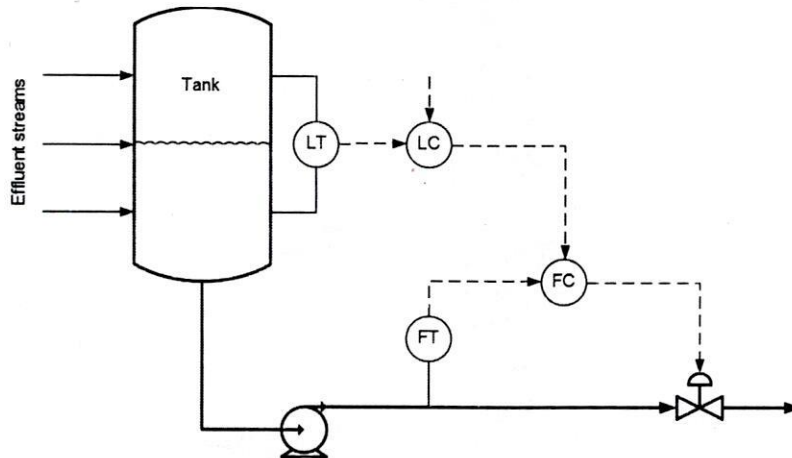
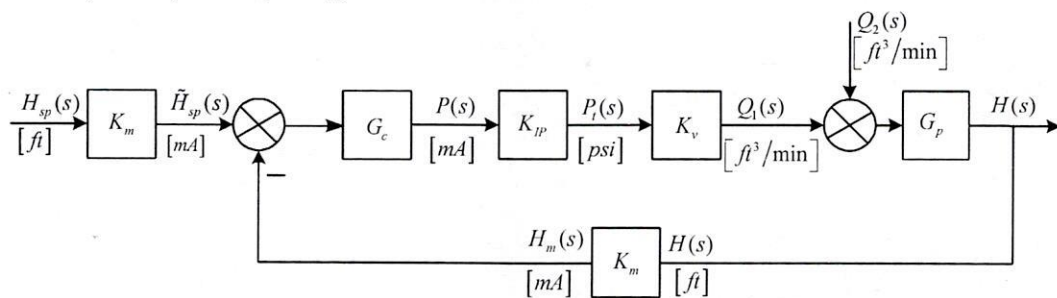


**Câu 1:** (4 điểm) Cho hệ thống có lưu đồ P&ID như hình



- Mô tả các thiết bị, và tín hiệu trong hệ thống?
- Phân loại các loại biến quá trình: MV, DV, CV?
- Trình bày quá trình hoạt động của hệ?
- Vẽ sơ đồ khối mô tả hệ?

**Câu 2:** (6 điểm) Cho hệ thống điều khiển mức có sơ đồ khối như hình vẽ:



Hàm truyền của hệ có dạng:  $G_p = \frac{10e^{-2s}}{5s+1}$

Các thông số khác của hệ:  $K_{vp} = 0.75$  [psi/mA],  $K_v = 0.2$  [cfm/psi], cảm biến đo mức có tầm đo:  $0 \div 4$  [ft] và dòng điện trả về  $4 \div 20$  [mA]. Hệ đang hoạt động ổn định với mức chất lỏng trong bồn chứa  $h = 2$  [ft].

- Giải thích vắn tắt ý nghĩa các khâu có trong sơ đồ khối?
- Sử dụng bộ điều khiển PI, với  $G_c = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right)$ . Tìm điều kiện của  $K_c$  và  $\tau_I$  để hệ kín ổn định (sử dụng xấp xỉ Taylor nếu cần thiết)?

c. Cho  $K_c = 0.2$ , hãy chọn giá trị  $\tau_I$  theo điều kiện của câu b, từ đó giải thích và vẽ dạng đáp ứng ngõ ra nếu tín hiệu vào (setpoint) thay đổi theo hàm bậc thang đơn vị?

d. Sử dụng lựa chọn của câu c, trong trường hợp nhiễu ( $Q_2$ ) thay đổi theo hàm bậc thang đơn vị, giải thích và vẽ dạng đáp ứng ngõ ra?

e. Sử dụng xấp xỉ Padé 1/1 cho khâu trễ

$$e^{-\theta s} = \frac{1 - \frac{\theta}{2}s}{1 + \frac{\theta}{2}s} \quad (\text{xấp xỉ Padé 1/1})$$

Biết  $G_c$  là bộ điều khiển PID. Hãy trình bày các bước tìm thông số bộ điều khiển theo phương pháp mô hình nội (IMC)?

