

## THIẾT KẾ VÀ NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG KHỐNG CHẾ NỒNG ĐỘ KHÍ THẢI (CO) TRONG MÔI TRƯỜNG

Nguyễn Thanh Hà<sup>\*</sup>, Hoàng Thị Thu Giang

Đại học Thái Nguyên, Trường ĐH Kỹ Thuật Công Nghiệp – Đại học Thái Nguyên

### TÓM TẮT

Khí CO là một loại khí không mùi, không màu, không kích thích và không gây tổn thương niêm mạc do đó giác quan ít phát hiện ra khí này. Nếu môi trường không khí có nồng độ khí CO tăng đến một giá trị nhất định thì có thể xảy ra hiện tượng ngộ độc làm ảnh hưởng đến sức khỏe của người lao động. Mức độ ngộ độc khí CO phụ thuộc vào ba yếu tố; nồng độ khí CO trong môi trường, khoảng thời gian tồn tại nồng độ đó và cường độ làm việc hay tốc độ tốc độ hít thở của mỗi người. Khi người lao động làm việc trong môi trường mà nồng độ khí CO trong khoảng 80ppm đến 700ppm hoặc lớn hơn có thể xảy ra các triệu chứng tăng dần như: làm giảm cường độ làm việc, tức ngực, loạn nhịp tim, nhức đầu, buồn nôn, đầu óc kém minh mẫn, hệ thống thần kinh trung ương bị tê liệt, hôn mê và có thể dẫn đến tử vong. Ở Việt nam hiện nay, việc khống chế nồng độ khí CO trong giới hạn cho phép vẫn chưa được quan tâm đúng mức, hầu hết các hệ thống xử lý khí độc còn thô sơ, lạc hậu chưa đảm bảo chất lượng.

Bài báo đưa ra giải pháp thiết kế hệ thống tự động khống chế nồng độ khí thải CO và nâng cao chất lượng của hệ thống.

**Từ khóa:** nồng độ khí CO, bộ điều khiển PID, bộ điều khiển mờ.

### ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc tăng năng suất lao động, nâng cao chất lượng sản phẩm luôn phải được gắn liền với việc bảo đảm an toàn trong lao động sản xuất, nâng cao điều kiện và chất lượng môi trường làm việc cho công nhân. Khí CO là một loại khí độc hại cho con người khi hít phải, đồng thời cũng là yếu tố gây nên hiệu ứng nhà kính vì vậy cần được lưu ý loại trừ và giảm thiểu.

Do tính chất độc hại của khí CO nên một số tổ chức an toàn và sức khỏe trên thế giới và các quốc gia đã đặt ra các tiêu

chuẩn, giới hạn cho phép của nồng độ khí CO tại nơi làm việc, nhà xưởng, khu công nghiệp cũng như khu dân cư như sau:

Tại Việt nam:

- Nồng độ tối đa cho phép của khí độc CO trong không khí ở cơ sở sản xuất là 0,030mg/l.

- Nồng độ cho phép của khí độc CO trong không khí ở khu vực dân cư là:

+ Từng lần đo tối đa 3mg/m<sup>3</sup>

+ Trung bình trong ngày đêm là 1mg/m<sup>3</sup>

Tại Hoa Kỳ:

- Tổ chức an toàn vệ sinh Hoa Kỳ (OSHA) đưa ra giới hạn chấp nhận được

<sup>\*</sup> Nguyễn Thanh Hà, Tel: 0913073591  
Email: [nguyenthanhha@tnut.edu.vn](mailto:nguyenthanhha@tnut.edu.vn)

đối với nồng độ khí CO là 65 ppm trong suốt thời gian làm việc.

-Viện an toàn sức khỏe quốc gia Mỹ (NIOSHA) đề nghị giới hạn khí CO là 35ppm trong suốt thời gian làm việc. ấy

Hiện nay ở một số cơ sở sản xuất quy mô vừa và nhỏ có áp dụng các phương pháp xử lý khí độc đơn giản như: tháp rửa khí, tháp hấp thụ bằng vật liệu rỗng tưới nước hoặc dung dịch sữa vôi, nhưng nhìn chung các thiết bị và hệ thống xử lý khí ở các khu công nghiệp này còn ở mức thấp do trình độ thiết kế, chế tạo, trình độ vận hành của công nhân và ý thức tự giác của doanh nghiệp. Theo kết quả điều tra tại các khu công nghiệp ở các tỉnh phía Nam có khoảng 5% các cơ sở sản xuất công nghiệp có lò đốt nhiên liệu được lắp đặt hệ thống xử lý khí độc hại. Chỉ có một số rất ít các cơ sở sản xuất mới xây dựng hiện đại có các hệ thống xử lý kèm theo dây chuyền công nghệ, số còn lại hiện nay mới chỉ xây dựng phương án hoặc áp dụng các biện pháp truyền thống như sử dụng các hệ thống thông gió trong nhà xưởng hoặc trồng nhiều cây xanh nên không thể hoàn độ của khí độc này.

