

MỘT SỐ GIẢI PHÁP QUẢN LÝ TIẾT KIỆM ĐIỆN NĂNG TRONG CÁC PHÂN XƯỞNG VÀ XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

PHẠM THANH LIÊM

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin
HÀ THỊ CHÚC - Trường Đại học Mỏ-Địa chất
Email: phamthanhliem1982@gmail.com

Các nhà máy và phân xưởng sản xuất trong các xí nghiệp công nghiệp ngày càng phát triển theo hướng tự động hóa và hiện đại hóa cao. Đóng góp vào quá trình tự động hóa và hiện đại hóa đó không thể thiếu việc ứng dụng các thiết bị điện tử. Các thiết bị này không chỉ giúp cho công tác vận hành máy móc thiết bị dễ dàng và hiệu quả hơn mà còn giúp con người giám sát, quản lý và tiết kiệm năng lượng trong quá trình sản xuất liên tục. Trong bài báo này chúng tôi trình bày một số giải pháp kỹ thuật, giải pháp quản lý, tiết kiệm năng lượng cần được ứng dụng trong các phân xưởng và xí nghiệp công nghiệp.

1. Hệ thống giám sát quản lý điện năng tại trạm biến áp.

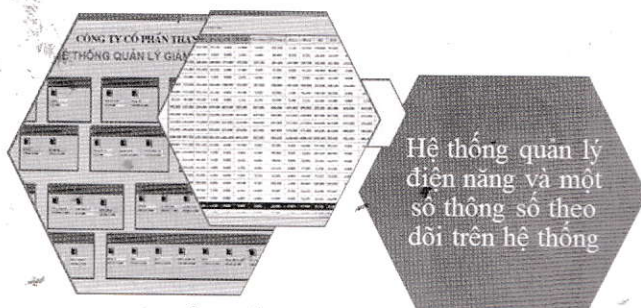
Trong các xí nghiệp công nghiệp, năng lượng chủ yếu được sử dụng là điện năng. Vì vậy, quản lý quá trình tiêu thụ và sử dụng hiệu quả điện năng, giám sát quản lý điện năng tại các trạm biến áp (TBA) của xí nghiệp là yêu cầu cấp thiết. Nếu thực hiện được quá trình quản lý đến từng thiết bị thì có thể thay đổi quá trình sử dụng hợp lý hơn, tránh lãng phí. Tuy nhiên, nếu không có sự hỗ trợ của các thiết bị điện tử thì quá trình quản lý này sẽ vô cùng khó khăn. Ngày nay, các thiết bị điện tử đã có giá thành hạ và ngày càng phổ biến với sự đóng góp của nhiều thương hiệu nổi tiếng thế giới như ABB, Rockwell, Siemens, Omron,...

a. Hệ thống quản lý giám sát điện năng

Hệ thống quản lý giám sát điện năng bao gồm hai thành phần chính: phần mềm quản lý (cài đặt trên máy tính) và thiết bị điện tử thu thập thông tin về các thông số điện như: điện áp, tần số, dòng điện,... (H.1).

Qua hệ thống quản lý giám sát, người vận hành cũng như cán bộ quản lý có thể kịp thời phát hiện các biến động trong hệ thống thiết bị, đưa ra các

giải pháp kịp thời trong cung cấp điện, ngăn ngừa những sự cố, khắc phục những bất hợp lý hoạt động của các thiết bị. Từ đó, nâng cao hiệu quả hoạt động của chúng, giảm điện năng tiêu thụ vô ích, loại trừ các sự cố và đảm bảo an toàn cho con người và thiết bị trong quá trình sản xuất.



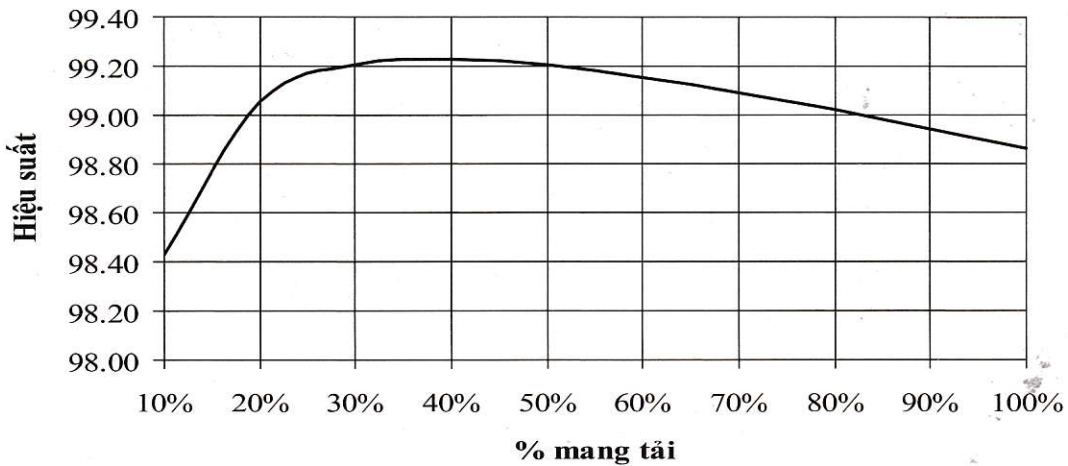
H.1. Phần mềm quản lý hệ thống điện và một số thông số hiển thị [1]

