

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HỒNG ĐỨC
KHOA KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ



ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT

HỌC PHẦN

KỸ THUẬT CAO ÁP

SỐ TÍN CHỈ: 3

MÃ HỌC PHẦN: 177010

DÙNG CHO NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN

BẠC ĐẠI HỌC

(Theo chương trình Kỹ thuật điện được ban hành theo Quyết định số 1067/QĐ-ĐHHD ngày 22 tháng 7 năm 2020 của Hiệu trưởng trường ĐH Hồng Đức)

THANH HÓA, NĂM 2020

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HỒNG ĐỨC
Khoa Kỹ thuật - Công nghệ
Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử

ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT HỌC PHẦN
KỸ THUẬT CAO ÁP
Mã học phần: 177036

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, giảng đường A3-CSC.
Điện thoại: 0968.305.869
E-mail: lephuonghao@hdu.edu.vn

- Giảng viên 2:

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, giảng đường A3-CSC.
Điện thoại: 0989.100.084
E-mail: tranhungcuong@hdu.edu.vn

- Giảng viên 3:

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, giảng đường A3-CSC.
Điện thoại: 0971.566.653
E-mail: nguyenthitham@ hdu.edu.vn

2. THÔNG TIN CHUNG VỀ HỌC PHẦN.

Tên ngành: Đại học Kỹ thuật điện

Tên học phần: Kỹ thuật cao áp

Số tín chỉ: 3

Mã học phần: 177010

Học kỳ: 7

Học phần: Bắt buộc Tự chọn

Các học phần tiên quyết:

Giờ tín chỉ đối với các hoạt động:

+ Nghe giảng lý thuyết: 27 + Làm bài tập trên lớp:

+ Thảo luận: 36 + Thực hành:

+ Hoạt động theo nhóm: + Tự học: 135

Địa chỉ của Bộ môn phụ trách học phần:

Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử: Phòng 205, nhà A3, CSC Đại học Hồng Đức.

3. NỘI DUNG HỌC PHẦN:

Nội dung: Các vấn đề về quá điện áp và bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện, quá trình hình thành và phóng điện của sét, phóng điện vàng quang trên đường dây tải điện, các biện pháp nối đất trong hệ thống điện.

Năng lực đạt được: Trình bày được các yêu cầu về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện. Phân tích, tính toán, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế. Thiết kế được hệ thống chống sét, hệ thống nối đất cho các công trình điện.

4. MỤC TIÊU CỦA HỌC PHẦN:

Mục tiêu	Mô tả	Chuẩn đầu ra CTĐT
1.	<p>* Kiến thức:</p> <p>Người học hiểu và trình bày được những kiến thức cơ bản về:</p> <ul style="list-style-type: none">- Vận hành hệ thống cao áp.- Quá trình truyền sóng trên đường dây tải điện.- Nguyên lý hoạt động và cấu tạo của thiết bị chống sét cho trạm biến áp, đường dây tải điện.- Quá trình quá điện áp trong hệ thống điện.- Các phương pháp nối đất trong hệ thống điện.	Hiểu rõ các nguyên lý, các yêu cầu, các bước khi thiết kế hệ thống chống sét cho công trình điện và các phương pháp nối đất.
2.	<p>* Kỹ năng:</p> <p>Sau khi học xong học phần người học có khả</p>	Tư vấn, thiết kế, quản lý thi công các hệ thống chống sét.

	<p>năng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trang bị, vận hành các dạng bảo vệ quá điện áp khí quyển, quá điện áp nội bộ. - Xây dựng hệ thống nối đất, thu sét và bảo vệ cho các thiết bị điện, công trình điện - dân dụng đúng yêu cầu kỹ thuật. 	<p>Vận hành các dạng bảo vệ quá điện áp khí quyển, quá điện áp nội bộ.</p>
3.	<p>* Thái độ:</p> <p>Có thái độ học tập nghiêm túc, tính toán, lựa chọn các thiết bị bảo vệ quá điện áp trong hệ thống điện đúng theo các tiêu chuẩn, quy phạm ngành điện.</p>	<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 ngành kỹ thuật điện.</p>
4.	<p>* Năng lực:</p> <p>Phân tích, tính toán, thiết kế, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét cho các công trình điện phù hợp với yêu cầu thực tế.</p>	<p>Có năng lực thiết kế, tổ chức thi công, đánh giá và cải tiến hoạt động của hệ thống nối đất và hệ thống chống sét; có sáng kiến trong quá trình thực hiện nhiệm vụ được giao; có khả năng đưa ra được kết luận về các vấn đề chuyên môn, nghiệp vụ thông thường và một số vấn đề phức tạp về mặt kỹ thuật.</p>

5. CHUẨN ĐẦU RA HỌC PHẦN:

TT	Kết quả mong muốn đạt được	Mục tiêu	Chuẩn đầu ra CTĐT
A	Biết phân tích, tính toán, lựa chọn được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế.	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.	Tư vấn, thiết kế, các công trình thuộc ngành điện
B	Thiết kế, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống chống sét cho công trình điện.	Biết thiết kế, lắp đặt hệ thống nối đất, hệ thống chống sét cho công trình điện.	Vận hành, quản lý điều hành, tổ chức thi công các hệ thống điện

6. NỘI DUNG CHI TIẾT HỌC PHẦN:

Chương 1: Phương thức nối đất điểm trung tính trong hệ thống điện

- 1.1. Ảnh hưởng của phương thức nối đất điểm trung tính đối với cách điện của HTĐ.
 - 1.1.1. Khái niệm chung.
 - 1.1.2. Ảnh hưởng của phương thức nối đất điểm trung tính đối với cách điện của HTĐ.
- 1.2. Lựa chọn phương thức nối đất điểm trung tính.
- 1.3. Tính toán nối đất.