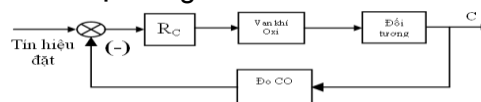
Vì vậy việc thiết kế một hệ thống tự động khống chế nồng độ khí CO tại các khu công nghiệp theo các tiêu chuẩn đã đưa ra ở trên là vấn đề cấp thiết đặt ra cho các nhà nghiên cứu, thiết kế.

**CẤU TRÚC HỆ THỐNG, TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG HỆ THỐNG**

Giả thiết ta chọn đối tượng để thiết kế hệ thống là một nhà xưởng có diện tích khoảng 2000m<sup>2</sup>, cao 7m, trong nhà xưởng này có các thiết bị mà quá trình làm việc của chúng có thể thải ra khí CO làm tăng nồng độ khí CO trong môi trường và có khả năng gây nguy hiểm cho người tham gia lao động tại nhà xưởng. Nếu nồng độ khí CO trong nhà xưởng vượt quá giá trị cho phép thì hệ thống sẽ tự động điều khiển mở van để bơm khí Oxi vào nhằm làm giảm nồng độ khí CO xuống mức cho phép. Ở điều kiện bình thường thành phần không khí như

sau: Khí Nitơ: 78,030%, khí Oxy: 20,990%; khí Argon:0,933%; khí Cacbonic:0,030%; khí Hydro: 0,01%

Với dung tích nhà xưởng là 14.000m<sup>3</sup> thì ở điều kiện bình thường dung tích khí Oxy là 2.940m<sup>3</sup> và dung tích khí CO là 4,2m<sup>3</sup>. Như vậy ta thấy rằng ở điều kiện bình thường thì nồng độ khí CO là rất nhỏ, vì vậy khi lượng khí CO tăng lên, để làm giảm nồng độ khí CO xuống giá trị cho phép ta phải bơm vào một lượng đủ lớn khí Oxy. Do vậy để rút ngắn thời gian khống chế nồng độ khí CO ta có thể sử dụng một số van bơm khí Oxy đồng thời bố trí xung quanh nhà xưởng. Với nhà xưởng trên ta chọn sử dụng 4 van bố trí đồng đều xung quanh nhà xưởng và cùng được điều khiển đồng thời để đảm bảo lượng khí Oxi bơm vào được phân bố đều. Từ yêu cầu công nghệ ta có sơ đồ khối hệ thống như sau:



**Hình 1.** Sơ đồ khối hệ thống tự động khống chế nồng độ khí CO một tín hiệu

Trong đó:

- R<sub>C</sub>: Là bộ chuyển đổi dòng điện - khí nén (I/P). Ở đây R<sub>C</sub> được chọn là loại PK200 của hãng YOKOGAWA có tín hiệu đầu vào là dòng điện I: (4mA ÷ 20mA) và tín hiệu đầu ra là áp suất khí nén P: (0,2Kg/cm<sup>3</sup> ÷ 1Kg/cm<sup>2</sup>).
- Van khí oxi: là van điều tiết lượng khí Oxi cần thiết cho nhà xưởng
- Đối tượng: Là nhà xưởng cần điều khiển nồng độ khí CO.
- Đo CO: Là thiết bị đo nồng độ khí CO. Ở đây ta chọn thiết bị đo khí CO là loại TSG2442 của hãng Figaro để thiết kế hệ thống. Đây là cảm biến có kích cỡ nhỏ, công suất tiêu thụ thấp, độ nhạy với khí CO lớn, ít chịu ảnh hưởng của hơi ẩm và các khí khác, có giá thành rẻ, hoạt động ổn định tin cậy. Dải đo của sensor từ 30ppm ÷ 1000ppm, đáp ứng được yêu

cầu giám sát nồng độ khí CO trong khoảng có thể gây nguy hiểm đến sức khoẻ con người. Tín hiệu đầu ra có dạng là dòng liên tục 4mA÷20mA.