b. Đăng ký mua điện với cấp điện áp cao nhất có thể

Tại TBA đầu vào, máy biến áp (MBA) hiện nay thường được lắp đặt hòa lưới 22 kV hoặc 35(6) kV. Tuy nhiên, do điều kiện nên đa số các TBA đều lắp đặt thiết bị đo đếm điện năng tiêu thụ (công tơ hữu công 3 pha và công tơ vô công 3 pha) ở cấp điện áp 380 V. Nếu chuyển lên đo ở phía sơ cấp và thanh toán tiền điện theo giá của phía sơ cấp, xí nghiệp có thể giảm được một lượng đáng kể chi phí tiền điện hàng năm. Cụ thể tính toán được diễn giải như sau [1]. Hiệu suất của máy biến áp được tính theo công thức sau đây [1]:

$$\eta\% = \left(1 - \frac{\Delta P_0 + \beta^2 \Delta P_n}{\beta S_{dm} \cos \varphi_2 + \Delta P_0 + \beta^2 \Delta P_n} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Trong đó: ΔP_0 - Tổn hao công suất không tải của MBA, kW; ΔP_n - Tổn hao công suất ngắn mạch, kW; S_{dm} - Công suất định mức, kVA; $\cos \varphi_2$ - Hệ số công suất ở phía sơ cấp; β - Hệ số mang tải.



H.2. Biểu đồ hiệu suất MBA theo hệ số mang tải, % [1]

Biểu đồ hiệu suất của MBA theo hệ số mang tải được thể hiện trên hình H.2.

Như H.2 ta thấy MBA hoạt động với hiệu suất cao nhất khi mang tải từ 25÷50 %. Hiệu suất MBA khi mang tải >10 % đã đạt được đến 98,4 %. Hay

có thể nói:

$$P_{>22} = [(P_{<6}) / (\eta\%)]. \quad (2)$$

Trong đó: $P_{>22}$ - Công suất tiêu thụ khi tính trên lưới điện áp >22 kV; $P_{<6}$ - Công suất tiêu thụ khi tính trên lưới điện áp <6 kV.

Bảng 1. Biểu giá điện năm 2018 ở cấp điện áp <6 kV và 22÷110 kV

Nº	Biểu giá điện	Bình thường	Cao điểm	Thấp điểm
1	Biểu giá 22÷110 kV, đ/kwh	1.452	2.673	918
2	Biểu giá <6 kV, đ/kwh	1.572	2.862	1.004
3	Tỉ lệ giảm, %	7,63	6,60	8,57

Giá điện khi chuyển từ mua điện dưới 6 kV lên mua điện trên 22 kV giảm từ 6,6 % đến 7,63 % (C% thay đổi từ 91,43÷93,4 %). Như vậy có thể thấy được tiền điện phải trả khi chuyển lên mua ở mức điện áp cao hơn có thể giảm được:

$$C_{<6} = [(C_{>22}) / (C\%)]. \quad (3)$$

Trong đó: $C_{>22}$ - Đơn giá tiêu thụ khi tính trên lưới điện áp >22 kV; $C_{<6}$ - Đơn giá tiêu thụ khi tính trên lưới điện áp <6 kV; C% - Giá trị % thay đổi giá của hai cấp điện áp.

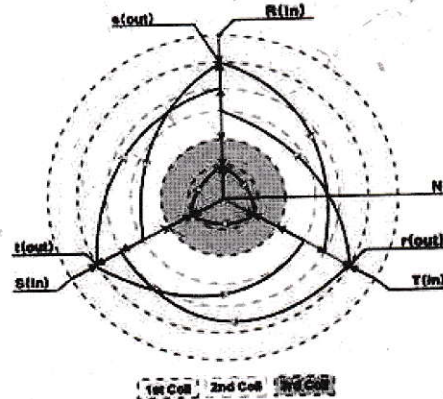
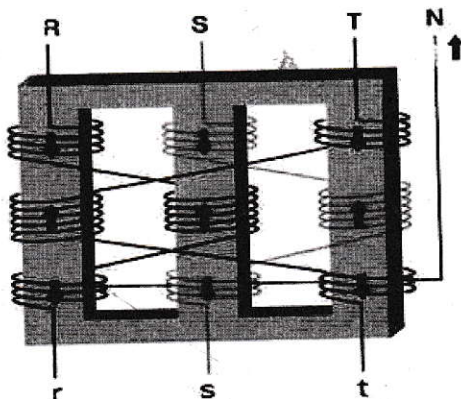
Từ (2) và (3) ta có thể tính được tiền điện thay đổi khi thay đổi cấp điện áp mua điện trong biểu thức:

$$E = (P_{<6} \cdot C_{<6} - P_{>22} \cdot C_{>22}) = [P_{<6} \cdot C_{<6} - (1 - C\% / \eta\%)]. \quad (4)$$

