

Số: 15M/QĐ-HV

Hà Nội, ngày 26 tháng 5 năm 2026

QUYẾT ĐỊNH

**Ban hành Chương trình đào tạo UAV và Robot di động tự hành trình độ đại học
(ngành Kỹ thuật Điều khiển và tự động hóa)**

GIÁM ĐỐC HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Căn cứ Quyết định số 171/QĐ-BKHCN ngày 03 tháng 3 năm 2025 ban hành Quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông;

Căn cứ Nghị quyết số 22/NQ-HĐHV ngày 12 tháng 4 năm 2021 của Hội đồng học viện về việc ban hành Quy chế tổ chức và hoạt động của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông và Nghị quyết số 191/NQ-HĐHV ngày 12/4/2025 của Hội đồng học viện về Điều chỉnh Quy chế tổ chức và hoạt động của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông;

Căn cứ Thông tư số 17/2021/TT-BGDĐT ngày 22 tháng 6 năm 2021 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy định về chuẩn chương trình đào tạo; xây dựng, thẩm định, ban hành chương trình đào tạo các trình độ của giáo dục đại học;

Căn cứ Quyết định số 977/QĐ-HV ngày 13 tháng 6 năm 2025 của Giám đốc Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông ban hành Quy định xây dựng, cải tiến và phát triển chương trình đào tạo;

Xét đề nghị của Trưởng phòng Đào tạo và Trưởng khoa Kỹ thuật Điện tử,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo Quyết định này **Chương trình đào tạo UAV và Robot di động tự hành trình độ đại học (ngành Kỹ thuật Điều khiển và tự động hóa)** của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông (Chi tiết kèm theo).

Điều 2. Quyết định có hiệu lực thi hành kể từ ngày ký.

Điều 3. Phó Giám đốc Phụ trách Cơ sở Học viện tại Tp. Hồ Chí Minh, Chánh văn phòng, Trưởng các Phòng: Đào tạo, Giáo vụ, Chính trị & Công tác sinh viên, Tài chính kế toán, Quản lý Khoa học công nghệ & hợp tác quốc tế; Trưởng Trung tâm Khảo thí & Đảm bảo chất lượng giáo dục, Trưởng các Khoa đào tạo 1 và 2, Trưởng Bộ môn Marketing và Trưởng các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định./.

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Bộ GD&ĐT (để b/c);
- Bộ KH&CN (để b/c);
- Ban Giám đốc HV;
- Lưu VT, ĐT (03).

KT. GIÁM ĐỐC
PHÓ GIÁM ĐỐC
HỌC VIỆN
CÔNG NGHỆ
BƯU CHÍNH
VIỄN THÔNG
PGS.TS Trần Quang Anh

CHƯƠNG TRÌNH GIÁO DỤC ĐẠI HỌC

Tên chương trình (tiếng Việt):	UAV và Robot di động tự hành
Tên chương trình (tiếng Anh):	UAV and Autonomous Mobile Robot
Ngành đào tạo (tiếng Việt):	Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hoá
Ngành đào tạo (tiếng Anh):	Control and Automation Engineering
Trình độ đào tạo:	Đại học
Mã ngành:	7520216
Hình thức đào tạo:	Chính quy

(Kèm theo Quyết định số 1511/QĐ-HV ngày 26 tháng 5 năm 2026 của Giám đốc Học viện)

1. MỤC TIÊU

1.1 Mục tiêu chung (Goals)

Chương trình đào tạo UAV và Robot di động tự hành (ngành Kỹ thuật Điều khiển và tự động hóa) của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông được thiết kế nhằm trang bị kiến thức toàn diện cho sinh viên liên ngành (điều khiển, điện tử và ứng dụng trí tuệ nhân tạo), cùng kỹ năng mềm, đạo đức nghề nghiệp và phẩm chất chính trị vững vàng. Với phương châm đào tạo gắn liền lý thuyết với thực tiễn, chương trình giúp người học làm chủ công nghệ để giải quyết hiệu quả các bài toán thực tế. Bám sát triết lý giáo dục “Tri thức – Sáng tạo – Đạo đức - Trách nhiệm”, chương trình hướng tới mục tiêu cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cao, đóng góp tích cực vào sự phát triển của đất nước.