\* Nguyên lý làm việc của hệ thống

- Bình thường khi nồng độ khí CO nằm trong phạm vi cho phép tín hiệu đầu vào của bộ chuyển đổi I/P không thay đổi và van khí Oxi giữ nguyên trạng thái.

- Khi nồng độ khí CO tăng vượt quá giá trị cho phép, tín hiệu vào của bộ chuyển đổi R<sub>C</sub> theo đó cũng tăng lên, độ mở của van sẽ được tăng làm cho lượng khí Oxi cấp vào nhiều hơn, do đó mà nồng độ khí CO lại giảm xuống mức cho phép

Căn cứ vào sơ đồ cấu trúc của hệ thống (hình 1), nguyên lý làm việc của từng khâu và của cả hệ ta biểu diễn được hàm truyền đạt của các thiết bị (khâu) trong hệ thống như sau:

+ Hàm truyền đạt của thiết bị đo nồng độ CO: là một khâu quán tính bậc nhất.

$$W_{R_c}(s) = \frac{0,016}{1+0,005s} \quad (1)$$

+ Hàm truyền đạt của bộ chuyển đổi dòng điện - khí nén (I/P): là một khâu khuếch đại với hệ số khuếch đại K:

$$K = \frac{\Delta P_{\max}}{\Delta I_{\max}} = \frac{1-0,2}{20-4} = 0,05 \left[ \frac{KG/cm^2}{mA} \right] \quad (2)$$

+ Hàm truyền đạt của van:

$$W_{V-T} = \frac{60}{1+0,01s} \left[ \frac{\%độ mở}{KG/cm^2} \cdot \frac{m^3/s}{\%độ mở} \right] \quad (3)$$

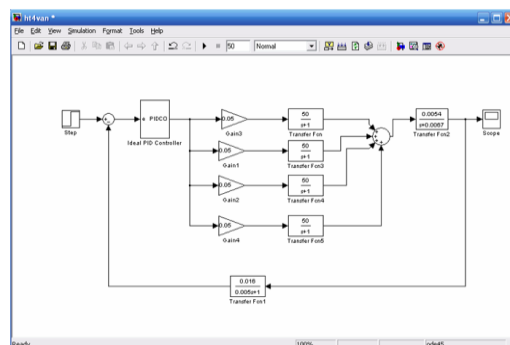
+ Hàm truyền đạt của đối tượng điều chỉnh:

$$W_{dt}(s) = \frac{0,08}{s(1+15s)} = \frac{0,0054}{s(0,067+s)} \quad (4)$$

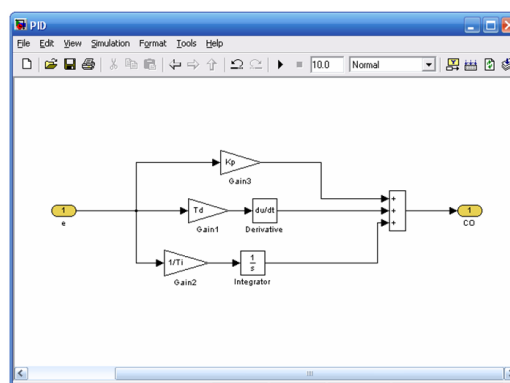
Dựa vào sơ đồ cấu trúc hệ thống (hình 1) ta tiến hành mô phỏng để khảo sát đặc tính của hệ thống bằng phần mềm Matlab – Simulink với:

Bộ điều chỉnh nồng độ khí CO dùng luật PID có hàm truyền:

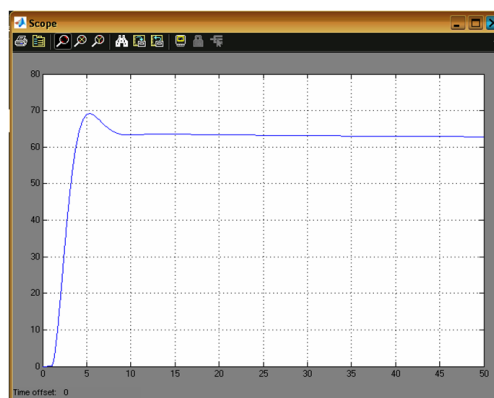
$$W_{PID}(s) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$