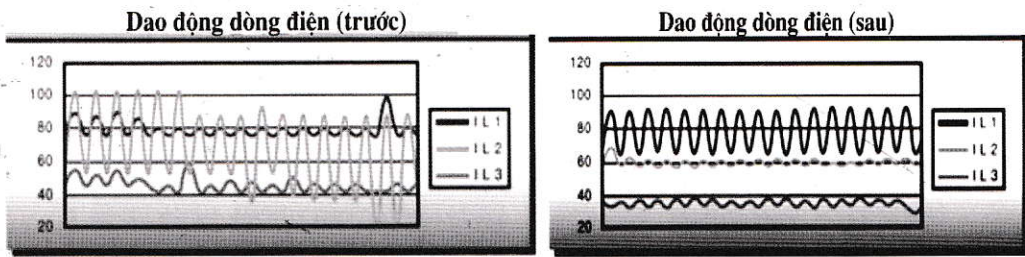
Kết quả tính toán của (4) cho thấy hàng năm có thể tiết kiệm đến 7 % tiền điện.

c. Sử dụng thiết bị tiết kiệm điện Enerkeeper cho TBA [2]

Enerkeeper là một thiết bị tiết kiệm điện được chế tạo theo công nghệ đường Zig Zag thể hiện trên H.3.



H.3. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Enerkeeper [2]



H.4. Dao động dòng điện trước và sau khi lắp Enerkeeper [2]

Bảng 2. Khả năng tiết kiệm của Enerkeeper ứng dụng cho các loại phụ tải [2]

Tải vận hành trong thiết bị tổng hợp	Sử dụng hơn 3 loại tải	Sử dụng hơn 2 loại tải	Tải thuần		
			Đèn chiếu sáng	Thiết bị nhiệt	Động cơ
>70 %	15 %±3 %	13 %±3 %	10 %	10 %	8 %
>50 %	12 %±2 %	10 %±2 %	9 %	9 %	7 %
>40 %	10 %±2 %	8 %±2 %	8 %	8 %	6 %
>30 %	8 %±2 %	6 %±2 %	6 %	6 %	5 %

Đó là một biến thể được thiết kế để tự động kiểm soát sự lệch pha giữa điện áp và dòng điện thông qua cấu trúc bù từ thông bằng cách cuốn dây dẫn trên mỗi lõi sắt của mỗi pha theo chiều ngược nhau. Ngoài ra thiết bị còn chứa thành phần L-C là yếu tố giúp giảm đáng kể hiện tượng sóng hài và thất thoát điện. Theo công nghệ cuốn dây trên, dòng điện trung tính sẽ bù cho nhau do được chuyển đổi pha và dòng điện trong mỗi pha có giá trị tổng hợp lớn hơn. Có thể nói quy luật hoạt động này giúp dòng điện trung tính (chứa các sóng hài, mất cân bằng pha) chạy theo đường zig zag do trở kháng giảm. Ngoài ra giúp điều chỉnh dòng điện trong pha ngược chiều không chạy theo đường zig zag. Hiện tượng sóng hài và mất cân bằng pha được cải thiện, do đó dòng điện có chất lượng tốt hơn, giảm sự lệch

pha và nâng cao hệ số công suất.

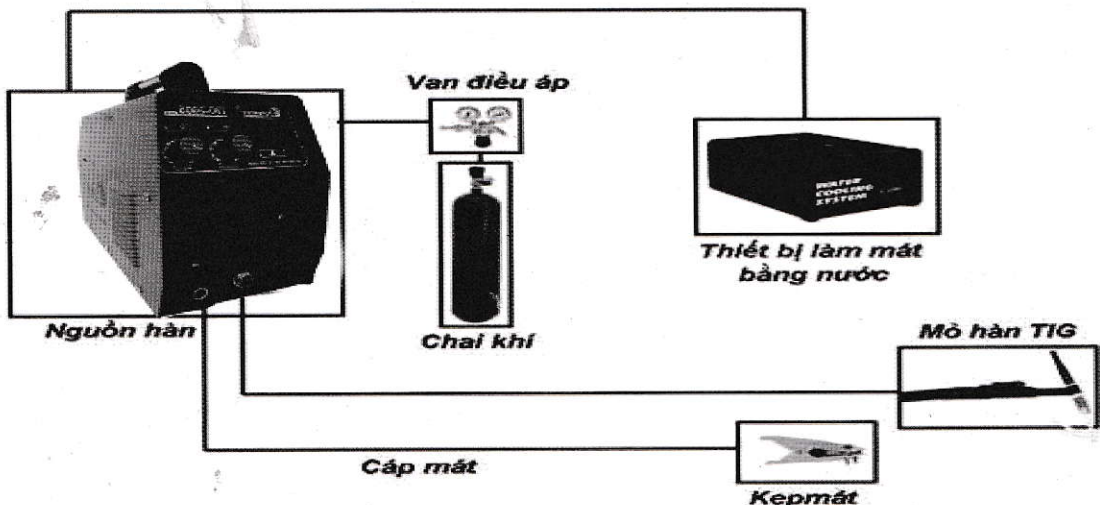
Khi áp dụng được cả 3 giải pháp trên cho TBA sẽ đem lại hiệu quả cao và giảm chi phí điện năng trong quá trình vận hành. Tuy nhiên, đây mới chỉ là phần truyền tải và phân phối điện năng. Để có hiệu quả cho toàn nhà máy ta phải quan tâm đến vận hành và sử dụng các thiết bị trong nhà máy.

