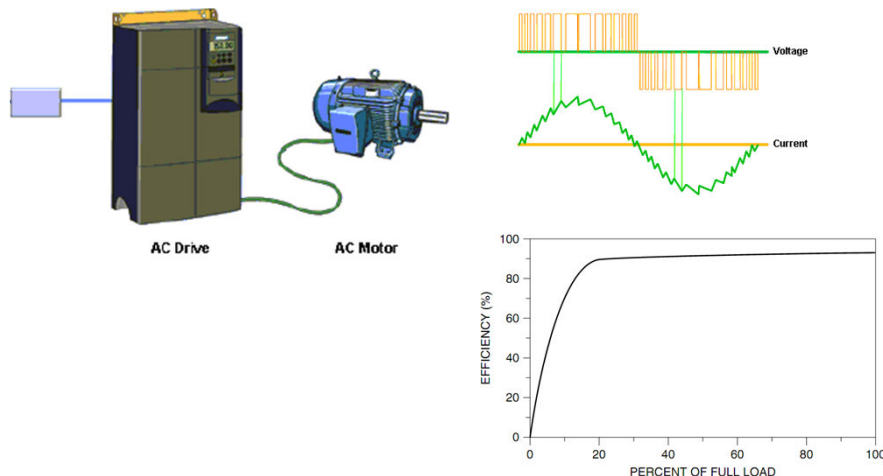
7

## 1. Phân tích hiệu suất động cơ theo hệ số tải

5. Cho động cơ 10-hp, hiệu suất 86,4%, hệ số công suất 0,83,  $\beta_{\max}=0,8$ . a) Tính công suất tiêu thụ định mức? Tính tổn hao  $P_0$ ,  $P_n$ ?  
 b) Khi động cơ kéo tải 8-hp, hệ số công suất **0,79**. Ước lượng công suất tiêu thụ? Tính tổng tổn hao?
6. Cho động cơ 20-hp, hiệu suất 88,6%, hệ số công suất 0,84,  $\beta_{\max}=0,77$ . a) Tính công suất tiêu thụ định mức? Tính tổn hao  $P_0$ ,  $P_n$ ?  
 b) Khi động cơ kéo tải 8-hp, hệ số công suất **0,55**. Ước lượng công suất tiêu thụ? Tính tổng tổn hao?

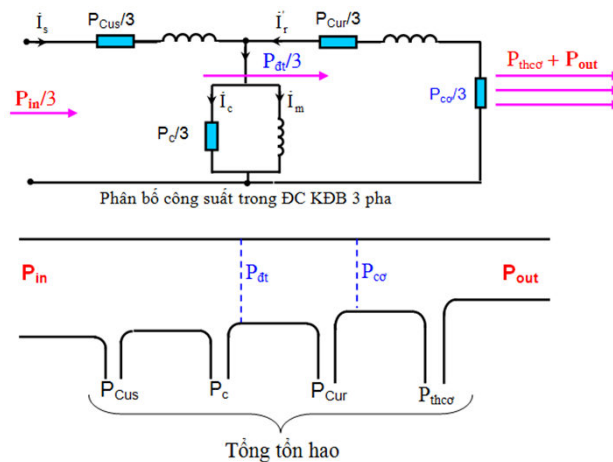
## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

Hiệu suất của biến tần làm tăng tổn hao



## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

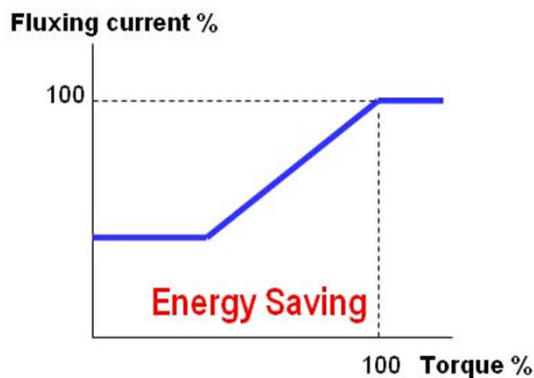
1. Khi động cơ chạy non tải, tổn hao đồng  $\beta^2 \cdot P_n$  giảm nhanh; trong khi tổn hao sắt từ và tổn hao cơ vẫn không đổi; làm suy giảm hiệu suất.