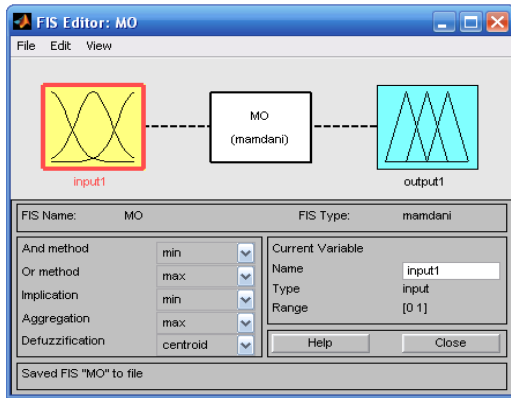
Hình 2. Sơ đồ Subsystem cho mạch vòng hệ thống



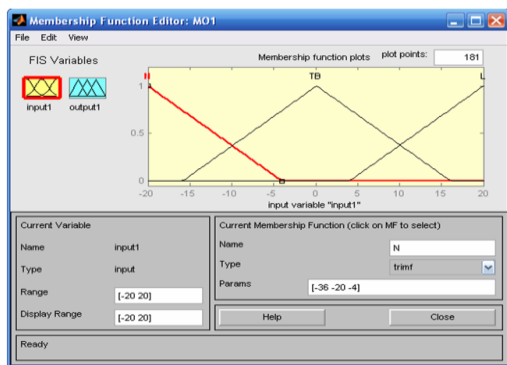
Hình 3. Sơ đồ cấu trúc bộ PID



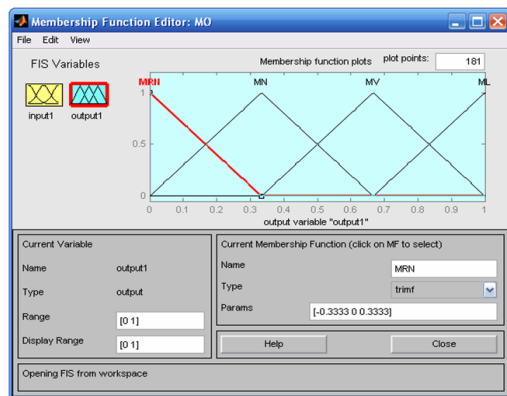
Hình 4. Kết quả mô phỏng



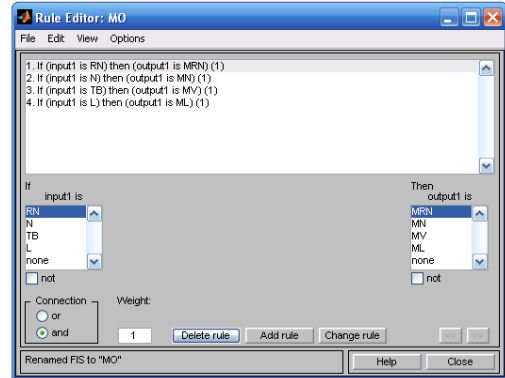
Hình 5. Bộ điều khiển mờ



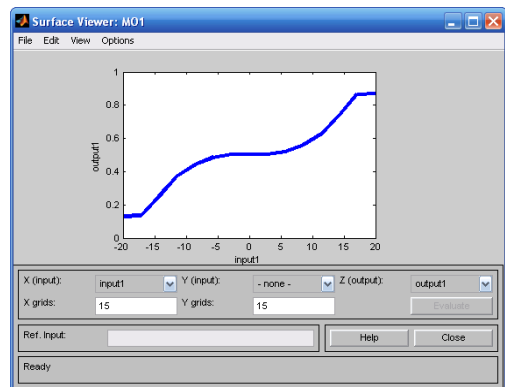
Hình 6. Các hàm liên thuộc đầu vào



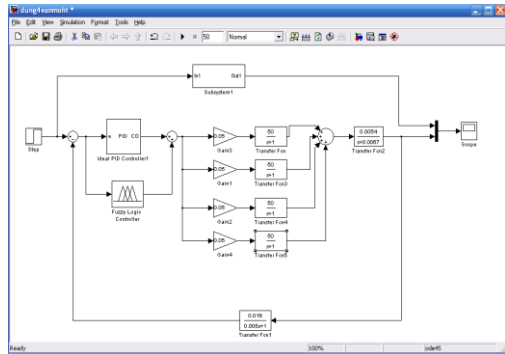
Hình 7. Các hàm liên thuộc đầu ra



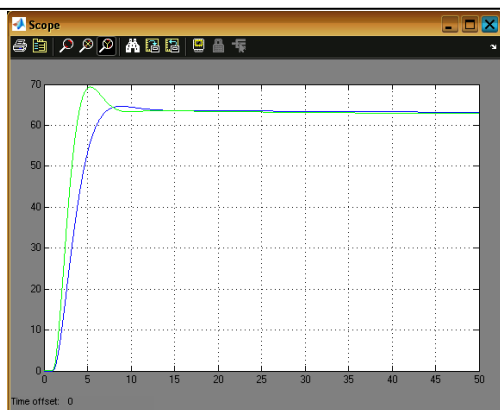
Hình 8. Các luật điều khiển



Hình 9. Luật dạng mặt



Hình 10. Sơ đồ cấu trúc hệ thống khi có bộ điều khiển mờ



Hình 11. Kết quả mô phỏng

### Nhận xét:

Nếu ta chọn tham số của bộ PID là  $K_D=T_D=200$ ;  $K_I=1/T_I=30$ ,  $K_P=1.10^3$

thì ta sẽ nhận được kết quả mô phỏng như hình 4 từ đó ta thấy quá trình quá độ ổn định với chất lượng điều chỉnh có các thông số như sau:

- Độ quá điều chỉnh  $\delta = 9,5\%$
- Thời gian quá độ  $t_{qd} = 8s$
- Thời gian đáp ứng  $t_m = 4s$ .

### Thiết kế bộ điều khiển mờ để chỉnh định tham số bộ điều khiển PID

Dựa trên hệ điều khiển nồng độ khí CO có cấu trúc như hình 1, và kết quả mô phỏng như hình 4, nếu thay đổi hệ số  $K_p$  thì tính ổn định của hệ cũng thay đổi, nhằm nâng cao chất lượng của hệ ta bổ xung cấu trúc có bộ điều khiển bên trong dùng PID truyền thống, còn bên ngoài dùng bộ điều khiển mờ để tự động chỉnh định tham số  $K_p$  của bộ PID,