2. Ứng dụng thiết bị điện tử vào máy hàn hồ quang

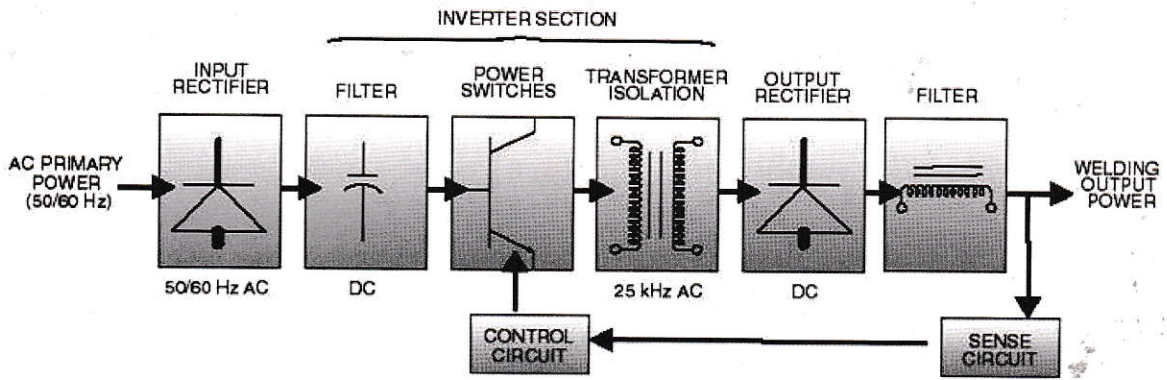
Trong các phân xưởng sản xuất cơ khí cần nhiều thiết bị hàn hồ quang (máy hàn hồ quang). Hiện nay đang sử dụng 02 kiểu máy, phân loại theo tính chất hiện đại.

a. Ứng dụng vào sản xuất và sử dụng máy hàn kiểu mới [3]

Sơ đồ nguyên lý mô tả hoạt động của máy hàn điện tử-hàn TIG nêu trên hình H.5.



H.5. Sơ đồ nguyên lý đấu nối máy hàn TIG [3]



H.6. Sơ đồ nguyên lý máy hàn inverter [8]

Máy hàn điện tử kiểu mới được chia làm ba loại theo cơ cấu điều khiển hàn: máy sử dụng chỉnh lưu diode, máy sử dụng chỉnh lưu bằng thyristor và máy inverter. Trong đó máy hàn sử dụng điều khiển Inverter là loại có ưu điểm cao nhất về vận hành và tiết kiệm năng lượng.

b. Ứng dụng vào máy hàn hồ quang kiểu cũ [5]

Máy hàn hồ quang kiểu cũ thường được đóng cắt điện bằng cầu dao hoặc khởi động từ ở đầu vào. Trong toàn bộ ca sản xuất, hầu như máy hàn trong chế độ đóng điện liên tục mặc dù thời gian hàn của công nhân có khi chỉ chiếm 30 % thời gian của một ca. Như vậy, để tiết kiệm yêu cầu là cắt điện loại bỏ thời gian chờ của máy hàn, cụ thể:

- Khi công nhân vận hành máy cầm kim hàn để hàn thì đóng điện cho máy hàn làm việc;
- Khi công nhân vận hành không cầm kim hàn để thực hiện công việc khác, bắt đầu tính thời gian trễ (thời gian này có thể thay đổi được tùy theo yêu cầu thực tế):
- ✦ Khi tính đủ thời gian trễ mà người công nhân không cầm kim hàn lại thì thiết bị ra lệnh cắt điện máy hàn;
- ✦ Khi đang tính thời gian mà người công nhân vận hành cầm kim hàn lại thì huỷ việc tính thời gian trễ và không thực hiện cắt điện máy hàn.

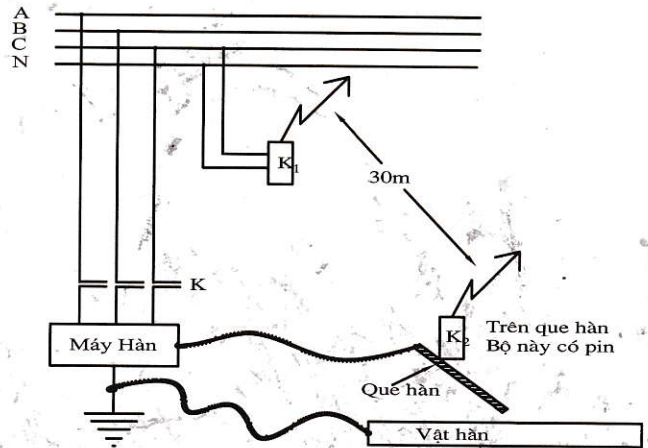
3. Ứng dụng thiết bị điện tử công suất vào điều khiển động cơ một chiều và động cơ xoay chiều

a. Động cơ một chiều [4]

