

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HỒNG ĐỨC
KHOA KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ



ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT

HỌC PHẦN

CƠ SỞ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

SỐ TÍN CHỈ: 2

MÃ HỌC PHẦN: 177164

DÙNG CHO NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN

BẠC ĐẠI HỌC

(Theo chương trình Kỹ thuật Điện được ban hành kèm theo QĐ số 1731 /QĐ-ĐHHĐ ngày 01 tháng 09 năm 2021 của Hiệu trưởng Trường Đại học Hồng Đức)

THANH HÓA, NĂM 2021

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HỒNG ĐỨC

Khoa Kỹ thuật Công nghệ

Bộ môn: KTĐ-ĐT

ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT HỌC PHẦN

CƠ SỞ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

Mã học phần: 177164

1. Thông tin về giảng viên.

- Giảng viên 1:

Họ và tên: Lê Phương Hào
Chức danh, học hàm, học vị: Giảng viên, Thạc sĩ
Địa điểm làm việc: Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử, Khoa KTCN.
Địa chỉ liên hệ: Khoa KTCN - trường ĐHHĐ, nhà A3 CSC
Điện thoại: 0968.305.869
E-mail: lephuonghao@hdu.edu.vn

- Giảng viên 2:

Họ và tên: Doãn Thanh Cảnh.
Chức danh, học hàm, học vị: Giảng viên, Thạc sĩ
Địa điểm làm việc: Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử, Khoa KTCN.
Địa chỉ liên hệ: Khoa KTCN - trường ĐHHĐ, nhà A3 CSC
Điện thoại: 0984.868.057
E-mail: doanthanhcảnh@hdu.edu.vn

- Giảng viên 3:

Họ và tên: Trần Hùng Cường
Chức danh, học hàm, học vị: Giảng viên, Tiến sĩ
Địa điểm làm việc: Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử, Khoa KTCN.
Địa chỉ liên hệ: Khoa KTCN - trường ĐHHĐ, nhà A3 CSC
Điện thoại: 0989.100.084
E-mail: tranhungcuong@hdu.edu.vn

- Giảng viên 4:

Họ và tên: Nguyễn Thị Thắm
Chức danh, học hàm, học vị: Giảng viên, Thạc sĩ
Địa điểm làm việc: Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử, Khoa KTCN.
Địa chỉ liên hệ: Khoa KTCN - trường ĐHHĐ, nhà A3 CSC
Điện thoại: 0917281139
E-mail: nguyenthitham@hdu.edu.vn

2. Thông tin chung về học phần.

Tên ngành: Kỹ thuật Điện

Tên học phần: Cơ sở điều khiển tự động

Số tín chỉ: 2

Mã học phần: 177164

Học kỳ: 4

Học phần: Bắt buộc Tự chọn

Các học phần tiên quyết: Không

Các học phần kế tiếp: Điều khiển hệ điện cơ; Điều khiển quá trình; Robot công nghiệp; Thiết kế hệ điều khiển nhúng.

Giờ tín chỉ đối với các hoạt động:

+ Nghe giảng lý thuyết: 18 tiết + Làm bài tập trên lớp: 12

+ Thảo luận: 12 + Hoạt động theo nhóm:

+ Tư vấn: + Tự học: 90

Địa chỉ của Bộ môn phụ trách học phần:

Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử: Phòng 205, Giảng đường A3, cơ sở chính Đại học Hồng Đức.

3. Nội dung học phần:

Nội dung học phần: Các khái niệm về hệ thống điều khiển tuyến tính, cấu trúc điều khiển vòng kín và vòng hở, các thành phần trong hệ thống điều khiển, mô hình hàm truyền đạt, mô hình biến trạng thái, điểm cực-điểm không và ảnh hưởng tới đáp ứng của hệ thống, các chỉ tiêu thiết kế trên miền thời gian, phương pháp quỹ đạo nghiệm, phương pháp đáp ứng tần số, các chỉ tiêu thiết kế trên miền tần số, phương pháp gán điểm cực, bộ điều khiển PID. Phân tích các tiêu chuẩn ổn định, tiêu chuẩn đánh giá hệ thống từ đó đưa ra các phương pháp thiết kế các bộ điều khiển cho các hệ thống tuyến tính. Giới thiệu phần mềm Matlab-Simulink để sử dụng trong thiết kế và phân tích chất lượng các hệ thống điều khiển tự động.

Năng lực đạt được: Đánh giá các quy luật hoạt động của hệ thống tuyến tính, đưa ra được các đặc trưng của hệ thống về tính ổn định, chất lượng ổn định dựa trên các tiêu chuẩn môn học đã đưa ra. Thiết kế và mô phỏng được bộ điều khiển cho hệ thống tuyến tính bằng phần mềm Matlab-Simulink.

4. Mục tiêu của học phần :

Mục tiêu	Mô tả	Chuẩn đầu ra CTĐT
1.	*Kiến thức: - Khái quát hóa được các hệ thống điều khiển tự động. - Trình bày được các khái niệm, đặc điểm của hệ thống điều khiển tự động hệ tuyến tính. - Tính toán, phân tích đánh giá được các bài toán của hệ thống tự động cụ thể ở các chế độ làm việc khác nhau. - Thiết lập được công thức, hàm truyền của hệ	Vận dụng được các phương pháp tính toán và phân tích các chế độ làm việc trong hệ thống điện hoặc tự động hóa.