Chương 2: Quá điện áp nội bộ trong hệ thống điện

- 2.1. Quá điện áp nội bộ do ngắn mạch chạm đất 1 pha.
- 2.2. Tác dụng của cuộn dập hồ quang.
 - 2.2.1. Tác dụng giảm dòng điện chạm đất của cuộn dập hồ quang.
 - 2.2.2. Tác dụng giảm tốc độ khôi phục điện áp của cuộn dập hồ quang.
 - 2.2.3. Sự chuyển dịch của điểm trung tính trong hệ thống có đặt cuộn dập hồ quang.
- 2.3. Quá điện áp do cắt đường dây không tải và bộ tụ.
 - 2.3.1. Quá điện áp khi cắt đường dây không tải.
 - 2.3.2. Quá điện áp khi cắt bộ tụ điện.

Chương 3: Hiện tượng vật lý của phóng điện sét

- 3.1. Quá trình phóng điện của sét.
- 3.2. Tham số của phóng điện sét.
- 3.3. Đặc tính V-S của phóng điện xung kích.

Chương 4: Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho hệ thống điện

- 4.1. Phạm vi của bảo vệ chống sét đánh trực tiếp.
 - 4.1.1. Khái niệm chung.
 - 4.1.2. Xác định phạm vi bảo vệ bằng thực nghiệm.
 - 4.1.3. Phạm vi bảo vệ của cột thu sét.
 - 4.1.4. Phạm vi bảo vệ của dây thu sét.

- 4.2. Các yêu cầu kỹ thuật khi dùng hệ thống thu sét.
- 4.3. Lý thuyết mô hình điện hình học đánh giá bảo vệ chống sét đánh trực tiếp.

Chương 5: Truyền sóng quá điện áp trên các đường dây tải điện

- 5.1. Khái niệm chung.
- 5.2. Truyền sóng điện từ trên đường dây tải điện.
- 5.3. Phản xạ và khúc xạ của sóng – Quy tắc Peterson.
- 5.4. Một số phương pháp xác định điện áp tại điểm nút.

Chương 6: Bảo vệ chống sét đánh cho đường dây tải điện

- 6.1. Giới thiệu chung.
- 6.2. Xác suất phóng điện do sét đánh trực tiếp lên đường dây tải điện.
 - 6.2.1. Đường dây không treo dây chống sét.
 - 6.2.2. Sét đánh trên đường dây có treo dây chống sét.
- 6.3. Xác suất phóng điện do quá điện áp cảm ứng trên đường dây tải điện.
 - 6.3.1. Điện áp cảm ứng cực đại trên cách điện.
 - 6.3.2. Xác định số lần cắt điện do quá điện áp cảm ứng.

Chương 7: Bảo vệ chống sét cho TBA&NMD

- 7.1. Các thiết bị bảo vệ chống quá điện áp lan truyền.
 - 7.1.1. Yêu cầu cơ bản của thiết bị chống sét.
 - 7.1.2. Khe hở phóng điện.
 - 7.1.3. Chống sét ống.
 - 7.1.4. Chống sét van.
- 7.2. Bảo vệ chống quá điện áp khí quyển cho TBA.
- 7.3. Bảo vệ chống sét lan truyền từ đường dây vào máy phát điện.

7. HỌC LIỆU:

7.1. Tài liệu bắt buộc.

[1]. Trần Văn Tóp; 2007; Kỹ thuật điện cao áp, Nhà xuất bản Khoa học & Kỹ thuật, Hà Nội.

7.2. Tài liệu tham khảo.

[2]. Nguyễn Xuân Phú, 2007, Cung cấp điện, NXB KHKT

8. Hình thức tổ chức dạy học

8.1. Lịch trình chung:

Nội dung	HÌNH THỨC TỔ CHỨC DẠY HỌC PHẦN						Tổng
	Lý thuyết	BT, TL	TH, TN	Tự học, tự NC	Tư vấn của GV	KT-ĐG	
Chương 1: Phương thức nối đất điểm trung tính trong hệ thống điện	2	3	0	11		30'	5
Chương 2: Quá điện áp nội bộ trong hệ thống điện	5	6	0	25			11
Chương 3: Hiện tượng vật lý của phóng điện sét	2	3	0	11		30'	5
Chương 4: Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho hệ thống điện	7	9	0	33		GK-50'	16
Chương 5: Truyền sóng quá điện áp trên các đường dây tải điện	2	3	0	11		30'	5
Chương 6: Bảo vệ chống sét đánh cho đường dây tải điện	2	3	0	11			5
Chương 7: Bảo vệ chống sét cho TBA&NMĐ	7	9	0	33		30'	16
Tổng (tiết)	27	36	0	135			63