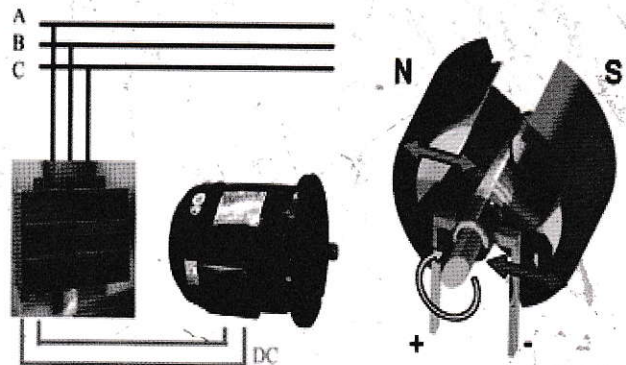
Với sự phát triển của khoa học công nghệ, hiện nay trên thị trường đã xuất hiện các bộ biến đổi với các tính năng và chất lượng cao, hoàn toàn có thể thay thế cho hệ truyền động công kênh, có các chỉ tiêu năng lượng thấp để cung cấp cho các động cơ điện một chiều của các máy công cụ trong các xí nghiệp gia công và chế tạo cơ khí. Chúng có ưu điểm nổi bật là:

- Điều khiển tốc độ chính xác đến 0,1 %, đáp ứng nhanh, mô men ổn định;

- Cài đặt tham số dễ dàng nhờ cấu trúc Menu tham số và phần mềm Mentor Soft;
- Tổn hao công suất do thiết bị điện tử công suất sinh ra nhỏ (1÷3 %);
- Tạo được đặc tính cơ cứng do duy trì mômen ổn định ngay cả khi điều chỉnh tốc độ.



H.7. Sơ đồ nguyên lý hệ thống đóng điện cho máy hàn [4]



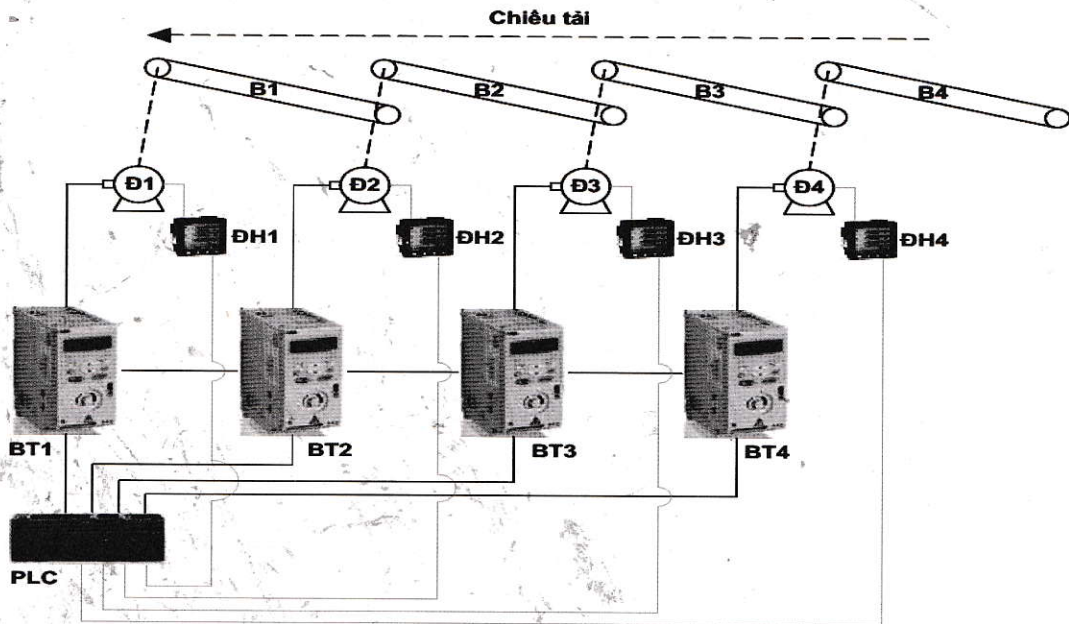
H.8. Mô hình hệ thống điều khiển động cơ điện một chiều kiểu mới [4]

b. Động cơ xoay chiều [6]