	<p>thống điều khiển tự động.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đánh giá được độ ổn định làm việc của các hệ thống điều khiển tự động hệ tuyến tính. 	
2.	<p>* Kỹ năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tính toán phân tích các bài toán của hệ tự động tuyến tính. - Sử dụng thành thạo các công cụ toán học cho bài toán phân tích cũng như tổng hợp hệ thống điều khiển tự động. - Phối hợp các hệ thống tự động trong công nghiệp - Xây dựng mô hình mô phỏng trên Matlab Simulink. 	<p>Vận dụng được các phương pháp tính toán và phân tích các bài toán hệ tự động tuyến tính.</p> <p>Tư vấn, thiết kế, quản lý thi công hệ thống tự động hóa trong hệ thống điện.</p> <p>Sử dụng thành thạo các phần mềm, Matlab/Simulink, phục vụ cho việc thiết kế, tổ chức thi công và quản lý các công trình điện và tự động hóa.</p>
3.	<p>*Thái độ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yêu thích công việc của kỹ sư Điện; - Có ý thức trách nhiệm, cẩn thận và tuân thủ an toàn trong quá trình làm việc của một kỹ sư Điện; - Có thái độ và đạo đức nghề nghiệp trong công việc; - Có ý thức kỷ luật và tác phong công nghiệp; - Tuân thủ các quy định trong công việc, phê phán, bác bỏ các quan điểm sai trái; - Đảm bảo an toàn, tiết kiệm trong vận hành và thao tác. 	<p>Yêu nước, yêu nghề, có phẩm chất đạo đức tốt, có thái độ và đạo đức nghề nghiệp đúng đắn, có ý thức kỷ luật và tác phong công nghiệp, sẵn sàng đấu tranh ủng hộ, bảo vệ quan điểm khoa học chân chính, đam mê tìm hiểu, khám phá về môn học</p>
4.	<p>*Năng lực:</p> <p>Tính toán thiết kế, vận hành, sửa chữa các hệ thống tự động hóa trong Hệ thống điện</p>	<p>Vận dụng được các phương pháp tính toán và phân tích các chế độ làm việc trong hệ thống điện hoặc tự động hóa</p> <p>Tư vấn, thiết kế, các công trình có hệ thống tự động hóa thuộc ngành điện</p>

5. Chuẩn đầu ra học phần.

TT	Kết quả mong muốn đạt được	Mục tiêu	Chuẩn đầu ra CTĐT
A	Hiểu rõ cấu tạo và nguyên lý làm việc của các sơ đồ tự động hóa trong hệ thống điện.	Hiểu, phân tích được nguyên lý làm việc của các sơ đồ tự động hóa	Hiểu và vận dụng được các phương pháp vận hành, tổ chức vận hành các công trình về điện hoặc tự động hóa

B	Xác định được các hệ thống tự động hóa trong các trạm điện.	Phân tích và xác định rõ được phạm vi ứng dụng của các loại sơ đồ tự động hóa trong hệ thống điện.	Tư vấn, thiết kế, các công trình có hệ thống tự động hóa thuộc ngành điện
C	Biết vận hành các hệ thống tự động hóa trong hệ thống điện ở trạng thái làm việc bình thường và khi xảy ra sự cố trong hệ thống.	Vận dụng các kiến thức đã học tính toán, thiết kế, lựa chọn phương án bảo vệ, cài đặt thông số cho các phần tử trong hệ thống tự động hóa.	Vận dụng được các phương pháp tính toán và phân tích các chế độ làm việc trong hệ thống điện hoặc tự động hóa Vận hành, quản lý điều hành các hệ thống điện, điện tử, các hệ thống tự động hóa cũng như quản lý, điều hành các hệ thống điện.
D	Tiếp cận các công nghệ mới về tự động hóa trong hệ thống điện.	Cập nhật được kiến thức, công nghệ và các hệ thống tự động mới về tự động hóa trong hệ thống điện.	Tư vấn, thiết kế, các công trình thuộc ngành điện đặc biệt là về các nguồn năng lượng mới.

6. Nội dung chi tiết học phần:

Chương 1: Định nghĩa và khái niệm cơ bản của hệ điều khiển tự động

- 1.1 Một số định nghĩa và khái niệm thường dùng
- 1.2 Những nguyên tắc điều khiển cơ bản
- 1.3 Phân loại hệ thống điều khiển tự động
- 1.4 Nhiệm vụ môn học

Chương 2 Mô tả toán học hệ điều khiển tự động

- 2.1 Khái niệm về mô tả toán học hệ điều khiển tự động
- 2.2 Mô hình toán học theo cấu trúc hàm truyền đạt
- 2.3 Tín hiệu tác động vào và phản ứng của khâu hay hệ
- 2.4 Đặc tính động học của các khâu cơ bản
- 2.5 Hàm truyền của hệ thống điều khiển và các đặc tính của hệ thống điều khiển
- 2.6 Mô tả toán học theo phương trình và mô hình trạng thái

Chương 3 Tiêu chuẩn ổn định hệ thống

- 3.1 Khái niệm và thông số ảnh hưởng
- 3.2 Tiêu chuẩn ổn định Đại số
- 3.3 Tiêu chuẩn ổn định tần số
- 3.4 Lý thuyết phân vùng ổn định
- 3.5 Độ dự trữ ổn định
- 3.6 Tính điều khiển được và quan sát được của hệ điều khiển tuyến tính

Chương 4 Đánh giá chất lượng hệ điều khiển tự động

- 4.1 Khái niệm và các chỉ tiêu chất lượng
- 4.2 Đánh giá chất lượng hệ ở chế độ xác lập
- 4.3 Đánh giá chất lượng hệ ở chế độ quá độ
- 4.4 Đánh giá gián tiếp chất lượng hệ điều khiển ở chế độ quá độ

Chương 5 Tổng hợp hệ điều khiển tự động tuyến tính

- 5.1 Khái niệm
- 5.2 Ổn định hoá hệ thống
- 5.3 Tổng hợp hệ thống theo đặc tính tần số
- 5.4 Tổng hợp hệ thống theo phương pháp tối ưu
- 5.6 Tổng hợp theo phương pháp gán điểm cực
- 5.7 Tổng hợp theo phương pháp cân bằng mô hình
- 5.8 Bộ điều chỉnh PID.