1.2 Mục tiêu cụ thể (Program Objectives - POs):

1.2.1 Mục tiêu đào tạo

Mục tiêu cụ thể của chương trình đào tạo UAV và Robot di động tự hành Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông như sau. Sau khi ra trường sinh viên có thể:

[PO1]: Vận dụng kỹ năng tự học, nghiên cứu độc lập và tư duy hệ thống để thích ứng, thăng tiến trong sự nghiệp hoặc tiếp tục học tập chuyên sâu ở các bậc cao hơn trong lĩnh vực UAV và hệ thống tự hành.

[PO2]: Có ý thức kỷ luật và đạo đức nghề nghiệp cao, tuân thủ nghiêm ngặt các tiêu chuẩn an toàn và khung pháp lý đặc thù của ngành hàng không, đóng góp vào sự phát triển bền vững của xã hội.



[PO3]: Có năng lực nhận diện, giải quyết vấn đề sáng tạo và làm việc hiệu quả trong các nhóm liên ngành hoặc môi trường độc lập.

[PO4]: Có thể vận dụng nền tảng toán học, khoa học cơ bản và kiến thức chuyên sâu về điều khiển, điện tử, AI, cơ khí để thực hiện các nhiệm vụ thiết kế, chế tạo, lập trình và vận hành hệ thống tự hành tại các doanh nghiệp và viện nghiên cứu.

2. CHUẨN ĐẦU RA CỦA CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO (LOs)

Các chuẩn đầu ra (LOs), mức độ năng lực và các chỉ báo (PIs) của chương trình đào tạo như sau:

Chuẩn đầu ra (LOs)	Mức độ năng lực	Các chỉ báo (PIs)
LO1. Phân tích và giải quyết các vấn đề kỹ thuật phức tạp bằng cách áp dụng toán học, khoa học và kỹ thuật.	C4	<i>PI1.1. Áp dụng các nguyên lý toán học, khoa học và kỹ thuật để thiết lập mô hình toán cho các vấn đề kỹ thuật về động lực học, điều khiển và định vị, dẫn đường.</i> <i>PI1.2. Giải quyết bài toán kỹ thuật và phân tích ý nghĩa của kết quả thu được.</i>
LO2. Thiết kế giải pháp đáp ứng nhu cầu cụ thể, đảm bảo các yếu tố an toàn, môi trường và phát triển bền vững.	C5, P3	<i>PI2.1. Xác định yêu cầu kỹ thuật và đánh giá các yếu tố ràng buộc đối với UAV và robot di động tự hành.</i> <i>PI2.2. Thiết kế chi tiết giải pháp công nghệ và mô phỏng UAV và robot di động tự hành.</i> <i>PI2.3. Lắp ráp phần cứng và triển khai phần mềm để tạo ra nguyên mẫu hoàn chỉnh của UAV và robot di động tự hành</i>
LO3. Thực hiện thí nghiệm và phân tích kết quả bằng công cụ tiên tiến để đưa ra kết luận kỹ thuật.	C4, P3	<i>PI3.1. Tiến hành thí nghiệm và đo lường chính xác để thu thập dữ liệu.</i> <i>PI3.2. Phân tích dữ liệu bằng công cụ số và biện luận sự sai lệch giữa thực tế với lý thuyết để đưa ra kết luận.</i>
LO4. Cập nhật kiến thức và kỹ năng mới để thích nghi với sự thay đổi công nghệ	C4, P3, A3	<i>PI4.1. Phân tích và chất lọc các nguồn tài liệu công nghệ mới bằng cách vận dụng ngoại ngữ và các công cụ học tập hiện đại.</i> <i>PI4.2. Chủ động tự học và ứng dụng hiệu quả các công nghệ mới vào giải quyết bài toán chuyên môn.</i>
LO5. Giao tiếp hiệu quả với đa đối tượng bằng lời nói, văn bản và công cụ số	P3, A3	<i>PI5.1. Soạn và trình bày thành thạo các tài liệu kỹ thuật bằng công cụ số, tuân thủ các chuẩn mực văn bản chuyên nghiệp.</i>