8.2. Lịch trình cụ thể cho từng nội dung.

Nội dung 1, Tuần 1: Phương thức nối đất điểm trung tính trong HTĐ.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 1	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Ảnh hưởng của phương thức nối đất điểm trung tính đối với cách điện của HTĐ. - Lựa chọn phương thức nối đất điểm trung tính. - Tính toán nối đất. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được các ảnh hưởng của phương thức nối đất điểm trung tính đối với cách điện của HTĐ, trình tự tính toán nối đất. - Lựa chọn được phương thức nối đất điểm trung tính phù hợp các mạng điện có cấp điện áp khác nhau; tính toán được hệ thống nối đất đúng yêu cầu kỹ thuật. 	<p>Các phương thức nối đất điểm trung tính trên các lưới điện 10kV, 22kV, 35kV, 110kV, 220kV, 500kV... ở Việt Nam</p>	<p>Biết phân tích, tính toán, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế.</p>
TL	3 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Câu hỏi 1: Việc lựa chọn phương thức nối đất điểm trung tính có ảnh hưởng như thế nào đối với việc lựa chọn cách điện trong HTĐ? Áp dụng ở Việt Nam và các biện pháp khắc phục? - Câu hỏi 2: Hãy nêu cách lựa chọn trị số điện trở nối đất cho phép và giải thích? 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống lại chính xác những kiến thức đã học về ảnh hưởng của nối đất đến lựa chọn phương thức nối đất điểm trung tính. - Vận dụng kiến thức để phân tích, so sánh và lựa chọn được phương thức nối đất hợp lý cho từng cấp điện áp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chương 4 TL [1]: Trình tự tính toán nối đất. - Chuẩn bị giấy kiểm tra. 	<p>Biết phân tích, tính toán, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế.</p>
KTĐG		Tính toán nối đất	- Biết được trình tự	Chương 4 TL	Biết phân

	30' Theo TKB	làm việc và nối đất chống sét.	tính toán nối đất trong HTĐ. - Áp dụng thuần thực các bước tính toán để tính toán nối đất cho HTĐ.	[1]: Trình tự tính toán nối đất	tích, tính toán, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế.
Tự học	11	Tự giải bài tập TL[3] trang 55- 62.	- Hệ thống lại các kiến thức đã học về tính toán nối đất. - Vận dụng lý thuyết giải đúng yêu cầu các bài tập về tính toán nối đất.	Chương 4 TL [1]: Trình tự tính toán nối đất	Biết phân tích, tính toán, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế.

Nội dung 2, Tuần 2: Quá điện áp nội bộ trong hệ thống điện.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 2	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	3 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Quá điện áp nội bộ do ngắn mạch chạm đất 1 pha. - Tác dụng của cuộn dập hồ quang. - Sự chuyển dịch của điểm trung tính trong hệ thống có đặt cuộn dập hồ quang. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày được diễn tiến của quá trình quá điện áp nội bộ trong hệ thống điện. - Vận dụng xác định được giá trị điện áp quá độ tại các thời điểm, lựa chọn được biện pháp hạn chế quá điện áp nội bộ. 	Đọc chương 10 TL [1] về: các vấn đề khi thao tác cắt ngắn mạch	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp nội bộ của kỹ thuật điện cao áp.
TL	3 Theo TKB	Quá điện áp quá độ khi đóng điện vào đường dây dài.	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày được diễn tiến của quá trình quá điện áp quá độ khi đóng điện vào đường dây dài. - Vận dụng xác định được giá trị điện áp quá độ tại các thời điểm. 	Đọc TL [1] trang 204-207 về quá điện áp quá độ khi đóng điện vào đường dây dài.	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp nội bộ của kỹ thuật điện cao áp.
Tự học	12	Cộng hưởng trong mạch L-C ghép nối tiếp.	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được diễn tiến của quá trình cộng hưởng trong mạch L-C ghép nối tiếp. - Phân tích, đánh giá được tác động của cộng hưởng đến HTĐ. 	Đọc TL [1] trang 213 về hiện tượng cộng hưởng trong mạch L-C ghép nối tiếp.	Hiểu được các kiến thức về cộng hưởng mạch L-C trong kỹ thuật điện cao áp
Tư vấn của GV		Hiện tượng cộng hưởng tần số thấp SSR (Subsynchronous Resonance).	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được hiện tượng cộng hưởng tần số thấp SSR. - Phân tích, đánh giá được tác động của hiện tượng SSR đến HTĐ. 	Đọc TL [1] trang 214 về hiện tượng cộng hưởng tần số thấp.	Hiểu được các kiến thức về cộng hưởng SSR trong KTĐCA.

Nội dung 2, Tuần 3: Quá điện áp nội bộ trong hệ thống điện (tiếp).