7. Học liệu :

7.1 Tài liệu chính

[1]. Nguyễn Doãn Phước; 2020; Cơ sở lý thuyết điều khiển tuyến tính, NXB Bách Khoa Hà Nội.

7.2 Tài liệu tham khảo

[1]. Phan Xuân Minh, Hà Thị Kim Duyên; 2008; Lý thuyết điều khiển tự động, NXB Giáo dục.

[2]. Phạm Công Ngô; 2001; Lý thuyết điều khiển tự động; NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

8. Hình thức tổ chức dạy học:

8.1. Lịch trình chung:

Nội dung	Hình thức tổ chức dạy học phần							Tổng
	Lý thuyết	Bài tập	Thảo luận	Thực hành	Tự học, Tự NC	Tư vấn của GV	KT-ĐG	
Chương 1: Định nghĩa và khái niệm cơ bản của hệ điều khiển tự động	2	0	2	0	10	1		4
Chương 2. Mô tả toán học hệ điều khiển tự động	4	3	2	0	15	3	15' KT-ĐG	12
Chương 3. Tiêu chuẩn ổn định hệ thống	4	3	2	0	15	3	KT Giữa kỳ 1t	12
Chương 4. Đánh giá chất lượng hệ điều khiển tự động	2	2	2	0	10	2	20' KT-ĐG	7
Chương 5. Tổng hợp hệ điều khiển tự động tuyến tính	3	2	2	0	10	2	20' KT-ĐG	7
Tổng (tiết)	18	12	12	0	90	11		42

8.2. Lịch trình cụ thể cho từng nội dung.

Tuần 1, Nội dung 1: Khái niệm và nguyên tắc điều khiển cơ bản

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	2 tiết Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> Những khái niệm chung về hệ thống điều khiển tự động: lý thuyết, nhận diện đối tượng phần tử điều khiển, ... Các nguyên tắc điều khiển cơ bản Phân loại các hệ thống điều khiển tự động. 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hiểu và trình bày được những khái niệm chung hệ thống điều khiển tự động. Trình bày được về các phần tử điều khiển, đối tượng được điều khiển, cấu trúc của hệ thống điều khiển. <p>Kỹ năng:</p> <p>Vận dụng kiến thức để nhận diện được loại hệ thống điều khiển trong thực tế.</p>	Đọc tài liệu [1] trang 14-27 tìm hiểu về hệ thống điều khiển và cấu trúc cơ bản của hệ thống điều khiển.
Thảo luận	2 tiết Phòng	<ul style="list-style-type: none"> Ứng dụng của môn học trong các mô hình điều khiển tự động thực tế: phương pháp thiết kế và thuật toán điều khiển 	<p>Kiến thức:</p> <p>Nhận thức được những công việc có thể làm và nghiên cứu sau khi kết thúc môn học.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Ứng dụng được lý thuyết để đưa ra được sơ đồ điều khiển tự động cho các hệ thống tự động trong thực tế.</p>	Tìm hiểu các mô hình điều khiển tự động trong cuộc sống, trong các thiết bị gia dụng.
Tự học	10 tiết Ở nhà, Thư viện	<ul style="list-style-type: none"> Xác định tín hiệu điều khiển thích hợp Các bộ điều khiển hở, phản hồi trạng thái, phản hồi tín hiệu ra. 	<p>Kiến thức:</p> <p>Xác định được các dạng tín hiệu điều khiển cho từng loại hệ thống điều khiển.</p> <p>Kỹ năng:</p>	Đọc tài liệu [1] trang 24 -26 cách chọn bộ điều khiển thích hợp cho hệ điều khiển tự động
Tư vấn	1 tiết VPK	<ul style="list-style-type: none"> Tư vấn thêm cho sinh viên hệ thống điều khiển trong thực tế 	Giúp sinh viên hiểu rõ hơn về hệ thống điều khiển trong thực tế và giúp sinh viên có thể phân tích được mối liên hệ giữa kiến thức lý thuyết với các phần tử thiết bị tự động trong hệ thống thực tế	Chuẩn bị các câu hỏi về khâu hệ tự động, cách thức hoạt động của một hệ thống điều khiển tự động thực tế

Tuần 2, Nội dung 2: Mô tả toán học hệ điều khiển tự động

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	2t Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Khái niệm - Mô tả hệ điều khiển tự động bằng phương trình vi phân - Mô hình toán học theo cấu trúc hàm truyền đạt 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Viết được phương trình vi phân mô tả phần tử, khâu, hệ tự động. - Phân tích bản chất và thực hiện được các biến đổi Laplace để rút ra hàm truyền đạt của khâu, hệ hay nhóm phần tử tự động. <p>Kỹ năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lập và mô tả được hệ thống điều khiển tự động. - Mô tả được cấu trúc hàm truyền đạt theo mô hình toán học. 	Đọc tài liệu [1] trang 57-71 và 245-267 về xây dựng mô hình toán học của hệ điều khiển tự động.
Thảo luận	3t Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Mối liên hệ giữa sơ đồ hàm truyền đạt và các phần tử trong hệ điều khiển. - Các công thức toán học dùng để biến đổi Laplace - Các tín hiệu ảnh hưởng đến hệ thống và những đặc trưng phản ứng của hệ thống. 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chỉ ra được mối liên hệ giữa công thức toán học của hàm truyền với các thiết bị điều khiển - Phân tích được tác động của các tín hiệu điều khiển, tín hiệu nhiễu và phản ứng của hệ thống. <p>Kỹ năng:</p> <p>Biết các vận dụng các biến đổi Laplace đưa ra được hàm truyền của phần tử điều khiển khác nhau.</p>	Tài liệu [1] Tr 57-71 và 245-267 về xây dựng mô hình toán học của hệ điều khiển tự động, về đặc tính tần số của hệ thống điều khiển
Tự học	7t Ở nhà, thư viện	<ul style="list-style-type: none"> - Lý thuyết hàm biến phức - Chuỗi Fourier và phép biến đổi Fourier - Phép biến đổi Lablace - Một số ứng dụng của phép biến đổi Lablace 	<p>Kiến thức:</p> <p>Hiểu rõ và vận dụng thành thạo các công cụ toán học dùng trong phân tích hệ tự động.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Tính toán và biến đổi được các thông số qua phép biến đổi Lablace.</p>	Đọc tài liệu [1] trang 29-57 và làm bài tập 1-8 trang 218-219 về các công cụ toán học trong điều khiển tự động