Quản lý và Sử dụng Năng lượng

## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

2. Khi động cơ chạy non tải, biến tần sẽ điều khiển tiết giảm từ thông để giảm tổn hao sắt từ: bằng cách giảm điện áp.



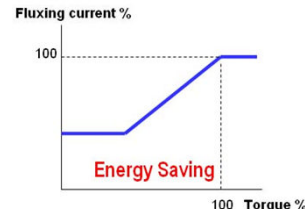
Quản lý và Sử dụng Năng lượng

11

## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

$$\lambda = \frac{V}{f} \sim Id \quad P_{Fe} \sim \lambda^2 \sim I_d^2$$

$$T \sim \lambda \cdot Iq \quad I = \sqrt{I_d^2 + Iq^2}$$



Ví dụ: Cho động cơ 20-hp, hiệu suất 88,6%, hệ số công suất 0,84,  $\beta_{\max}=0,77$ . Biết tổn hao cơ bằng tổn hao sắt. Tính  $I_d$ ,  $I_q$ ? Biết  $U=380V$ ,  $\cos\varphi_0=0,1$ .

- Khi động cơ kéo tải 8-hp. Tính hiệu suất?
- Nếu dùng biến tần điều khiển  $U$  giảm còn 50%. Tính hiệu suất? So sánh?

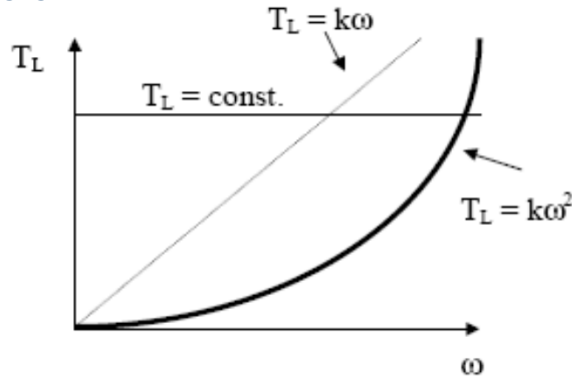
## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

Ví dụ: Cho động cơ 20-hp, hiệu suất 88,6%,  $\cos\varphi=0,84$ ,  $\beta_{\max}=0,77$ . Biết tổn hao cơ bằng tổn hao sắt.

- Tính  $I_d$ ,  $I_q$ ? Biết  $U=380V$ ,  $\cos\varphi_0=0,1$ .
- Động cơ kéo tải 2-hp. Tính hiệu suất?
- Với tải 2-hp, nếu dùng biến tần điều khiển  $U$  giảm còn 25%. Biết hiệu suất biến tần lúc này là 92%. Tính hiệu suất chung? Nhận xét?
- Giả sử biến tần cho động cơ 20-hp có giá \$2000. Giá điện là \$0,1/kWh. Mỗi năm chạy 360 ngày, mỗi ngày có 16 giờ động cơ chạy 2-hp. Tính **SPP**?

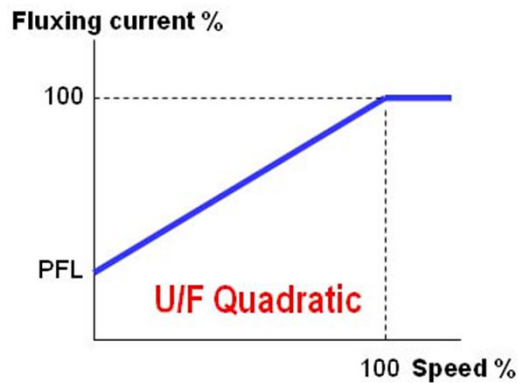
## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

3. Tải bơm-quạt, khi động cơ giảm tốc, công suất tải sẽ giảm nhanh:  $P=k.\omega^3$ , nên tổn hao đồng  $\beta^2.P_n$  cũng giảm rất nhanh.



## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

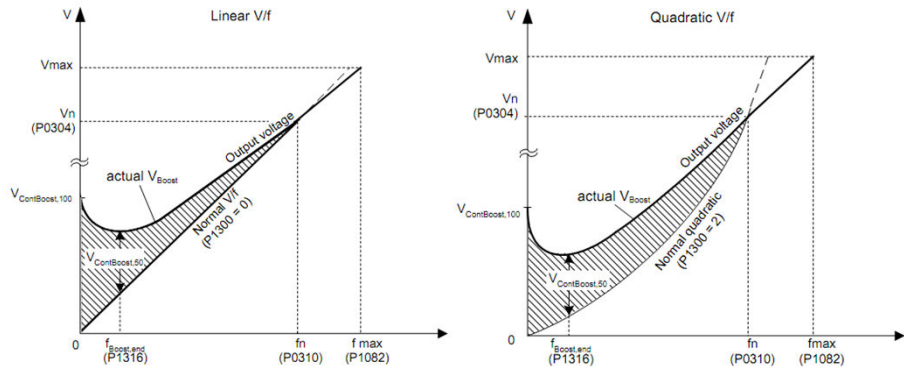
4. Khi động cơ kéo tải bơm-quạt giảm tốc, biến tần cũng sẽ điều khiển tiết giảm từ thông để giảm tổn hao sắt từ, nâng cao hiệu suất





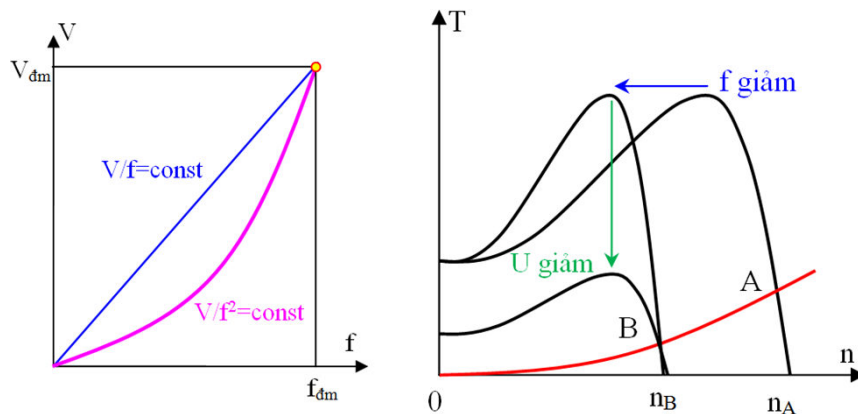
## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

5. Thay vì điều khiển  $V/f = \text{const}$ , nên cài biến tần sang chế độ  $V/f^2 = \text{const}$  để tiết kiệm năng lượng.



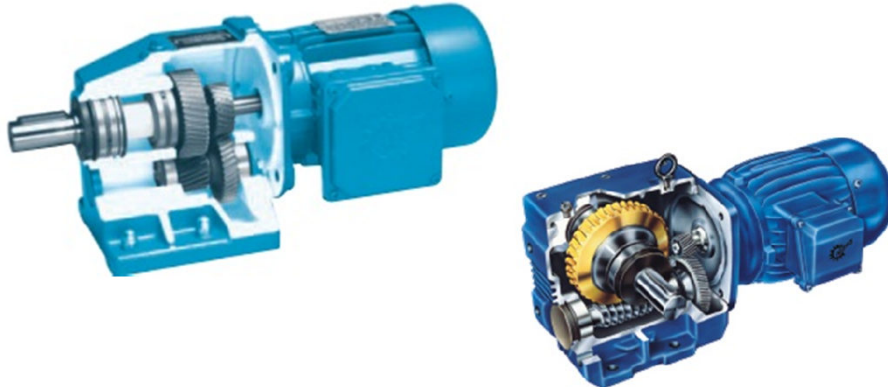
## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