Giả thiết hệ số tỉ lệ  $K_p$  cho phép thay đổi trong khoảng  $[K_{pmin}, K_{pmax}]$ . Để tiện lợi trong tính toán ta biến đổi chúng về đơn vị tương đối:

$$K'_p = \frac{K_p - K_{pmin}}{K_{pmax} - K_{pmin}}$$

Như vậy nhiệm vụ cụ thể của bộ điều khiển mờ được thiết kế nhằm để chỉnh định tự động tham số  $K'_p$ .

### Định nghĩa các biến vào ra

- Đại lượng vào của bộ điều khiển mờ (ĐKM) là sai lệch giữa nồng độ khí CO

cần giữ ổn định (tín hiệu chủ đạo) và nồng độ khí CO thực trong nhà xưởng (SL là giá trị rõ).

- Đại lượng ra của bộ ĐKM là điện áp ra để điều khiển độ mở của van cấp khí Oxi

### Xác định tập mờ

- Miền giá trị vật lý (cơ sở) của các biến vào - ra:

\*INPUT được chọn trong miền giá trị từ -20 đến +20.

\*OUTPUT được chọn trong miền giá trị từ 0 đến 1.

- Số lượng các tập mờ (giá trị ngôn ngữ):  
 INPUT  $\in \{RN, N, TB, L\}$  (Rất nhỏ, nhỏ, trung bình, lớn).

OUTPUT  $\in \{MRN, MN, MTB, ML\}$  (Mờ rất nhỏ, mờ nhỏ, mờ trung bình, mờ lớn).

rất nhỏ, mờ nhỏ, mờ trung bình, mờ lớn).

- Xác định hàm liên thuộc: Hàm liên thuộc của INPUT gồm 4 biến ngôn ngữ và OUTPUT gồm 4 biến ngôn ngữ.

