

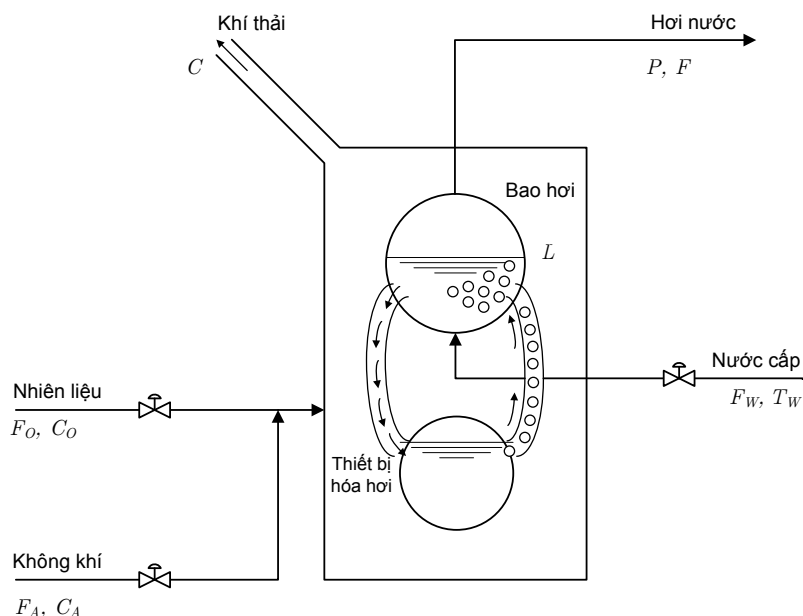
Đáp án đề số 1:

1.

a) Các mục đích điều khiển (**6 pt**)

- Duy trì áp suất hơi ra tại giá trị đặt (để đảm bảo công suất)
- Duy trì mức bao hơi ổn định/tại giá trị đặt/trong phạm vi cho phép, đảm bảo hệ thống vận hành ổn định và an toàn
- Tăng hiệu suất quá trình cháy/Giảm thiểu nồng độ khí thải/Giảm thiểu nồng độ nhiên liệu thừa trong khí thải/Duy trì nồng độ O_2 hợp lý trong khí thải/ Duy trì tỉ lệ nhiên liệu-không khí hợp lý.

b) Vẽ lại sơ đồ, ký hiệu các biến quá trình (**3 pt**)



(Ký hiệu, giải nghĩa ít nhất 5 biến, có thể dùng ký hiệu khác):

P : Áp suất hơi

F_W : Lưu lượng nước cấp

F_O : Lưu lượng nhiên liệu

F_A : Lưu lượng không khí

L : Mức bao hơi

(Thêm các biến sau càng tốt):

F : Lưu lượng hơi ra

C : Nồng độ.....trong khí thải

C_O : Nồng độ/thành phần nhiên liệu

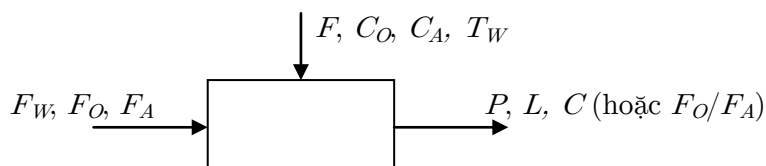
C_A : Nồng độ/thành phần ô xy trong không khí cấp

T_W : Nhiệt độ nước cấp

c) Xác định các biến cần điều khiển, biến điều khiển và nhiễu (**6 pt**)

- Biến cần điều khiển: P , L và C (hoặc F_O/F_A)
- Biến điều khiển: F_W , F_O và F_A
- Nhiễu: F , C_O , C_A , T_W

(Có thể chấp nhận dạng sơ đồ khối như sau)