Chuẩn đầu ra (LOs)	Mức độ năng lực	Các chỉ báo (PIs)
		<i>PI5.2. Trình bày lưu loát các vấn đề kỹ thuật, chủ động điều chỉnh ngôn ngữ để giao tiếp hiệu quả với đối tượng chuyên môn và phi chuyên môn.</i>
LO6. Làm việc nhóm hiệu quả, chủ động phối hợp để giải quyết các vấn đề chuyên môn	C4, P4, A4	<i>PI6.1. Phân tích mục tiêu chung để cùng lập kế hoạch, thống nhất vai trò và phối hợp thực hiện nhip nhàng các nhiệm vụ của nhóm.</i> <i>PI6.2. Hoàn thành tốt nhiệm vụ cá nhân, chủ động ưu tiên mục tiêu chung của nhóm và xử lý xung đột.</i>
LO7. Tuân thủ nguyên tắc đạo đức và trách nhiệm nghề nghiệp	C4, A3	<i>PI7.1. Phân tích đúng về trách nhiệm đạo đức, pháp lý và hệ quả của giải pháp kỹ thuật đối với an toàn, xã hội và môi trường.</i> <i>PI7.2. Chủ động tuân thủ chuẩn mực đạo đức, quy định an toàn và pháp lý khi thiết kế, triển khai và vận hành hệ thống kỹ thuật.</i>

(C: miền kiến thức; P: miền kỹ năng; A: miền thái độ; Các mức độ năng lực được xác định trên cơ sở tham chiếu Thang cấp độ tư duy Bloom)

3. KHỐI LƯỢNG KIẾN THỨC TOÀN KHÓA: 150 tín chỉ (không bao gồm kiến thức Giáo dục quốc phòng, Giáo dục thể chất và Kỹ năng mềm)

4. ĐỐI TƯỢNG TUYỂN SINH VÀ YÊU CẦU ĐẦU VÀO:

Là người đã tốt nghiệp THPT hoặc tương đương, tham dự và trúng tuyển (đạt các yêu cầu đầu vào) trong kỳ tuyển sinh đại học hệ chính quy với Tổ hợp xét tuyển: Toán, Lý, Hóa (A00 – khối A); hoặc Toán, Lý, Anh văn (A01 – khối A1) hoặc Toán, Lý, Tin (X06), hoặc Toán, Tin, Anh (X26), hoặc các phương án xét tuyển riêng của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

5. QUY TRÌNH ĐÀO TẠO, ĐIỀU KIỆN TỐT NGHIỆP

5.1. Quy trình đào tạo

Chương trình đào tạo chuẩn được tổ chức thực hiện trong 4,5 năm gồm 09 học kỳ, trong đó 08 học kỳ tích lũy kiến thức tại Học viện kết hợp với doanh nghiệp và 01 kỳ thực tập chuyên sâu, thực tập thực tế tại doanh nghiệp. Trong quá trình học tập, sinh viên thường xuyên được hướng dẫn, cố vấn bởi chuyên gia đến từ doanh nghiệp, có cơ hội được thực hành và tham gia dự án thực tế tại doanh nghiệp. Cuối khóa, sinh viên làm Đồ án tốt nghiệp với các chủ đề, bài toán thực tiễn cũng như liên quan đến công nghệ cập nhật.

Sinh viên được đào tạo theo phương thức đào tạo tín chỉ, áp dụng Quy chế đào tạo tín chỉ hiện hành của Bộ Giáo dục & Đào tạo và của Học viện.

5.2. Công nhận tốt nghiệp

Sinh viên phải đạt trình độ tiếng Anh 450 điểm TOEIC quốc tế trở lên hoặc tương đương.

Kết thúc khóa học, sinh viên được công nhận tốt nghiệp và cấp bằng **Kỹ sư Điều khiển và tự động hoá (định hướng UAV và Robot di động tự hành)** trình độ đại học hệ chính quy khi đã hội tụ đủ các tiêu chuẩn theo quy chế đào tạo đại học theo hệ thống tín chỉ.