<p>Tư vấn</p>	<p>1t</p>	<p>- Xây dựng mô hình toán học của khâu hệ cơ bản.</p>	<p>Tư vấn cho sinh viên biết cách vận dụng mô hình toán học của khâu hệ cơ bản trong mô hình hệ điều khiển phức hợp.</p>	<p>Các mô hình toán học của các phần tử điều khiển, các hệ điều khiển cơ bản</p>
---------------	-----------	--	--	--

Tuần 3, Nội dung 2: Mô tả toán học hệ điều khiển tự động (tiếp)

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	3t Phòng	<ul style="list-style-type: none"> - Tín hiệu tác động vào và phản ứng của khâu hay hệ - Hàm truyền của hệ thống và các đặc tính của hệ thống điều khiển - Mô tả hệ bằng hệ phương trình trạng thái và mô hình trạng thái 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nhận diện, phân loại được các dạng tín hiệu tác động vào hệ điều khiển tự động cũng như các dạng phản ứng của các khâu hệ đó. - Trình bày được phương pháp xây dựng hàm truyền của hệ thống có các phần tử tuyến tính ghép song song hay nối tiếp, phản hồi và chuyển đổi tín hiệu. <p>Kỹ năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biết cách lập được hệ phương trình trạng thái từ hàm truyền của hệ thống. - Mô tả được hệ phương trình trạng thái 	Tài liệu [1] tr 83-96 về đặc tính tần số của hệ thống điều khiển
Bài tập	2t Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Tìm hàm truyền của hệ có nhiều phần tử mắc song song, mắc nối tiếp và mắc hỗn hợp. - Biến đổi Laplace để đưa ra hàm truyền của hệ 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thành thạo tính toán biến đổi rút ra hàm truyền tổng quát của hệ gồm nhiều phần tử tự động. <p>Kỹ năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thành thạo tính toán để đưa ra hàm truyền của phần tử và của hệ. 	- Đọc tài liệu [1] tr218-228 làm các bài tập 29-34. Tr 218-220 làm bài tập 9-12
Tự học	10t Ở nhà, thư viện	<ul style="list-style-type: none"> - Xây dựng các mô hình toán học của các khâu động học cơ bản: <ul style="list-style-type: none"> + Khâu quán tính bậc nhất + Khâu tích-phân quán tính bậc nhất đến bậc n + Khâu bù + Khâu dao động bậc hai + Khâu trễ - Hàm truyền cho hệ thống SISO 	<p>Kiến thức:</p> <p>Phân tích và vận dụng được các kiến thức về các mô hình thực tế, xây dựng kiến thức mô hình toán học cơ bản cho các mô hình thường xuyên xuất hiện trong các hệ thống thực tiễn.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Vận dụng lý thuyết xây dựng được mô hình toán học của</p>	Đọc tài liệu [1] tr 102-118 Tìm hiểu về các mô hình thực tế và cách thức mô hình hóa bằng toán học các mô hình thực tế đầy.

			các khâu động học.	
Tư vấn	1t VPK	<ul style="list-style-type: none"> - Cách thức xây dựng hàm truyền hệ thống các phần tử tự động trong một mô hình thực tế do sinh viên tự chọn - Xây dựng đường đặc tính của một hệ thống khi biết hàm truyền 	Tư vấn cho sinh viên biết cách xây dựng hàm truyền và các phương pháp tính toán biến đổi hàm truyền và cách phân tích để hiểu các đặc trưng của một hệ thực tế qua đó có mối liên hệ thực tiễn về lý thuyết đã học.	Chọn một mô hình thực tế để nghiên cứu hoặc liên hệ giảng viên để có mô hình thực tế để nghiên cứu

Tuần 4, Nội dung 2, 3: Mô tả toán học hệ điều khiển tự động (tiếp), Tiêu chuẩn ổn định hệ thống.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	3t Phòng...	<p>Tiêu chuẩn ổn định hệ thống</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khái niệm và các thông số ảnh hưởng. - Tiêu chuẩn ổn định đại số. - Tiêu chuẩn ổn định tần số - Phân vùng ổn định 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trình bày được khái niệm ổn định hệ thống, các thông số ảnh hưởng và các tiêu chuẩn ổn định đại số Raouth, Hurwitz. - Đưa ra được phương pháp thiết lập được bảng Raouth và định thức Hurwitz để phân tích lý giải được tính ổn định của hệ thống dựa vào các tiêu chuẩn của Raouth và Hurwitz. - Phân tích được tính ổn định của Nyquist và Michailov để xác định tính ổn định theo miền tần số của hệ tự động. - Trình bày được khái niệm và các bước để phân vùng ổn định của một hệ thống tuyến tính bất kỳ. <p>Kỹ năng:</p> <p>Tính toán được độ ổn định theo các tiêu chuẩn.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1]. Tr 120 – 129 về cách xác định tính ổn định từ đa thức đặc tính của hệ thống
Bài tập	2t Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Xác định hàm đặc tính tần số và vẽ đường đặc tính tần số của hàm truyền sơ đồ hệ thống cho trước. - Tìm hệ phương trình trạng thái của hàm truyền 	<p>Kiến thức:</p> <p>Trình bày, phân tích và ứng dụng được hàm đặc tính tần số của hệ và biểu diễn hàm truyền bằng hệ phương trình vi phân mô tả trạng thái của hệ thống.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Thành thạo trong việc lập hệ phương trình trạng thái của hệ thống.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1] tr 365-367 làm bài tập 5-9. về đặc tính tần số logarithm-Đồ thị Bode
KT-ĐG	15' Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Tìm hàm truyền của hệ hỗn hợp quán tính cấp một - Vẽ đường đặc tính của hệ 	<p>Kiến thức:</p> <p>Hiểu và trình bày được phương pháp tìm hàm truyền của hệ hỗn hợp.</p> <p>Kỹ năng:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Đọc tài liệu [1] trang 46-57 và 83-96. Chuẩn bị giấy kiểm tra.