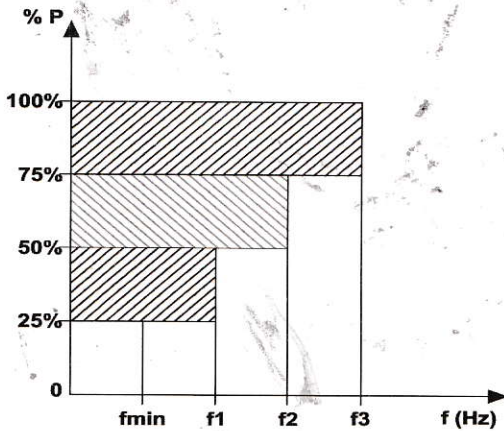
Động cơ xoay chiều được sử dụng vào nhiều mục đích, trong bài báo này chúng ta chỉ xét đến

tải của chúng là các băng tải. Động cơ được điều khiển tốc độ theo phản hồi công suất trên trục động cơ: Sử dụng PLC và đồng hồ đo công suất để điều khiển tốc độ cho động cơ băng tải. Đồng hồ đo

công suất đo được công suất thực tế của từng động cơ băng tải, PLC sẽ đọc công suất từ các đồng hồ đo này và phân tích để điều khiển tốc độ các động cơ băng tải như hình H.9.



H.9. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh theo phản hồi công suất trên trục động cơ [6]



H.10. Biểu đồ quan hệ giữa phần trăm tải và tần số điều khiển [6]

Sau một thời gian khởi động của tuyến băng, mức tải trên băng bắt đầu ổn định, PLC gửi tín hiệu đến đồng hồ công suất nhằm lấy thông tin về công suất tiêu thụ. Lúc đó, trên máy tính sẽ có được thông số tỉ lệ % mang tải của băng.

Trong quá trình hoạt động, nếu tải trọng trên mặt băng tải giảm so với định mức thì PLC sẽ ra lệnh cho biến tần của băng tải B4 giảm tần số đến một giá trị được PLC tính toán đưa ra, sau khoảng thời gian đủ để băng B4 đổ hết tải trên mặt băng sang băng B3 thì PLC ra lệnh để giảm tần số băng tải B3 và cứ tuần tự như vậy cho đến băng tải B1.

Khi tải trọng trên mặt băng tải B4 tăng thì PLC sẽ ra lệnh cho biến tần băng tải B3 tăng tốc độ lên. Sau khoảng thời gian đủ để băng B4 đổ hết tải trên mặt băng thì PLC ra lệnh để tăng tần số băng tải B3 và cứ tuần tự như vậy cho đến băng B1.

Xác định tần số xuất ra điều khiển động cơ:

$$f_{đk} = f_{Min} + \%P \cdot (50 - f_{Min}). \quad (5)$$

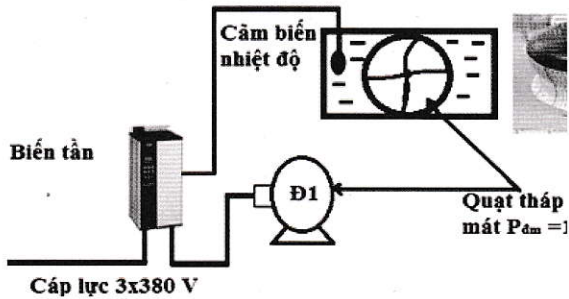
Trong đó: $f_{đk}$ - Tần số xuất ra điều khiển động cơ; f_{Min} - Tần số nhỏ nhất mà động cơ chạy; %P - Hệ số mang tải (%).

- Nếu $25 \% \leq \%P \leq 50 \%$ thì xuất tín hiệu điều khiển cho biến tần chạy ở tần số f_1 ;
- Nếu $50 \% \leq \%P \leq 75 \%$ thì xuất tín hiệu điều khiển cho biến tần chạy ở tần số f_2 ;
- Nếu $75 \% \leq \%P \leq 100 \%$ thì xuất tín hiệu điều khiển cho biến tần chạy ở tần số f_3 .

4. Thiết bị làm mát công nghiệp [7]

Kiểu làm mát bằng nước tuần hoàn dựa trên cách thức trao đổi nhiệt kiểu đối lưu và sự bay hơi của nước. Quạt tháp làm mát có chức năng tạo ra sự đối lưu và tản nhiệt cho nước. Cấu tạo tháp làm mát với các thiết bị như: quạt tháp làm mát, các tấm chia nước, bể chứa nước, các lưới lọc rác,... Ngoài ra còn có hệ thống cấp hóa chất để xử lý vi sinh vật và cặn lẫn trong nước và các bơm xả tháp. Quạt tháp làm mát được truyền động bởi động cơ điện xoay chiều 3 pha thường có công suất lớn có

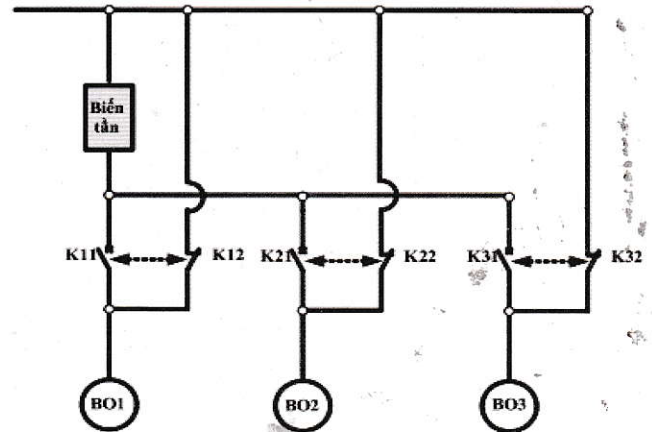
tác dụng tạo ra không khí đối lưu trong tháp. Các tấm chia nước làm bằng nhựa tổng hợp có tác dụng tăng diện tích và thời gian tiếp xúc của nước với không khí. Bể chứa nước tuần hoàn có chức năng dự trữ nước sau khi được làm mát. Đối với quạt tháp làm mát trạm bơm nước tuần hoàn - tương tự ta cũng thấy rằng biến tần vẫn là sự lựa chọn tối ưu.