### Mô phỏng bộ điều khiển mờ trong MATLAB

a. Xây dựng các khối của bộ điều khiển mờ

Ta có bộ điều khiển mờ, các hàm liên thuộc đầu vào, hàm liên thuộc đầu ra, luật điều khiển và kết quả mô phỏng được chỉ ra trên hình 5, hình 6:

- Tập các luật điều khiển của bộ điều khiển mờ và luật dạng mặt được biểu diễn trên hình 8, hình 9.

b. Kết quả mô phỏng

### Nhận xét

Hình 11 là kết quả mô phỏng khi chọn tham số của bộ PID là  $[K_D=T_D=200$ ;  $K_I=1/T_I=30$ ,  $K_P=1.10^3]$  khi chưa đưa thêm bộ điều khiển mờ vào và khi đưa thêm bộ điều khiển mờ vừa thiết kế vào để chỉnh định tham số của bộ điều khiển PID. Theo kết quả mô phỏng như hình 10 ta thấy sau khi hiệu chỉnh tham số  $K_p$  các thông số của đặc tính của hệ là:

- Độ quá điều chỉnh  $\delta = 3\%$ , Thời gian quá độ  $t_{qd} = 7s$ , Thời gian đáp ứng  $t_m = 7s$ .

## KẾT LUẬN

Từ các kết quả mô phỏng trên ta thấy khi chọn các tập mờ và luật điều khiển thích hợp thì bộ điều khiển mờ ghép vào hệ PID đã giúp cho hệ thống đạt được chất lượng cao hơn. Bộ điều khiển mờ giúp cho độ quá điều chỉnh giảm xuống, thời gian quá độ giảm, chất lượng điều khiển của hệ thống tăng lên hơn so với khi chỉ sử dụng bộ điều chỉnh PID.

Đây cũng là cơ sở để thiết kế các hệ thống tự động điều chỉnh nồng độ các loại khí khác trong thực tế của lao động, sản xuất và đời sống để nhằm khống chế nồng độ khí nằm trong khoảng giá trị giới hạn mong muốn, từ đó bảo vệ an toàn cho người lao động cũng như bảo vệ môi trường sống và làm việc.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Doãn Phước – Phan Xuân Minh – Hán Thành Trung (2008) Lý thuyết Điều khiển phi tuyến, Nhà Xuất bản Khoa học Kỹ thuật .
- [2]. Nguyễn Thương Ngô (1999) Lý thuyết điều khiển tự động hiện đại, NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [3]. Phan Xuân Minh, Nguyễn Doãn Phước (2006) Lý thuyết điều khiển mờ, NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [4]. Nguyễn Doãn phước (2005) Lý thuyết điều khiển hiện đại, Nhà Xuất bản khoa học Kỹ thuật
- [5]. TS Nguyễn Như Hiện, TS Lại Khắc Lãi (2007) Hệ mờ và Nơron trong kỹ thuật điều khiển, Nhà Xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- [6]. Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Trọng Quế, Nguyễn Văn Hoà, Nguyễn Thị Vần (1997), Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý tập 1 và 2, Nhà xuất bản Giáo dục , Hà nội.
- [7]. NIOSH – Preventing Carbon Monoxide poisoning from Small Gasoline – Powered

Engines and Tools Alert – DHHS (NIOSH) Publication, HTML Document.

## SUMMARY

**DESIGNING AND IMPROVING QUALITY OF THE AUTOMATIC SYSTEM CONTROLLING CO CONCENTRATION IN THE ENVIRONMENT****Nguyen Thanh Ha\*, Thai Nguyen University***Hoang Thi Thu Giang, University of Technology, Thai Nguyen University*

CO is a colorless, odorless and harmless substance to membrane; therefore, it is difficult to be recognized. Carbon monoxide is produced from the partly burning of Carbon substance. If the air in the environment contains CO concentration which increases to a specific value, it will be poisoned and effect workers' health. When a CO concentration increase, human's heart and brain can be affected seriously and it could even lead to death. CO toxicity is affected by three factors: CO concentration in the air, duration of CO existence and volume or breath rate. When one is in a place with 80ppm-700 ppm CO concentration or more, one may have difficulty in breathing in chest, Inotropic arrhythmia and have headache, nausea, vomiting and unclear minded. The central nervous system can be paralysed, coma even lead to death. Today in Viet Nam, controlling CO in maximum permissible concentration is not interested properly. Almost, flue gas controlling system is still primitive back ward. Therefore, controlling CO concentration is not quality assurance.

This article introduces a solution to designing an automatic CO concentration regulation system and improvement for this system.

**Keywords:** *CO concentration, system structure, modeling, PID controller, fuzzy controller.*

---

\* *Nguyen Thanh Ha, Tel: Tel: 0913073591, Email: nguyenthanhha@tnut.edu.vn*