			<p>Biết cách xây dựng hàm truyền hệ thống và xác định được đặc trưng phản ứng của hệ..</p> <p>- Vẽ được đường đặc tính của hệ.</p>	
Tự học	8t Ở nhà, thư viện	<p>- Xây dựng các mô hình toán học, hàm đặc tính, hệ phương trình trạng thái của các khâu động học cơ bản như:</p> <p>+ Khâu quán tính bậc nhất</p> <p>+ Khâu tích-phân quán tính bậc n</p> <p>+ Khâu bù</p> <p>+ Khâu dao động bậc hai</p> <p>+ Khâu trễ</p> <p>- Hàm truyền cho hệ thống SISO</p>	<p>Kiến thức:</p> <p>Phân tích và trình bày được phương pháp xây dựng các mô hình toán học, hàm đặc tính, hệ phương trình trạng thái của các khâu động học cơ bản.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Tính toán, biểu diễn được hàm truyền, hàm đặc tính, hiểu rõ và giải thích được đặc trưng của các hệ cơ bản dựa trên hàm truyền, hàm đặc tính hoặc hệ phương trình trạng thái.</p>	<p>Đọc tài liệu [1] tr 102-118</p> <p>Tìm hiểu về các mô hình cơ bản và cách thức mô hình hóa toán học các mô hình đây.</p>
Tư vấn	1 VPK	<p>- Xây dựng đường đặc tính của một hệ thống khi biết hàm truyền</p> <p>- Cách xác định các đặc trưng của hàm truyền dựa trên đường đặc tính</p>	<p>Giúp sinh viên hiểu rõ và sử dụng được thành thạo phương pháp xây dựng hàm truyền và các phương pháp tính toán biến đổi hàm truyền cũng như nắm vững cách phân tích để hiểu các đặc trưng của hệ điều khiển</p>	<p>Các mô hình toán học của các cơ hệ cơ bản trong thực tế</p>

Tuần 5, Nội dung 3: Tiêu chuẩn ổn định hệ thống (tiếp)

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Thảo luận	3t Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Các điều kiện cần và đủ của các tiêu chuẩn Routh và Hurwitz - Phương pháp lập bảng Routh và định thức Hurwitz - Vùng ổn định của hệ thống theo miền tần số. - Phân tích tính điều khiển được - Phân tích quan sát được của hệ thống 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phân tích được và giải thích rõ hệ hoạt động ổn định trong miền tần số nào và bất ổn trong miền tần số nào. - Phân tích được tính chất của hệ tuyến tính để hiểu thấu đáo quy luật hoạt động của hệ thống. <p>Kỹ năng:</p> <p>Vận dụng thành thạo các tiêu chuẩn của Routh và Hurwitz để xác định tính ổn định của hệ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1] Tr 120 – 129 về cách xác định tính ổn định từ đa thức đặc tính của hệ thống, xác định tính ổn định, tính quan sát được của hệ thống
Bài tập	2t Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Lập bảng Routh và định thức Hurwitz để xác định tính ổn định của hệ. 	<p>Kiến thức</p> <p>Nhớ và trình bày được các bước tính ổn định của hệ theo tiêu chuẩn Routh, Hurwitz.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Thành thạo việc thiết lập bảng Routh và định thức Hurwitz để xác định tính ổn định của hệ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1] tr 224 làm bài tập 37-38
Tự học	10t Ở nhà, thư viện	<ul style="list-style-type: none"> - Xác định tính ổn định dựa vào bảng Routh và định thức Hurwitz của các hệ thống thực tế và ví dụ trong chương hai. 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trình bày, phân tích và ứng dụng được các tiêu chuẩn ổn định đại số để đánh giá tính ổn định của các mô hình thực tế và ví dụ đã học. <p>Kỹ năng:</p> <p>Thành thạo việc thiết lập bảng Routh và định thức Hurwitz để xác định tính ổn định của hệ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1] Tr 120 – 129 về cách xác định tính ổn định từ đa thức đặc tính của hệ thống

Tuần 6, Nội dung 3: Tiêu chuẩn ổn định hệ thống (tiếp).