6. Bằng cách giảm U thì từ thông cũng sẽ giảm theo, giảm tổn hao sắt  $P_c$ , tăng hiệu suất.



## 2. Kỹ thuật TKNL khi dùng biến tần

7. Ngoài ra, khi dùng biến tần sẽ giảm được các tổn hao trên các hộp số, rulo, khớp nối (2-10%).

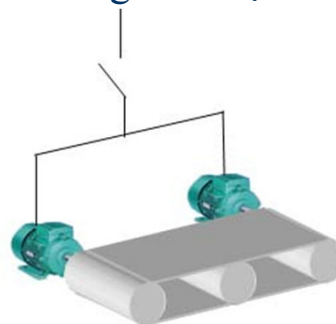
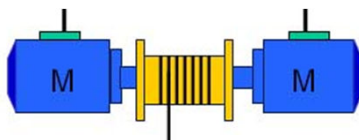


Quản lý và Sử dụng Năng lượng

18

## 3. Hệ thống ghép nhiều động cơ

1. Khi động cơ kéo tải thường xuyên thay đổi hệ số tải, lúc chạy non tải thì hiệu suất sẽ rất thấp.
2. Giải pháp là chia thành nhiều động cơ nhỏ hơn ghép song song với nhau để nâng cao hiệu suất.



Quản lý và Sử dụng Năng lượng

19

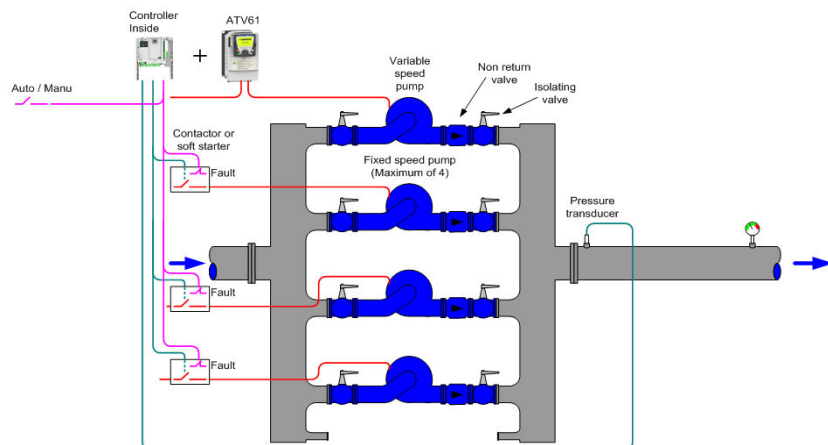
### 3. Hệ thống ghép nhiều động cơ

3. Đồng thời có thể kết hợp biến tần để điều khiển ở chế độ tiết kiệm năng lượng khi non tải



### 3. Hệ thống ghép nhiều động cơ

4. Một biến tần điều khiển phối hợp với nhiều động cơ để tăng hiệu quả năng lượng



### 3. Hệ thống ghép nhiều động cơ

Ví dụ: Cho hệ thống bơm nước dùng một động cơ 20-hp, hiệu suất 88,6%, hệ số công suất 0,84,  $\beta_{\max}=0,77$ . Biết tổn hao cơ bằng tổn hao sắt,  $U=380V$ ,  $\cos\varphi_0=0,1$ . Tính  $I_d$ ,  $I_q$ ?

- Tính hiệu suất khi động cơ kéo tải 5/10/15/20-hp?
- Nếu thay bằng 4 động cơ 5-hp, hiệu suất 83,9%, hệ số công suất 0,82,  $\beta_{\max}=0,82$ .
- Trong ngày, 6g:5-hp, 6g:10-hp, 6g:15-hp, 6g:20-hp? Tính hiệu suất trung bình cho 2 phương án?

#### Trần Công Bình

GV ĐH Bách Khoa TP.HCM

Phone: 0908 468 100

Email: [tcbinh@hcmut.edu.vn](mailto:tcbinh@hcmut.edu.vn)

[binhtc@yahoo.com](mailto:binhtc@yahoo.com)

Website: [www4.hcmut.edu.vn/~tcbinh](http://www4.hcmut.edu.vn/~tcbinh)