H.11. Sơ đồ khối đầu nối biến tần điều khiển động cơ quạt tháp làm mát [7]

Hệ thống làm mát công nghiệp sử dụng kết hợp 1 biến tần và nhiều khởi động từ để luân phiên thay đổi động cơ hoạt động thay đổi tốc độ qua biến tần. Trong một thời điểm chỉ có 01 động cơ quạt làm mát được điều khiển thay đổi tốc độ. Nhiệt độ được duy trì qua quá trình điều khiển số lượng quạt hoạt động và điều chỉnh tốc độ 1 quạt. Trong đó các quạt hoạt động với khởi động từ là quạt

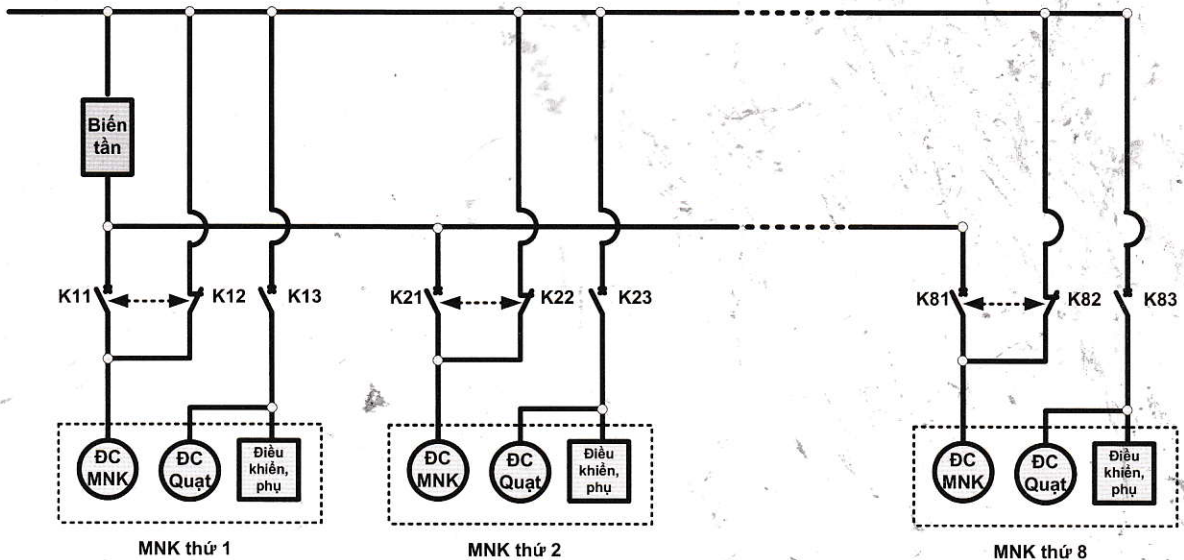
chạy nên còn giá trị nhiệt độ thay đổi nhỏ được điều chỉnh qua quạt chạy trên biến tần.



H.12. Sơ đồ khối đầu nối biến tần điều khiển động cơ trạm bơm cấp nước [7]

5. Thiết bị nén khí công nghiệp [7]

Một số nhà máy công nghiệp sử dụng khí nén, trạm nén khí thường được đầu tư từ 3 đến 5 máy, trên các máy có đồng hồ đặt áp suất và máy nén khí chạy hay dừng theo áp suất đặt trên đồng hồ. Ngày nay với thiết bị điện tử hiện đại, tín hiệu áp suất được truyền thành tín hiệu dòng điện 4÷20 mA và làm căn cứ cho các hệ thống điện tử hiện đại điều khiển hoạt động của trạm nén khí.



H.13. Sơ đồ nguyên lý biến tần điều khiển hệ thống máy nén khí [7]

Thiết bị chấp hành điều khiển các máy nén khí được sử dụng thường là biến tần với hiệu suất sử dụng cao và khả năng điều khiển linh hoạt. Kết hợp cảm biến, thiết bị chấp hành và thiết bị điều khiển đều là thiết bị điện tử hoạt động với 2 chế độ, đó là:

➤ Chế độ thiếu áp suất: trong quá trình hoạt động khi nhu cầu tiêu thụ khí nén tăng lên, áp lực giảm xuống, cảm biến áp suất sẽ phản hồi tới PLC và PLC sẽ cấp tín hiệu nhằm điều khiển biến tần nâng tần số đầu ra, tốc độ động cơ tăng lên

tương ứng làm tăng áp suất trong mạng, với hai trường hợp:

✦ Trong khoảng điều khiển: khi tần số hoạt động của biến tần được điều khiển trong khoảng $f=f_1$ (1,5 Hz tới 50 Hz), đồng thời cảm biến áp suất báo đủ áp, thì biến tần sẽ chạy với tần số f_1 để duy trì áp suất yêu cầu.