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	2t Phòng...	3.5 Độ dự trữ tính ổn định. 3.6 Tính điều khiển được và quan sát được của hệ thống tuyến tính	Kiến thức: - Trình bày được khái niệm về độ dự trữ tính ổn định, những nhận thức định lượng về độ dự trữ. Kỹ năng: - Biết cách lựa chọn tiêu chuẩn ổn định cho hệ thống. - Xác định được hệ thống là hệ có tính điều khiển được hay quan sát được	- Đọc tài liệu [1] trang 161-169, 276-295 tìm hiểu về phương pháp phân tích tính bền vững của hệ thống và phân tích tính điều khiển được và quan sát được của hệ thống
Bài tập	2t Phòng...	- Vẽ đường đặc tính tần số logarith của hệ - Xác định vùng ổn định của hệ - Xác định hệ thống có tính điều khiển được hay quan sát được	Kiến thức: - Hiểu và vận dụng thành thạo các tiêu chuẩn của Nyquist và Michailov để vẽ được đường đặc tính tần số từ đó xác định được miền hoạt động ổn định của hệ Kỹ năng: Thành thạo biến đổi và nhận xét các tham số của hệ thống để đánh giá hệ có tính điều khiển được hay quan sát được	- Đọc tài liệu [1] Tr 224-225 làm bài tập 38-40 Tr 367-368 làm bài tập 12-15
KT-ĐG Giữa kỳ	1 tiết' Phòng...	- Lập bản Routh, định thức Hurwitz để xác định tính ổn định của hệ thống - Nhận xét đánh giá chất lượng điều khiển của hệ	Kiến thức - Phân tích và trình bày được điều kiện, đặc điểm của hệ ổn định thông qua việc lập được bảng Routh và định thức Hurwitz. - Phân tích rõ cách nhận xét tính chất, quy luật hoạt động của hệ điều khiển tuyến tính. Kỹ năng: Thành thạo biến đổi và nhận	Ôn tập phương pháp Routh, Hurwitz và chỉ số đánh giá chất lượng hệ thống

			xét các tham số của hệ thống để đánh giá hệ có tính điều khiển được hay quan sát được	
Tự học	7t	<ul style="list-style-type: none"> - Đánh giá tính ổn định bền vững với sai lệch mô hình - Hệ vừa có tính ổn định vừa có độ nhạy nhỏ 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biết cách phân tích được quy luật vận hành của các mô hình thực tế <p>Kỹ năng:</p> <p>Vận dụng được kiến thức để đánh giá tính ổn định bền vững của hệ thốn.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1] trang 161-169 tìm hiểu về phương pháp phân tích tính bền vững của hệ thống
Tư vấn	1 VPK	Các phương pháp tính toán xác định hàm độ nhạy, đa thức xác định tính ổn định	Giúp sinh viên hiểu rõ phương pháp sử dụng hàm độ nhạy để xác định tính ổn định của hệ thống.	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1] trang 166-169 các kiến thức về tiêu chuẩn xác định tính ổn định của hệ thống

Tuần 7, Nội dung 4: Đánh giá chất lượng của hệ thống điều khiển

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	3t Phòng...	<p>Đánh giá chất lượng của hệ thống điều khiển</p> <ul style="list-style-type: none"> - Các chỉ tiêu chất lượng của hệ thống điều khiển tự động - Đánh giá chất lượng hệ thống ở chế độ xác lập - Đánh giá chất lượng hệ thống ở chế độ quá độ - Đánh giá gián tiếp chất lượng quá độ hệ thống 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phân tích và vận dụng được các chỉ tiêu chất lượng như các chỉ số để đánh giá được hệ thống có hoạt động tốt hay không. - Trình bày phương pháp đánh giá chất lượng của hệ thống điều khiển ở từng chế độ cụ thể. <p>Kỹ năng:</p> <p>Vận dụng được kiến thức để đánh giá được chất lượng của hệ thống thông qua các thông số trong các chế độ vận hành khác nhau.</p>	Đọc tài liệu [1] trang 134-169 về phân tích chất lượng hệ thống
Bài tập	2t Phòng...	<ul style="list-style-type: none"> - Xác định các chỉ số thể hiện chất lượng của hệ. - Phân tích các chỉ số chất lượng của hệ. 	<p>Kiến thức:</p> <p>Phân tích được chất lượng hệ thống thông qua các chỉ số</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Thành thạo tính toán đưa ra các chỉ số thể hiện chất lượng điều khiển</p>	Đọc tài liệu [1] làm bài tập trang 226 -227 bài 47-49
Tự học	7t Ở nhà, Thư viện	Quan hệ giữa chất lượng hệ thống với vị trí điểm cực và điểm không của hàm truyền	<p>Kiến thức:</p> <p>Phát biểu được về mối quan hệ giữa chất lượng hệ thống điều khiển với các điểm kỳ dị và điều kiện biên.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Đánh giá được quan hệ giữa chất lượng hệ thống với vị trí điểm cực</p>	Đọc tài liệu [1] trang 150-156 về điều kiện tồn tại quá độ điều chỉnh và khâu thông tần với pha cực tiểu.
Tư vấn	1 VPK	Phân tích chất lượng các hệ thống thực tế dựa trên các chỉ tiêu đã học	Giúp sinh viên có thể hiểu và phân tích được mối quan hệ giữa lý thuyết về chất lượng điều khiển và phản ứng của mô hình thực tế.	Các mô hình thực tế và hàm truyền của chúng

Tuần 8, Nội dung 4: Đánh giá chất lượng của hệ thống điều khiển (Tiếp)

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Thảo luận	2 tiết Phòng...	Các chỉ tiêu và các phương pháp đánh giá chất lượng điều khiển: độ vượt quá, thời gian quá độ, số lần dao động Các phương pháp đánh giá chất lượng và các tiêu chuẩn để đánh giá như độ vượt quá, số lần dao động, thời gian quá độ và độ biến thiên của đầu ra.	Kiến thức: Phân tích được độ vượt quá, thời gian quá độ, số lần dao động là ảnh hưởng của tham số tín hiệu điều khiển nào của hệ thống Phân tích được hệ thống có chất lượng điều khiển tốt hay xấu. Kỹ năng: Đánh giá được chất lượng của hệ thống thông qua các tiêu chuẩn để đánh giá như độ vượt quá, số lần dao động, thời gian quá độ và độ biến thiên của đầu ra.	Đọc tài liệu [1] trang 134-169 về phân tích chất lượng hệ thống Sinh viên cần tham khảo các tài liệu về phương pháp đánh giá chất lượng hệ thống
Bài tập	2t	- Xác định chất lượng của hệ ở chế độ quá độ - Sử dụng đặc tính tần số để đánh giá chất lượng điều khiển của hệ thống.	Kiến thức: Chỉ rõ những đánh giá về chất lượng hệ thống theo phương pháp quá độ và phân tích đường đặc tính tần số Kỹ năng: Vận dụng được lý thuyết để làm bài tập	Đọc tài liệu [1] trang 225-226 làm bài tập 41-47
KT-ĐG	30'	Đánh giá chất lượng của hệ thống điều khiển.	Kiến thức: Chỉ rõ những đánh giá về chất lượng hệ thống theo phương pháp quá độ và phân tích đường đặc tính tần số. chỉ rõ chỉ tiêu chất lượng điện áp Kỹ năng: Đánh giá được chất lượng của hệ thống điều khiển	Chuẩn bị kiến thức, giấy, bút.
Tự học	8t Ở nhà, thư viện	Các tiêu chuẩn chỉ số chất lượng của các bộ điều khiển trong thực tế và các mô hình đã học	Kiến thức: Trình bày và phân tích được chất lượng các hệ thống điều khiển trong thực tế Kỹ năng:	Các kiến thức liên quan đến đánh giá chất lượng điều khiển