6. THANG ĐIỂM: Theo thang điểm tín chỉ

Điểm chữ (A, B, C, D, F) và thang điểm 4 quy đổi tương ứng được sử dụng để đánh giá kết quả học tập chính thức. Thang điểm 10 được sử dụng để đánh giá điểm thành phần của các môn học/học phần.

	Thang điểm 10 (điểm thành phần)	Thang điểm 4	
		Điểm chữ	Điểm số
Điểm đạt	Từ 9,0 đến 10,0	A+	4,0
	Từ 8,5 đến 8,9	A	3,7
	Từ 8,0 đến 8,4	B+	3,5
	Từ 7,0 đến 7,9	B	3,0
	Từ 6,5 đến 6,9	C+	2,5
	Từ 5,5 đến 6,4	C	2,0
	Từ 5,0 đến 5,4	D+	1,5
	Từ 4,0 đến 4,9	D	1,0
Không đạt	Dưới 4,0	F	0,0

Loại đạt không phân mức (áp dụng cho các học phần yêu cầu đạt, không tính vào điểm trung bình học tập): Từ 5,0 trở lên, điểm chữ là P

7. NỘI DUNG CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO

7.1 Cấu trúc chương trình đào tạo

STT	Khối kiến thức	Tín chỉ
1	Kiến thức giáo dục đại cương	53
1.1	Khối kiến thức chung	27
1.1.1	Lý luận chính trị	11
1.1.2	Tiếng Anh	14
1.1.3	Tin học	2
1.2	Khối kiến thức khoa học tự nhiên và xã hội	26
2	Kiến thức giáo dục chuyên nghiệp	85

STT	Khối kiến thức	Tín chỉ
2.1	<i>Kiến thức cơ sở (nhóm ngành và ngành)</i>	40
2.2	<i>Kiến thức chuyên ngành</i>	42
2.3	<i>Thực tập chuyên sâu</i>	3
3	Thực tập và Tốt nghiệp	12
	CỘNG:	150

7.2 Nội dung chương trình

7.2.1 Khối kiến thức chung

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
1	Triết học Mác - Lênin	BAS1150	3	x		3	
2	Kinh tế chính trị Mác-Lênin	BAS1151	2	x		4	
3	Chủ nghĩa xã hội Khoa học	BAS1152	2	x		5	
4	Tư tưởng Hồ Chí Minh	BAS1122	2	x		6	
5	Lịch sử Đảng cộng sản VN	BAS1153	2	x		7	
6	Tiếng Anh (Course 1) (*)	BAS1157	4	x		2	
7	Tiếng Anh (Course 2)	BAS1158	4	x		3	
8	Tiếng Anh (Course 3)	BAS1159	4	x		4	
9	Tiếng Anh (Course 3 plus)	BAS1160	2	x		5	
10	Nhập môn Công nghệ số và Ứng dụng AI	INT11205	2	x		1	
	Tổng		27				
Giáo dục thể chất và Giáo dục quốc phòng							
1	Giáo dục thể chất 1	BAS1106	2	x		1	
2	Giáo dục thể chất 2	BAS1107	2	x		2	
3	Giáo dục Quốc phòng	BAS1105	7,5	x		1	
Kỹ năng mềm							
1	Kỹ năng thuyết trình	SKD1101	1		x		
2	Kỹ năng làm việc nhóm	SKD1102	1		x		
3	Kỹ năng tạo lập văn bản	SKD1103	1		x		
4	Kỹ năng lập kế hoạch và tổ chức công việc	SKD1104	1		x		
5	Kỹ năng giao tiếp	SKD1105	1		x		

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
6	Kỹ năng giải quyết vấn đề	SKD1106	1		x		
7	Kỹ năng tư duy sáng tạo	SKD1107	1		x		
8	Kỹ năng đổi mới sáng tạo	SKD1111	1		x		

(*): Điều kiện để đăng ký học học phần tiếng Anh Course 1 trong chương trình là sinh viên phải đạt trình độ tiếng Anh từ 225 điểm theo bài thi TOEIC Placement test trở lên; các thí sinh chưa đạt mức điểm trên sẽ phải hoàn thành học phần tiếng Anh bổ trợ Course 0 (mã BAS1156). Kế hoạch học tập Học phần tiếng Anh thực hiện theo chương trình chi tiết riêng.