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 3	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	- Quá điện áp do cắt đường dây không tải và bộ tụ.	- Trình bày được diễn tiến của quá điện áp do cắt đường dây không tải. - Áp dụng khi thao tác đóng cắt đường dây thực tế.	Các dạng quá điện áp trong HTĐ.	Hiểu được các kiến thức quá điện áp do cắt đường dây không tải và bộ tụ trong kỹ thuật điện cao áp
TL	3 Theo TKB	Biện pháp hạn chế quá điện áp nội bộ.	- Trình bày được các biện pháp hạn chế quá điện áp quá độ. - Vận dụng kiến thức để lựa chọn đúng biện pháp hạn chế quá điện áp nội bộ cho HTĐ.	- Đọc chương 10 tài liệu [1]. - Các biện pháp hạn chế quá áp nội bộ.	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp nội bộ trong kỹ thuật điện cao áp
Tự học	13	- Quá điện áp khi cắt bộ tụ điện.	- Trình bày được quá trình phát sinh hồ quang khi cắt bộ tụ ra khỏi nguồn. - Vận dụng kiến thức để áp dụng vào thực tế khi thao tác.	Đọc chương 10 TL [1] về quá điện áp khi cắt bộ tụ điện.	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp khi cắt bộ tụ điện trong kỹ thuật điện cao áp
Tư vấn của GV		Sự khác nhau giữa quá điện áp nội bộ khi cắt đường dây không tải và do cắt bộ tụ.	- Trình bày được sự khác nhau giữa quá điện áp nội bộ khi cắt đường dây không tải và do cắt bộ tụ.	So sánh quá điện áp nội bộ khi cắt đường dây không tải và khi cắt bộ tụ.	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp trong kỹ thuật điện cao áp

Nội dung 3, Tuần 4: Hiện tượng vật lý của phóng điện sét.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 4	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Quá trình phóng điện của sét. - Tham số của phóng điện sét. - Đặc tính V-S của phóng điện xung kích. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày đúng bản chất của quá điện áp thiên nhiên (phóng điện sét) và các tham số của nó. - Vận dụng kiến thức xác định đúng các tham số của phóng điện sét. 	<p>Đọc chương 1 TL [1] về quá trình phóng điện của sét.</p>	<p>Hiểu được các kiến thức về quá trình hình thành và các đặc điểm của sét.</p>
TL	3 Theo TKB	<p>Quá trình hình thành và phóng điện của sét</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được các giai đoạn phát triển của dòng điện sét và biến thiên của dòng điện theo thời gian. - Vận dụng kiến thức xác định đúng từng quá trình của phóng điện sét. 	<p>Đọc chương 1 TL [1] và tìm hiểu về quá trình hình thành và phóng điện của sét.</p>	<p>Hiểu được các kiến thức về quá trình hình thành và các đặc điểm của sét.</p>
KTĐG	30'	<p>Trình bày quá trình phóng điện của sét và ảnh hưởng của phóng điện sét đến HTĐ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nhận biết đúng các giai đoạn phát triển của dòng điện sét. - Vận dụng kiến thức để trả lời đúng yêu cầu của câu hỏi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc chương 1 TL [1] và tìm hiểu về quá trình hình thành và phóng điện của sét. - Giấy kiểm tra. 	<p>Hiểu được các kiến thức về quá trình hình thành và các đặc điểm của sét.</p>
Tự học	11	<p>Đặc tính V-S của phóng điện xung kích.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được các đặc trưng của đặc tính vôn-giây của phóng điện xung kích. 	<p>Đọc chương 1 TL [1] về cách phối hợp cách điện trong</p>	<p>Hiểu được các kiến thức về quá trình hình thành và các đặc điểm</p>

			- Vận dụng để phối hợp bảo vệ cách điện đạt yêu cầu cho HTĐ.	HTĐ.	của sét.
--	--	--	--	------	----------

Nội dung 4, Tuần 5: Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho hệ thống điện.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 5	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	3 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Phạm vi của bảo vệ chống sét đánh trực tiếp. - Khái niệm chung. - Xác định phạm vi bảo vệ bằng thực nghiệm. - Phạm vi bảo vệ của cột thu sét. 	<ul style="list-style-type: none"> - Biết cách xác định phạm vi bảo vệ của cột thu sét khi thực hiện bảo vệ chống sét đánh trực tiếp. - Vẽ được phạm vi của cột thu sét và chọn được hình thức bảo vệ chống sét đánh thẳng bằng cột thu sét. 	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc tài liệu [1] trang 19 – 23 về hiệu quả bảo vệ của thu lôi Franklin. 	<ul style="list-style-type: none"> - Biết phân tích, tính toán được hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế. - Thiết kế được hệ thống chống sét cho công trình điện sử dụng cột thu sét.
TL	3 Theo TKB	<p>Xác định phạm vi bảo vệ chống sét đánh thẳng khi sử dụng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Một cột thu sét; - Hai cột thu sét cao bằng nhau; - Hai cột thu sét có độ cao khác nhau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Biết được phương pháp xác định phạm vi bảo vệ chống sét đánh thẳng khi sử dụng: một cột thu sét; hai cột thu sét cao bằng nhau; hai cột thu sét có độ cao khác nhau. - Tính và vẽ được phạm vi bảo vệ chống sét đánh thẳng khi sử dụng: một cột thu sét; hai cột thu sét cao bằng nhau; hai cột thu sét có độ cao 	<ul style="list-style-type: none"> Đọc trang 11-16 TL [1] về phạm vi bảo vệ của cột thu sét. 	<ul style="list-style-type: none"> Thiết kế được hệ thống chống sét cho công trình điện sử dụng cột thu sét.

			khác nhau.		
Tự học	11	Phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét.	<ul style="list-style-type: none"> - Biết cách xác định đúng phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét. - Có kỹ năng giải các bài toán đúng yêu cầu kỹ thuật. 	Đọc chương 1 TL [1] về phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét.	Thiết kế được hệ thống chống sét cho công trình điện sử dụng nhiều cột thu sét.