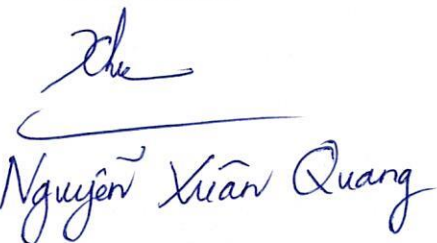
HẾT

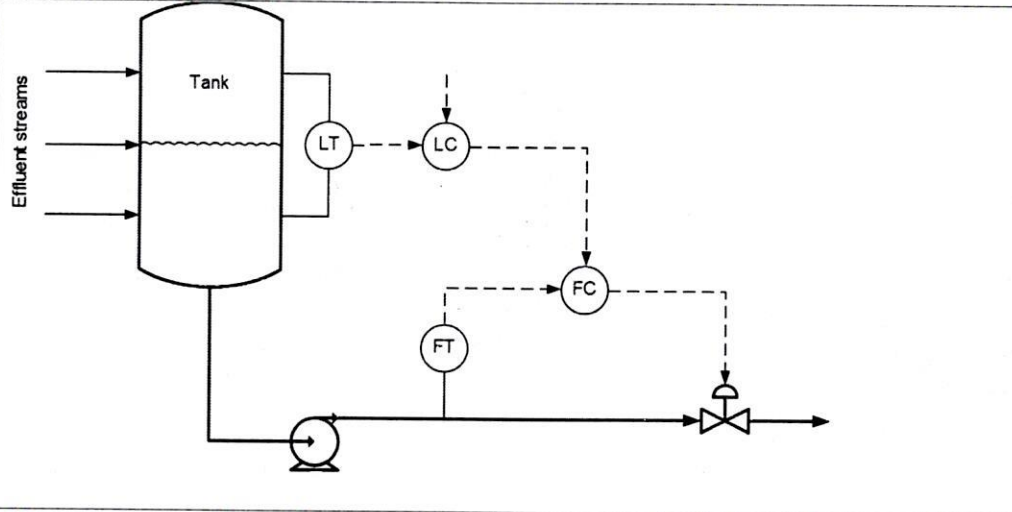
Ghi chú: Cán bộ coi thi không được giải thích đề thi.

Chuẩn đầu ra của học phần (về kiến thức)	Nội dung kiểm tra
[G 2.1]: Mô hình hóa các quá trình thường gặp trong công nghiệp bao gồm: mức, lưu lượng, áp suất, nhiệt độ.	Câu 2a, Câu 1d
[G 1.1]: Trình bày được cấu trúc của một hệ thống điều khiển quá trình, ký hiệu, vai trò của các phần tử trong một hệ thống điều khiển quá trình [G 3.2]: Hiểu được các thuật ngữ tiếng Anh dùng trong hệ thống điều khiển quá trình	Câu 1
[G 1.2]: Giải thích được ảnh hưởng của các thông số của bộ điều khiển đến chất lượng của quá trình điều khiển	Câu 2b, c, d
[G 4.3]: Thiết kế bộ điều khiển để điều khiển các quá trình công nghệ trong công nghiệp	Câu 2e