			Vận dụng kiến thức để đánh giá các tiêu chuẩn chỉ số chất lượng của các bộ điều khiển trong thực tế	
Tư vấn	1 VPK	Các tiêu chuẩn và phương pháp đánh giá chất lượng điều khiển	Giúp sinh viên có thể vận dụng thực tế các hệ tự động đang sử dụng trong cuộc sống hoạt động như thế nào	Tìm hiểu các mô hình thực tế và những câu hỏi về chất lượng điều khiển.

Tuần 9, Nội dung 5: Tổng hợp hệ điều khiển tự động tuyến tính

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	1t Phòng	<ul style="list-style-type: none"> - Ổn định hệ thống - Tổng hợp hệ thống theo đặc tính tần số 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phân tích được các phương pháp đánh giá cấu trúc của hệ thống có tính ổn định hay không. <p>Kỹ năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vận dụng được phương pháp ổn định hệ thống cho các hệ có cấu trúc không ổn định. - Tính toán được đường đặc trưng tần số mong muốn của hệ có cấu trúc ổn định 	Đọc tài liệu [1] tr. 170-217 và 297 – 364 về các phương pháp thiết kế bộ điều khiển cho hệ tự động
Thảo luận	2 tiết Phòng	<ul style="list-style-type: none"> - Phương pháp tổng hợp hệ thống điều khiển theo đường đặc tính tần số để đưa ra phương pháp điều khiển tối ưu theo đường đặc tính mong muốn - Bộ điều được sử dụng phổ biến PID: phương pháp thiết kế, tính toán. 	<p>Kiến thức:</p> <p>Phân tích và trình bày được phương pháp tổng hợp hệ thống điều khiển</p> <p>Kỹ năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đưa ra phương pháp điều khiển tối ưu cho từng hệ thống - Vận dụng một bộ điều khiển đơn giản và ứng dụng được vào các mô hình thực tiễn. 	Đọc tài liệu [1] tr. 170-217 thiết kế bộ điều khiển. Đọc tài liệu bài giảng và tài liệu [1] tr 170 – 191 về bộ điều khiển PID
KT-ĐG	20'	<ul style="list-style-type: none"> - Tính toán tần số cắt - Tính toán hiệu chỉnh để đưa ra đường đặc tính tần số tối ưu 	<p>Kiến thức:</p> <p>Trình bày được phương pháp tính tần số cắt, phương pháp tính toán hiệu chỉnh tham số để đưa ra đường đặc tính tối ưu cho phương án điều khiển.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Tính toán được tần số cắt, thông số hiệu chỉnh</p>	Đọc tài liệu [1] tr. 170-217 thiết kế bộ điều khiển
Tự học	7t Ở nhà, thư viện	Ứng dụng phương pháp ổn định tần số theo đường đặc tính tần số tối ưu để thiết kế hệ thống điều khiển	<p>Kiến thức:</p> <p>Trình bày cách thức tiếp cận phương án điều khiển tối ưu thông qua việc xác định đường đặc tính mong muốn.</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Vận dụng kiến thức để thiết kế hệ thống điều khiển cho</p>	Sự tìm các mô hình hệ thống điều khiển thực tế với hàm truyền biết trước

			một mô hình cụ thể.	
Tư vấn	1 VPK	Các kiến thức liên quan đến phương pháp ổn định hệ thống, các mô hình thực tế, phân tích tổng hợp hệ thống theo phương pháp đặc tính tần số của hệ	Giúp sinh viên giải quyết các thắc mắc các vấn đề gặp phải khi thiết kế bộ điều khiển thực tế - Giải thích được các hiện tượng không mong muốn trong hệ thống	Các câu hỏi về ổn định hệ thống và tổng hợp hệ thống, các hàm truyền của các hệ đã học và tự tìm hiểu.

Tuần 10, Nội dung 5: Tổng hợp hệ điều khiển tự động tuyến tính (tiếp)