Nội dung 4, Tuần 6: Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho hệ thống điện (tiếp).

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 6	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	Phạm vi bảo vệ của dây thu sét.	<ul style="list-style-type: none"> - Biết cách xác định phạm vi bảo vệ của dây thu sét. - Vẽ và xác định được phạm vi bảo vệ của dây thu sét theo yêu cầu thực tế. 	Đọc trang 23-26 TL [1] về hiệu quả bảo vệ chống sét trạm biến áp và đường dây.	Biết phân tích, tính toán, lắp đặt được hệ thống nối đất, hệ thống bảo vệ chống sét phù hợp với yêu cầu thực tế.
TL	3 Theo TKB	Xác định phạm vi bảo vệ của dây thu sét.	<ul style="list-style-type: none"> - Biết cách xác định phạm vi bảo vệ của dây thu sét. - Vẽ và xác định được phạm vi bảo vệ của dây thu sét theo yêu cầu thực tế. 	Đọc trang 23-26 TL [1] về hiệu quả bảo vệ chống sét trạm biến áp và đường dây.	Thiết kế được hệ thống chống sét cho công trình điện sử dụng dây thu sét.
KTĐG	50'	Xác định phạm vi bảo vệ chống sét đánh thẳng khi sử dụng hai cột thu sét cao bằng nhau.	<ul style="list-style-type: none"> - Biết được phương pháp xác định phạm vi bảo vệ chống sét đánh thẳng khi sử dụng hai cột thu sét cao bằng nhau. - Tính và vẽ được phạm vi bảo vệ chống sét đánh thẳng khi sử dụng hai cột thu sét cao bằng nhau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc trang 11-16 TL [1] về phạm vi bảo vệ của cột thu sét. - Giấy kiểm tra. 	Thiết kế được hệ thống chống sét cho công trình điện sử dụng cột thu sét.
Tự học	11	Điều kiện an toàn khi có dòng điện sét qua hệ thống	- Biết cách xác định khoảng cách an toàn trong	Đọc trang 27-28 TL [1] về điều	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện

		thu sét.	không khí và trong đất khi tháo dòng điện sét. - Vận dụng xác định các khoảng cách an toàn trong không khí và trong đất khi tháo dòng điện sét.	kiện an toàn khi có dòng điện sét qua hệ thống thu sét.	cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
Tư vấn của GV		Cột thu lôi hiện đại.	- Trình bày lại được nguyên lý cấu tạo, hoạt động và phạm vi bảo vệ của cột thu lôi hiện đại. - Vận dụng để chọn được cột thu lôi hiện đại cho các công trình thực tế.	Đọc trang 29 TL [1] về nguyên lý cấu tạo, hoạt động và phạm vi bảo vệ của cột thu lôi hiện đại.	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.

Nội dung 4, Tuần 7: Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp cho hệ thống điện (tiếp).

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 7	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Các yêu cầu kỹ thuật khi dùng hệ thống thu sét. - Lý thuyết mô hình điện hình học đánh giá bảo vệ chống sét đánh trực tiếp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được các yêu cầu khi dùng hệ thống thu sét và phương pháp đánh giá hiệu quả bảo vệ bằng lý thuyết mô hình điện hình học. - Lựa chọn, bố trí được hệ thống thu sét đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật. 	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc trang 29 TL [1] về các yêu cầu kỹ thuật khi dùng hệ thống thu sét. 	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
TL	3 Theo TKB	Đánh giá hiệu quả bảo vệ của thu lôi Franklin.	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được ảnh hưởng của dòng điện sét, độ cao của cột thu lôi đến số lần sét đánh vào cột. - Vận dụng kiến thức xây dựng được hệ thống cột thu lôi đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. 	<ul style="list-style-type: none"> Đọc 19-22 TL [1] về phạm vi bảo vệ cuat cột thu lôi Franklin và phương pháp quả cầu lăn xác định phạm vi bảo vệ. 	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
Tự học	11	Phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét.	<ul style="list-style-type: none"> - Xác định được phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét. 	<ul style="list-style-type: none"> Đọc trang 11 TL [1] về phạm vi bảo vệ của nhiều 	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống

			- Vận dụng kiến vẽ được phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét.	cột thu sét.	điện.
Tư vấn của GV		Cách xác định phạm vi bảo vệ của cột thu sét và dây chống sét theo ABB.	- Biết cách xác định phạm vi bảo vệ của cột thu sét và dây chống sét theo ABB. - Vẽ được các phạm vi bảo vệ của cột thu sét và dây chống sét theo ABB.	Tìm hiểu cách xác định phạm vi bảo vệ của cột thu sét và dây chống sét theo ABB.	Thiết kế được hệ thống chống sét cho các công trình điện theo tiêu chuẩn của ABB.