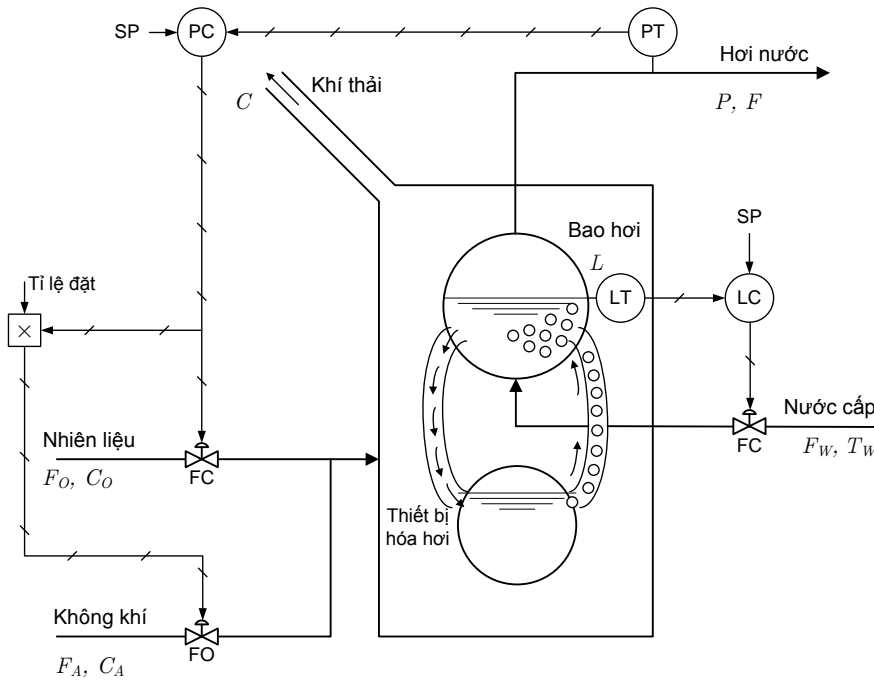


2. Những phương trình mô hình liên quan tới áp suất hơi tạo ra (**10 pt**)

- Phương trình cân bằng vật chất toàn phần, liên quan tới lưu lượng hơi ra (gián tiếp liên quan tới áp suất hơi ra) và lưu lượng nước cấp.
- Phương trình cân bằng nhiệt, liên quan tới áp suất và lưu lượng hơi ra, nhiệt lượng cấp cho quá trình hóa hơi, lưu lượng và nhiệt độ nước cấp.
- (có thể nêu thêm phương trình cân bằng pha).

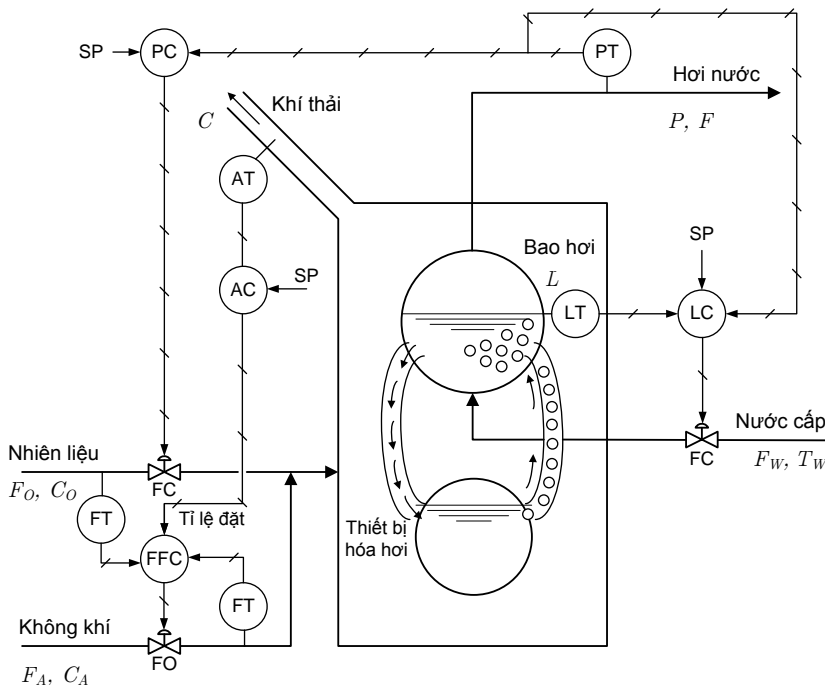
3. Từ các mục đích điều khiển, hãy lựa chọn các sách lược điều khiển và thiết kế cấu trúc điều khiển phù hợp, vẽ lưu đồ P&ID (35 pt)

Phương án đơn giản nhất (35 pt): Mỗi vòng điều khiển chấp nhận được cho 10 pt (3 vòng điều khiển); thuyết minh 5 pt (nêu tên được sách lược điều khiển áp dụng).



- Điều khiển mức (LC): Điều khiển phản hồi.
- Điều khiển áp suất (PC): Điều khiển phản hồi.
- Điều khiển tỉ lệ lưu lượng nhiên liệu và không khí sử dụng khâu nhân (có thể sử dụng ký hiệu bộ điều khiển RC thay cho khâu nhân)

Các phương án tốt hơn (thường thêm 5-10 pt nếu có thêm các cải tiến đáng kể so với trên)



- Điều khiển mức có thêm bù nhiễu (áp suất được coi là nhiễu chính cho vòng điều khiển mức)
- Điều khiển tỉ lệ lưu lượng sử dụng thiết bị đo lưu lượng (thực ra không cần đo lưu lượng không khí, vì đo cũng ít khi chính xác).
- Điều khiển nồng độ/thành phần oxy trong khí thải (AC) để điều chỉnh tỉ lệ đặt giữa lưu lượng nhiên liệu và không khí.