✦ Ngoài khoảng điều khiển: khi tần số hoạt động của biến tần được PLC điều khiển tăng dần đến giá trị $f=50$ Hz, mà cảm biến áp suất báo chưa đủ thì PLC sẽ điều khiển đưa thêm máy nén khí khác vào làm việc như trên.

➢ Chế độ thừa áp suất: khi nhu cầu tiêu thụ khí nén giảm, áp suất tăng lên, cảm biến áp suất sẽ truyền tín hiệu phản hồi về PLC, điều chỉnh tần số đầu ra của biến tần giảm đi, tốc độ quay của động cơ giảm xuống tương ứng, từ đó áp suất khí nén ra giảm, với hai trường hợp:

✦ Trong khoảng điều khiển: khi tần số hoạt động của biến tần giảm tới tần số $f=f_2$ (với f_2 dao động trong khoảng 1,5-50 Hz), mà cảm biến áp suất báo đủ áp, thì biến tần sẽ chạy với tần số f_2 để duy trì áp suất yêu cầu.

✦ Ngoài khoảng điều khiển: khi tần số hoạt động của biến tần giảm tới tần số $f=f_3$ (với $f_3=1,5$ Hz), mà cảm biến áp suất vẫn báo dư, tín hiệu đưa về PLC điều khiển ngắt một máy đang hoạt động ra khỏi lưới.

6. Kết luận

Các cán bộ quản lý và kỹ thuật trong các xí nghiệp công nghiệp cần quan tâm và đầu tư các thiết bị trong hệ thống điện, áp dụng các trang thiết bị theo hướng hiện đại và điện tử hóa để tối ưu công tác quản lý, tiết kiệm năng lượng và mang lại hiệu quả cho sản xuất. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thanh Liêm, 2016, Hiệu quả kinh tế khi các xí nghiệp mỏ chuyển sang mua điện ở cấp điện áp 35kV, Viện KHCN Mỏ-Vinacomin.
2. Lưu Quang Vũ, 2010, Ứng dụng thiết bị mới nhằm tiết kiệm điện năng tổng thể cho phụ tải công nghiệp - Viện KHCN Mỏ-Vinacomin;
3. Phạm Thanh Liêm, 2017, Ứng dụng thiết bị điện tử công suất thay thế máy phát điện một chiều trong hệ truyền động của các máy gia công cơ khí - Viện KHCN Mỏ.
4. Vũ Thế Nam, 2010, Thiết bị tiết kiệm điện cho máy hàn. Viện KHCN Mỏ-Vinacomin.
5. Phạm Thanh Liêm, 2017, Kết quả nghiên cứu thiết kế chế tạo bộ điều khiển tự động tốc độ băng tải theo tải trọng trên mặt băng tải theo tải trọng trên mặt băng tại các dây chuyền tuyển và nhà máy

tuyển - Viện KHCN Mỏ-Vinacomin.

6. Phạm Thanh Liêm, 2014, Nhiệt điện tăng sôi tuần hoàn của ngành than và một số giải pháp tiết kiệm năng lượng cần quan tâm - Viện KHCN Mỏ-Vinacomin.

7. <https://bigshop.vn/cau-tao-nguyen-ly-hoat-dong-cua-may-han-dien-tu-han-tig.html>

Ngày nhận bài: 14/08/2017

Ngày gửi phản biện: 18/10/2017

Ngày nhận phản biện: 12/01/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2018

Từ khóa: mạng điện trong các xí nghiệp; thiết bị điện mới; hệ thống giám sát điện năng; máy hàn; động cơ một chiều; động cơ xoay chiều; hiệu quả sử dụng điện năng

SUMMARY

Mechanical workshops in industrial enterprises are developing in the direction of automation and modernization. Electronic devices are also increasingly widely used. The paper presents some numbers of technical and management solutions for energy efficiency that need to be applied in these industrial enterprises to improve the efficiency of production.

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ

1. Ai không giúp được chính mình thì sẽ chẳng thể giúp người khác. *Tục ngữ Yemen.*
2. Can đảm là đức hạnh số một của một con người vì nó đảm bảo cho tất cả những hạnh phúc khác. *Churchil.*
3. Người chinh phục chính mình còn vĩ đại hơn một nghìn lần người chinh phục ngàn người trên chiến trường. *Đức Phật.*
4. Danh dự giống như viên đá quý: chỉ một vết nhỏ cũng làm mờ đi ánh lấp lánh của nó và làm mất toàn bộ giá trị của nó. *A. Bosan.*
5. Nếu muốn, bạn có thể tin rằng núi cao có thể di chuyển được, nhưng đừng bao giờ tin rằng con người có thể thay đổi được cá tính. *Ngạn ngữ I Ran.*

VTH sưu tầm