Nội dung 5, Tuần 8: Truyền sóng quá điện áp trên các đường dây tải điện.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 8	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Khái niệm chung. - Truyền sóng điện từ trên đường dây tải điện. - Phản xạ và khúc xạ của sóng – Quy tắc Petersen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Phân tích được quá trình hình thành và truyền sóng trên đường dây tải điện; cách lập sơ đồ thay thế Petersen. - Lập và tính toán được với các sơ đồ thay thế Petersen. 	Đọc chương 2 TL [1] để tìm hiểu quá trình truyền sóng trên đường dây tải điện.	Hiểu được các kiến thức về truyền sóng điện từ trong kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
TL	3 Theo TKB	Truyền sóng trong hệ thống nhiều dây dẫn.	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày được quá trình truyền sóng trong hệ thống nhiều dây dẫn. - Phân tích, tính toán được các giá trị của sóng truyền trong hệ nhiều dây dẫn. 	Đọc trang 31-33 TL [1] để hiểu quá trình truyền sóng trong hệ thống nhiều dây dẫn.	Hiểu được các kiến thức về truyền sóng trong kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
KTĐG	30'	<ul style="list-style-type: none"> - Lập sơ đồ đẳng trị ở trạng thái sóng và sơ đồ toán tử. - Xác định điện áp tại các 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được cách thành lập sơ đồ thay thế Petersen và cách xác định điện áp tại các nút. - Vận dụng kiến thức thành lập và xác định đúng các thông số và sơ đồ thay thế Peterson. 	Đọc chương 2 TL [1] về cách lập sơ đồ đẳng trị và cách xác định điện áp tại điểm nút.	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
Tự học	11	- Một số phương pháp xác định điện áp tại điểm nút.	- Trình bày lại được phương pháp xác định điện áp tại các nút bằng phương	Đọc trang 52-55 TL [1] để hiểu cách xác định điện áp	Hiểu được các kiến thức về xác định điện áp tại điểm nút

			pháp đồ thị, phương pháp tiếp tuyến và phương pháp lập bảng - Vận dụng kiến thức xác định đúng điện áp tại các nút bằng phương pháp đồ thị, phương pháp tiếp tuyến và phương pháp lập bảng.	tại điểm nút.	trong kỹ thuật điện cao áp.
--	--	--	---	---------------	--------------------------------

Nội dung 6, Tuần 9: Bảo vệ chống sét đánh cho đường dây tải điện.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 9	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Giới thiệu chung. - Xác suất phóng điện do sét đánh trực tiếp lên đường dây tải điện. - Xác suất phóng điện do quá điện áp cảm ứng trên đường dây tải điện. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được xác suất phóng điện do sét đánh trực tiếp hoặc do quá điện áp cảm ứng lên đường dây tải điện. - Áp dụng thực tế vận hành để lựa chọn được phương pháp bảo vệ cho đường dây tải điện. 	<p>Đọc chương 6 TL [1] về:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suất cắt của đường dây treo và không treo dây chống sét. - Bảo vệ các điểm đặc biệt của đường dây. 	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
TL	3 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Lý do bảo vệ chống sét đường dây? - Lý do bảo vệ chống sét trạm biến áp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được nguyên nhân và mục đích của bảo vệ chống sét đường dây và trạm biến áp. - Phân tích được các lý do phải bảo vệ chống sét cho đường dây và trạm biến áp. 	<p>Đọc trang 131 và 148 TL [1] để tìm hiểu nguyên nhân, mục đích của bảo vệ chống sét trạm biến áp, đường dây.</p>	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
Tự học	11	<ul style="list-style-type: none"> - Điện áp cảm ứng cực đại trên cách điện. - Xác định số lần cắt điện do quá điện áp cảm ứng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được đặc điểm của quá điện áp cảm ứng và biết phương pháp xác định số lần cắt điện do quá điện áp cảm ứng. - Vận dụng kiến 	<p>Đọc chương 6 TL [1] về quá điện áp cảm ứng trên đường dây tải điện.</p>	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.

			thức áp dụng vào thực tế vận hành để tính toán bảo vệ chống quá điện áp cảm ứng.		
--	--	--	--	--	--

Nội dung 7, Tuần 10: Bảo vệ chống sét cho TBA&NMD.