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị
Lý thuyết	2t Phòng	<ul style="list-style-type: none"> - Tổng hợp hệ thống theo phương pháp tối ưu - Tổng hợp hệ thống theo phương pháp gán điểm cực - Bộ điều khiển PID 	<p>Kiến thức:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trình bày được phương pháp tối ưu modul và tối ưu đối xứng để thiết kế bộ điều khiển cho hệ thống tuyến tính. - Đưa ra được phương pháp gán điểm cực để thiết kế bộ điều khiển cho hệ đơn giản. - Trình bày và Phân tích các bước thiết kế bộ điều khiển PID. <p>Kỹ năng:</p> <p>Tổng hợp được hệ thống điều khiển tự động theo các phương pháp khác nhau</p>	Đọc tài liệu [1] tr 170 – 205 về thiết kế bộ điều khiển
Bài tập	2t Phòng	<ul style="list-style-type: none"> - Vẽ đường đặc tính tần số của hệ để xác định đường đặc tính tần số mong muốn - Tính toán đường đặc tính mong muốn - Tính toán thiết kế bộ điều khiển PID - Xác định các tham số cho bộ điều khiển PID 	<p>Kiến thức:</p> <p>Hiểu và trình bày được phương pháp xác định ham số cho các bộ điều khiển</p> <p>Kỹ năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thành thạo trong việc xây dựng đường đặc tính mong muốn của hệ thống điều khiển - Thành thạo trong việc tính toán các tham số K_p, K_i, K_d của bộ điều khiển PID. 	<p>Đọc tài liệu [1] trang 227-228 làm bài tập 55-58</p> <p>Làm bài tập trong tài liệu [1] từ trang 227-228 bài 51-53</p>
Tự học	8t Ở nhà, thư viện	Thiết kế mô hình điều khiển tốc độ động cơ sử dụng bộ điều khiển PID	<p>Kiến thức:</p> <p>Trình bày và phân tích được phương pháp thiết kế mô hình tốc độ động cơ sử dụng bộ điều khiển PID</p> <p>Kỹ năng:</p> <p>Biết cách vận dụng lý thuyết vào thiết kế bộ điều khiển thực tế</p>	Đọc về bộ điều khiển PID
Tư vấn	1 VPK	Phương pháp xây dựng mô hình điều khiển tốc độ động cơ	Giúp sinh viên phân tích được đặc điểm của đường đặc tính tần số, đường đặc tính hàm truyền của hệ điều khiển động cơ	Các câu hỏi về động cơ

9. Chính sách đối với học phần:

- Sinh viên phải nghiên cứu trước đề cương chi tiết học phần, chuẩn bị các tài liệu học tập.
- Giảng viên giảng những vấn đề cơ bản, kết hợp thảo luận theo nhóm, lớp. Có những vấn đề giảng viên để cho sinh viên tự nghiên cứu sau đó kiểm tra và sửa chữa chung.
- Giảng viên phân tích, hướng dẫn cách áp dụng lý thuyết, cách vận dụng vào vẽ các bản vẽ trên sơ đồ thực tế.
- Bắt buộc SV phải dự đầy đủ số tiết lên lớp theo quy chế 42: không được nghỉ quá 20% số tiết. Rèn luyện kỹ năng tự ghi bài, học bài, nâng cao khả năng tự học và làm việc theo nhóm.
- Có đủ các bài kiểm tra thường xuyên, giữa kỳ theo quy định.

9. Phương pháp, hình thức kiểm tra - đánh giá kết quả học tập học phần:

9.1. Kiểm tra- đánh giá thường xuyên:

- Kiểm tra quá trình chuẩn bị kiến thức và phần sinh viên tự chuẩn bị ở nhà có điểm khuyến khích cho sinh viên chuyên cần.
- Kiểm tra đánh giá thường xuyên các tuần bằng nhiều hình thức: Kiểm tra viết trên giấy cho điểm khuyến khích sự năng nổ thảo luận của sinh viên trong thảo luận nhóm. Điểm trung bình kiểm tra có trọng số 0,3.

Tiêu chí đánh giá:

Mức	Tiêu chí đánh giá (áp dụng theo các mức sau)	Điểm
1	Có chuẩn bị bài và làm bài tập ở nhà	5-6,5
2	Nhớ và trình bày đúng yêu cầu nội dung đề bài đã ra	7-8,5
3	Nhớ và trình bày đúng yêu cầu nội dung đề bài đã ra Biết vận dụng vào thực tế	9-10
4	Không đạt các tiêu chí trên	< 5

9.2. Kiểm tra đánh giá giữa kỳ:

- Kiểm tra đánh giá giữa kỳ: 1 bài kiểm tra trên giấy tuần 7/ 1 tiết. Điểm của bài kiểm tra có trọng số 0,2.
- Tiêu chí đánh giá:

Mức	Tiêu chí đánh giá (áp dụng theo các mức sau)	Điểm
1	- Nhớ, trình bày đúng yêu cầu đề ra, nêu được những kiến thức liên quan đến vấn đề được nêu.	5-6,5
2	Biết cách vận dụng giải các bài toán thực tế nhưng chưa hoàn thiện.	7-8,5
3	Biết cách vận dụng và mở rộng kiến thức vào thực tế và giải quyết tốt các bài toán thực tế.	9-10
4	Không đạt các tiêu chí trên	< 5

9.3. Kiểm tra đánh giá cuối kỳ:

- Hình thức: Viết
- Thời gian: 90 phút.
- Phòng thi viết do phòng Đào tạo xếp.
- Trọng số: 0,5.
- Tiêu chí đánh giá:

Mức	Tiêu chí đánh giá (áp dụng theo các mức sau)	Điểm
1	- Nhớ, trình bày đúng yêu cầu đề ra, nêu được những kiến thức liên quan đến vấn đề được nêu.	5-6,5
2	Biết cách vận dụng giải các bài toán thực tế nhưng chưa hoàn thiện.	7-8,5
3	Biết cách vận dụng và mở rộng kiến thức vào thực tế và giải quyết tốt các bài toán thực tế.	9-10
4	Không đạt các tiêu chí trên	< 5

9.4. Lịch thi kiểm tra:

- Kiểm tra giữa kỳ: tuần thứ 6.
- Kiểm tra cuối kỳ: sau 10 tuần.
- Lịch thi: Do phòng Đào tạo xếp.

10. Các yêu cầu khác:

- Bố trí lịch học, thời gian học theo lịch trình cụ thể (mục 8.2).
- Giờ lý thuyết bố trí học tại phòng học chức năng.

Thanh Hoá, ngày tháng năm 2021

Trưởng khoa

Nguyễn Văn Dũng

Trưởng bộ môn

Trần Hùng Cường

Giảng viên

Lê Phương Hảo