Ngày 7 tháng 1 năm 2021

Thông qua Bộ môn

  
Nguyễn Xuân Quang

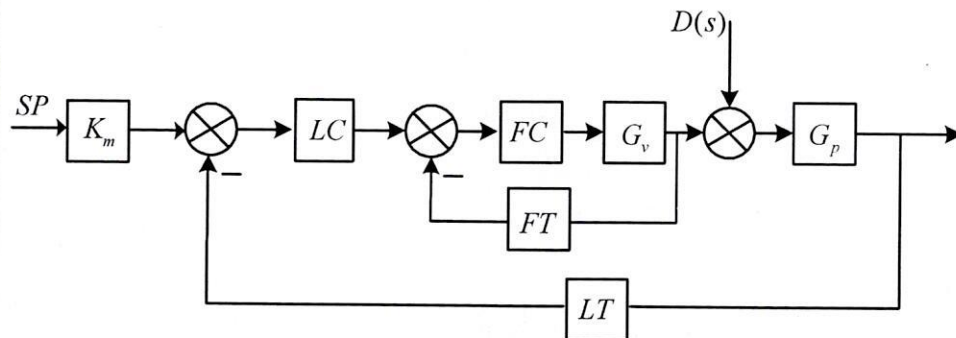
<p><b>BÀI 1:</b>  (4 đ)</p>		<p><b>Điểm</b></p>
	<p><b>a.</b> Giải thích các ký hiệu và thiết bị</p> <p>LT: Level Transmitter (thiết bị đo mức)</p> <p>LC: Level Controller (bộ điều khiển mức)</p> <p>FT: Flow Transmitter (thiết bị đo lưu lượng)</p> <p>FC: Flow Controller (bộ điều khiển lưu lượng)</p> <p>Hệ thống còn có máy bơm, van điều khiển và bồn chứa. Các tín hiệu trong hệ đều là tín hiệu điện, bên cạnh hệ thống đường ống để dẫn dòng chảy.</p> <p><b>b.</b></p> <p>Các loại biến quá trình của vòng điều khiển <del>đây đây</del></p> <p>CV: mức chất lỏng trong bồn chứa</p> <p>MV: lưu lượng xả (điều khiển thông qua máy bơm và 1 vòng điều khiển lưu lượng)</p> <p>DV: lưu lượng của dòng chất lỏng vào bồn chứa (tank)</p> <p><b>c.</b></p>	<p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>

Đây là **hệ thống điều khiển mức chất lỏng trong bồn chứa**. Mức chất lỏng được đo thông qua cảm biến LT và truyền tín hiệu về bộ điều khiển LC. Mức được điều khiển bởi lưu lượng xả thông qua máy bơm và lưu lượng xả cũng được điều khiển thông qua một vòng điều khiển kín sử dụng cơ cấu chấp hành là van tuyến tính (control valve).

1

d.

Sơ đồ khối của hệ thống:



1

**BÀI 2:**

a. *Giải thích:* xem slide bài giảng chương 4

1

b. *Tìm điều kiện của  $K_c, \tau_I$  để hệ kín ổn định?*

1.5

(6d)

$$G_c(s) = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right); K_m = \frac{20-4}{4-0} = 4 \text{ [mA/ft];}$$

Phương trình đặc trưng hệ kín:

$$1 + 0.75 \times 0.2 \times 4K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right) \frac{10e^{-2s}}{5s+1} = 0$$

Xấp xỉ Taylor:  $e^{-2s} \approx 1 - 2s$

$$\Rightarrow (5s+1)\tau_I s + 6K_c(\tau_I s+1)(1-2s) = 0$$

$$\Rightarrow (5-12K_c)\tau_I s^2 + [(6K_c+1)\tau_I - 12K_c]s + 6K_c = 0$$

Ta có điều kiện để hệ ổn định:

$$\begin{cases} 0 < K_c < \frac{5}{12} \\ \tau_I > \frac{12K_c}{6K_c+1} \end{cases}$$

c.  $K_c = 0.2$

Từ câu b, ta có  $\tau_I > 1.09$ , ví dụ: chọn  $\tau_I = 1.5$ , ta có phương trình đặc trưng hệ kín.

$$3.9s^2 + 0.9s + 1.2 = 0$$

1.0

	<p>Phương trình trên có dạng bậc 2 với hệ số suy giảm (damping factor) <math>\xi \approx 0.2</math>. Do đó đáp ứng ngõ ra có dạng vọt lố và dao động (underdamped) với thay đổi bậc thang đơn vị của giá trị đặt (setpoint)</p> <p>(SV có thể sử dụng công thức tính hệ số suy giảm trong slide bài giảng, công thức 4.32)</p> <p>Vẽ dạng đáp ứng:</p>	
	<p><b>d.</b> Khi nhiều thay đổi phương trình đặc trưng vòng kín của hệ vẫn không đổi (như câu c). Do đó đáp ứng ngõ ra khi nhiều thay đổi có dạng tương tự</p> <p>Vẽ dạng đáp ứng</p>	1
	<p><b>e.</b> Trình bày đầy đủ các bước thiết kế như trong slide bài giảng (chương 4, mục 4.3.2), có thể có nhiều đáp án khác nhau tùy theo lựa chọn thông số thiết kế (<math>\tau_c</math>).</p>	45

GV. Võ Lâm Chương