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 10	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Các thiết bị bảo vệ chống quá điện áp lan truyền. - Yêu cầu cơ bản của thiết bị chống sét. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được các yêu cầu cơ bản của hệ thống chống sét, các thiết bị bảo vệ chống quá điện áp lan truyền. - Áp dụng thiết kế được hệ thống bảo vệ chống sét đánh trực tiếp và lan truyền cho TBA đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. 	<ul style="list-style-type: none"> - Đọc trang 148-156 TL[1] về lý do phải bảo vệ chống sét trạm biến áp. - Đọc trang 112 TL [1] về yêu cầu cơ bản của thiết bị chống sét. 	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp lan truyền trong kỹ thuật điện cao áp.
TL	3 Theo TKB	Phân tích các yêu cầu cơ bản của thiết bị bảo vệ chống quá điện áp lan truyền?	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được các yêu cầu cơ bản của thiết bị bảo vệ chống quá điện áp lan truyền. - Phân tích, đánh giá được các yêu cầu cơ bản của thiết bị bảo vệ chống quá điện áp lan truyền. 	<ul style="list-style-type: none"> Đọc trang 112 TL [1] về yêu cầu cơ bản của thiết bị chống sét. 	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp lan truyền trong kỹ thuật điện cao áp.
Tự học	11	Tìm hiểu một số thiết bị chống sét có trên thị trường.	<ul style="list-style-type: none"> - Phân biệt được một số thiết bị chống sét có trên thị trường. - Lựa chọn được thiết bị bảo vệ đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. 	<ul style="list-style-type: none"> Tham khảo internet. 	Hiểu được các kiến thức về quá điện áp lan truyền trong kỹ thuật điện cao áp.

Nội dung 7, Tuần 11: Bảo vệ chống sét cho TBA&NMD (tiếp).

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 11	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	3 Theo TKB	<ul style="list-style-type: none"> - Khe hở phóng điện. - Chống sét ống. - Chống sét van. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày lại được cấu tạo, nguyên lý hoạt động, ứng dụng của: khe hở phóng điện, chống sét van, chống sét ống. - Vận dụng kiến thức lựa chọn được thiết bị bảo vệ đáp ứng yêu cầu thực tế. 	<p>Đọc trang 114-129 TL [1] về nguyên lý cấu tạo, hoạt động và phạm vi ứng dụng của: Khe hở phóng điện; Chống sét ống; Chống sét van.</p>	<p>Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và sử dụng một số thiết bị chống sét trong hệ thống điện.</p>
TL	3 Theo TKB	<p>So sánh ưu nhược điểm, phạm vi ứng dụng của các thiết bị sau:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khe hở phóng điện; - Chống sét ống; - Chống sét van. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày được sự giống, khác nhau và phạm vi ứng dụng của các thiết bị sau: Khe hở phóng điện; Chống sét ống; Chống sét van. - Phân tích, đánh giá được ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của các thiết bị sau: Khe hở phóng điện; Chống sét ống; Chống sét van để ứng dụng lựa chọn được các thiết bị bảo vệ đáp ứng 	<p>Đọc trang 114-129 TL [1] về nguyên lý cấu tạo, hoạt động và phạm vi ứng dụng của: Khe hở phóng điện; Chống sét ống; Chống sét van.</p>	<p>Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và sử dụng một số thiết bị chống sét trong hệ thống điện.</p>

			yêu cầu kỹ thuật.		
KTĐG	30'	Kể tên một số thiết bị chống sét đánh lan truyền? Trình bày về cấu tạo, nguyên lý hoạt động, ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của các loại chống sét đó?	<ul style="list-style-type: none"> - Nhận biết đúng công dụng của từng loại chống sét lan truyền và khả năng ứng dụng trang bị bảo vệ cho hệ thống điện. - Vận dụng trang bị hệ thống chống sét đúng yêu cầu kỹ thuật. 	Đọc trang 114-129 TL [1] về cấu tạo, nguyên lý hoạt động và phạm vi ứng dụng của: Khe hở phóng điện; Chống sét ống; Chống sét van.	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và sử dụng một số thiết bị chống sét trong hệ thống điện.
Tự học	11	Tìm hiểu về chống sét ống loại PTB và PTΦ.	<ul style="list-style-type: none"> - Trình bày được cấu tạo, ứng dụng của chống sét ống loại PTB và PTΦ. - Vận dụng kiến thức lựa chọn được thiết bị bảo vệ phù hợp. 	Tìm hiểu về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của chống sét ống loại PTB và PTΦ.	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và sử dụng một số thiết bị chống sét trong hệ thống điện.

Nội dung 7, Tuần 12: Bảo vệ chống sét cho TBA&NMD (tiếp).

Hình thức TCDH	Thời gian, địa điểm	Nội dung chính tuần 11	Mục tiêu cụ thể	Yêu cầu SV chuẩn bị	Chuẩn đầu ra
Lý thuyết	2 Theo TKB	- Bảo vệ chống quá điện áp khí quyển cho TBA.	- Trình bày lại được yêu cầu của bảo vệ chống sét trạm biến áp. - Xây dựng được sơ đồ nguyên lý và lựa chọn được thiết bị của bảo vệ chống sét trạm biến áp đúng yêu cầu kỹ thuật.	Tham khảo chương 7 TL [1] về nguyên lý bảo vệ chống quá điện áp khí quyển cho TBA.	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
TL	3 Theo TKB	- Bảo vệ chống sét lan truyền từ đường dây vào máy phát điện.	- Nhận biết đúng công dụng của từng loại chống sét lan truyền và khả năng ứng dụng trang bị bảo vệ cho hệ thống điện. - Vận dụng trang bị hệ thống chống sét đúng yêu cầu kỹ thuật.	Đọc trang 158-159 TL [1] về sơ đồ bảo vệ trạm chống sét lan truyền.	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.
Tự học	11	Tìm hiểu trang bị bảo vệ chống sét của một số trạm biến áp tại Thanh Hóa.	- Trình bày được cấu tạo, ứng dụng của các thiết bị chống sét của một số trạm biến áp tại Thanh Hóa. - Vận dụng kiến thức lựa chọn được thiết bị BVCS phù hợp.	Cấu tạo, phạm vi ứng dụng của một số loại chống sét hãng ABB, Schneider, OBO...	Hiểu được các kiến thức về kỹ thuật điện cao áp và chống sét trong hệ thống điện.