4. Lựa chọn kiểu tác động của các van điều khiển như ký hiệu trên hình vẽ (có thể sử dụng các ký hiệu khác tương đương) (5pt)

- Van cấp nhiên liệu: đóng an toàn (FC) để tránh việc cháy nổ
- Van cấp không khí: mở an toàn (FO) để làm mát trong trường hợp sự cố
- Van cấp nước: đóng an toàn (FC) để tránh tràn, ngập trong trường hợp sự cố

5.

a) Lựa chọn kiểu bộ điều khiển cho các vòng điều khiển phản hồi (P, PI hoặc PID) và lý giải sự lựa chọn (**10 pt**):

- Bộ điều khiển mức: chọn PI với thành phần I nhỏ để điều khiển chặt (cần duy trì mức tại giá trị đặt, triệt tiêu sai lệch tĩnh), do mức nhiễu lớn nên không dùng thành phần D.
- Bộ điều khiển áp suất: chọn PI hoặc PID, cần duy trì áp suất chính xác tại giá trị đặt. Do áp suất hơi khá chính xác nên có thể sử dụng thành phần D để cải thiện động học của hệ thống.
- Bộ điều khiển thành phần (*nếu có*): chọn P để đơn giản.

b) Viết thuật toán điều khiển cho từng bộ điều khiển phản hồi và các bộ điều khiển khác nếu có (bù nhiễu, tỉ lệ,...) sử dụng trực tiếp ký hiệu các biến quá trình cũng như các biến chênh lệch của chúng (**10 pt**) :

- Bộ điều khiển mức (LC) sử dụng luật PI (chưa kể thành phần bù nhiễu)

$$\Delta F_w = k_p(SP - L) + k_I \int_0^t (SP - L)d\tau$$

(cũng có thể chấp nhận F_w thay cho ΔF_w)

- Bộ điều khiển áp suất (PC) sử dụng luật PI

$$\Delta F_o = k_p(SP - P) + k_I \int_0^t (SP - P)d\tau$$

(cũng có thể chấp nhận F_o thay cho ΔF_o)

- Bộ điều khiển tỉ lệ (với r là tỉ lệ đặt)

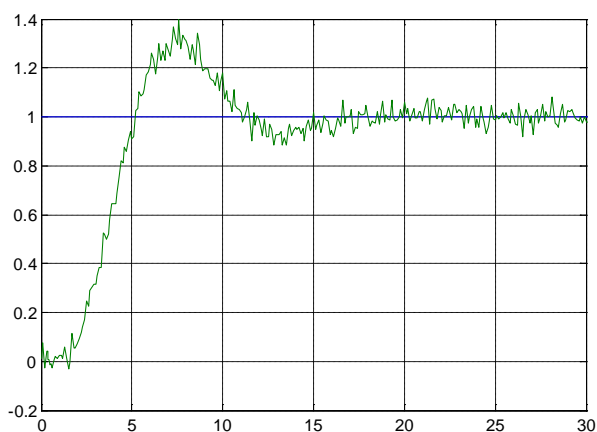
$$F_A = r \times F_o$$

- Bộ điều khiển thành phần (AC, *nếu có*) sử dụng luật P

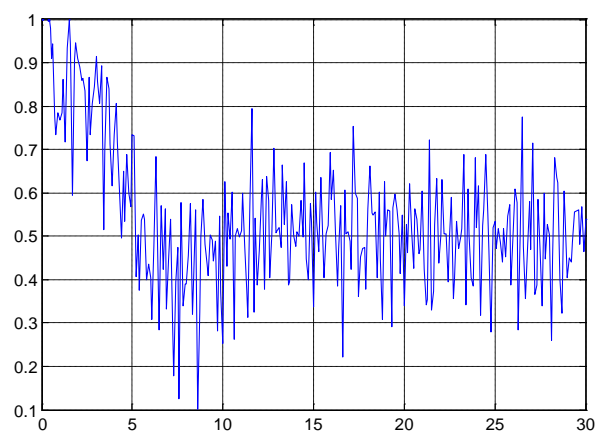
$$r = k_p(SP - C)$$

6. Nhận xét, đánh giá về chất lượng điều khiển, các đề xuất cải tiến chất lượng (**15 pt**):

- Do sử dụng bộ điều khiển PID, hệ thống khá nhạy cảm với nhiễu đo áp suất, tín hiệu điều khiển thay đổi đột ngột và dao động mạnh => đề xuất giảm thành phần D
- Độ quá điều chỉnh khá lớn (35%) => đề xuất giảm thành phần P.



Tín hiệu đo áp suất ra



Tín hiệu điều khiển