9. CHÍNH SÁCH ĐỐI VỚI MÔN HỌC:

- 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 việc làm bài tập, giải bài tập mẫu, sau đó SV tự học theo nhóm để giải quyết các bài tập còn lại.
- Bắt buộc SV phải dự đầy đủ số tiết lên lớp theo quy chế 43: không được nghỉ quá 20% số tiết. Sinh viên nghỉ quá 20% số tiết thì không đủ điều kiện dự thi kết thúc học phần. Rèn luyện kỹ năng tự ghi bài, học bài, nâng cao khả năng tự học và làm việc theo nhóm.

10. PHƯƠNG PHÁP, HÌNH THỨC KIỂM TRA - ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP HỌC PHẦN:

10.1. Kiểm tra- đánh giá thường xuyên:

- Kiểm tra quá trình chuẩn bị bài tập và phần sinh viên tự chuẩn bị ở nhà.
- Kiểm tra đánh giá thường xuyên các tuần bằng nhiều hình thức: Kiểm tra viết, trắc nghiệm, 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.
- Sinh viên không đủ bài kiểm tra theo quy định thì không đủ điều kiện dự thi kết thúc học phần.

Tiêu chí đánh giá:

Mức	Nội dung đánh giá (áp dụng theo các mức sau)	Điểm
1	Có chuẩn bị bài và làm bài tập ở nhà: Nhớ, trình bày đúng yêu cầu đề ra.	5-6,5
2	- Nhớ, trình bày đúng yêu cầu - Biết cách vận dụng giải các bài toán thực tế, nhưng chưa hoàn thiện.	7-8,5
3	- Nhớ, trình bày đúng yêu cầu. - Biết cách vận dụng giải quyết tốt các bài toán thực tế và hoàn thiện lập trình ứng dụng.	9-10
4	Không đạt tiêu chí trên	< 5

10.2. Kiểm tra đánh giá giữa kỳ:

- Kiểm tra đánh giá giữa kỳ: 1 bài kiểm tra viết/tuần 6/1 tiết. Điểm của bài kiểm tra có trọng số 0,2.
- Tiêu chí đánh giá:

Mức	Nội dung đánh giá (áp dụng theo các mức sau)	Điểm
1	Nhớ, trình bày đúng yêu cầu lý thuyết đề ra.	5-6,5
2	- Nhớ, trình bày đúng yêu cầu lý thuyết đề ra.	7-8,5

	- Biết cách vận dụng để giải quyết vấn đề thực tế mà đề bài đặt ra nhưng chưa hoàn thiện.	
3	- Nhớ, trình bày đúng yêu cầu lý thuyết đề bài. - Biết cách vận dụng giải quyết tốt các bài toán thực tế và hoàn thiện việc lập trình giải các bài toán kỹ thuật điện.	9-10
4	Không đạt tiêu chí trên	< 5

10.3. Kiểm tra đánh giá cuối kỳ:

- Hình thức: Thi viết (tự luận).
- Thời gian: 120 phút.
- Phòng thi viết do phòng Đào tạo xếp.
- Trọng số: 0,5
- Tiêu chí đánh giá:

Mức	Nội dung đánh giá (áp dụng theo các mức sau)	Điểm
1	- Trình bày được ý tưởng về mặt lý thuyết của bài.	5-6,5
2	- Hoàn thành phần lý thuyết. - Biết cách vận dụng giải quyết bài toán thực tế đặt ra, nhưng chưa hoàn thiện.	7-8,5
3	- Hoàn thành phần lý thuyết. - Biết cách vận dụng giải quyết bài toán thực tế đặt ra, hoàn thiện việc lập trình giải các bài toán kỹ thuật điện.	9-10
4	Không đạt tiêu chí trên	< 5

10.4. Lịch thi kiểm tra:

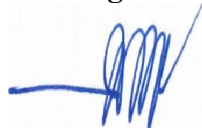
- Kiểm tra giữa kỳ: tuần thứ 6.
- Kiểm tra cuối kỳ: sau 12 tuần.
- Lịch thi: Do phòng Đào tạo xếp.

11. 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.
- Giờ thực hành, thí nghiệm bố trí tại phòng chức năng. Thí nghiệm theo nhóm/lớp. Mỗi nhóm không quá 25 sinh viên.

Thanh Hoá, ngày tháng năm 2020

Trưởng khoa



Nguyễn Văn Dũng

Trưởng bộ môn



Trần Hùng Cường

Giảng viên



Lê Phương Hảo