7.2.2. Khối kiến thức khoa học tự nhiên và xã hội

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
11	Giải tích 1	BAS1203	3	x		1	
12	Giải tích 2	BAS1204	3	x		2	
13	Đại số	BAS1201	3	x		1	
14	Vật lý 1 và thí nghiệm	BAS1224	4	x		1	
15	Vật lý 2 và thí nghiệm	BAS1225	4	x		2	
16	Xác suất thống kê	BAS1226	2	x		3	
17	Toán kỹ thuật	BAS1221	3	x		3	
18	Phương pháp luận NCKH	SKD1108	2	x		7	
19	Pháp luật và sở hữu trí tuệ	BSA12117	2	x		6	
	Tổng		26				

7.2.3. Khối kiến thức giáo dục chuyên nghiệp

7.2.3.1. Kiến thức cơ sở ngành

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
20	Cơ sở lập trình	INT11206	3	x		2	
21	Nhập môn điều khiển và tự động hóa	ELE1340	2	x		2	
22	Mạch điện	ELE1342	3	x		2	

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
23	Phần mềm mô phỏng	ELE1341	3	x		3	
24	Linh kiện và mạch điện tử	ELE13105	3	x		3	
25	Cơ sở điều khiển tự động	ELE1304	3	x		4	
26	Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	INT13185	3	x		4	INT11206
27	Điện tử số	ELE1309	3	x		4	
28	Xử lý tín hiệu số	ELE13101	3	x		4	
29	Kỹ thuật đo điện	ELE1344	2	x		5	
30	Vi điều khiển	ELE1348	3	x		5	
31	CAD/CAM ứng dụng	ELE13179	3	x		5	
32	Điện tử công suất	ELE1308	3	x		5	ELE1340
33	Thực hành cơ sở	ELE13180	3	x		5	
	Tổng		40				

7.2.3.2. Kiến thức chuyên ngành

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
37	Hệ thống thông tin và trạm điều khiển mặt đất	ELE14183	3	x		6	
38	Mô hình hóa và mô phỏng động lực học	ELE14184	3	x		7	ELE1341
39	Đồ án 1	ELE14185	2	x		7	ELE1341
40	Hệ thống định vị và dẫn đường	ELE14186	3	x		7	
41	Hệ thống điều khiển cho phương tiện tự hành	ELE14187	3	x		7	ELE1304
43	Hệ thống năng lượng cho phương tiện tự hành	ELE14189	3	x		8	
44	Đồ án 2	ELE14190	3	x		8	
45	Thiết kế hệ thống tự hành	ELE14191	3	x		8	ELE14127
46	Ứng dụng AI cho hệ thống tự hành	ELE14192	3	x		8	
Các học phần tự chọn (6/16, tổng số TC: 16)							
47	Cơ học ứng dụng cho phương tiện tự hành	ELE13181	3		x	6	
48	Cơ học ứng dụng	ELE14125	3		x	6	

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
49	Cảm biến và cơ cấu chấp hành Robot	ELE14127	3		x	6	ELE1340
50	Cảm biến và cơ cấu chấp hành	ELE14149	3		x	6	ELE1340
51	Robot công nghiệp	ELE1457	2		x	6	ELE1304
52	Lập trình điều khiển với Python	ELE1468	2		x	6	
53	Hệ điều hành cho Robot	ELE14129	2		x	6	
54	Hệ thống điều khiển phi tuyến	ELE1349	2		x	6	ELE1304
55	Thị giác máy tính và ứng dụng	ELE13182	3		x	6	
56	Xử lý ảnh	INT13146	3		x	6	
57	Lập trình robot	ELE1492	3		x	7	INT13185
58	Giải thuật cho robot thông minh	ELE14188	3		x	7	INT13185
59	Học tăng cường ứng dụng	ELE14193	2		x	8	
60	Điều khiển hiện đại	ELE1462	2		x	8	ELE1304
61	Hệ thống robot đa tác tử	ELE14194	2		x	8	
62	Điều hướng robot nâng cao	ELE14195	2		x	8	
	Tổng		42				

7.2.3.3. Thực tập chuyên sâu

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
63	Thực tập chuyên sâu	ELE14196	3	x		8	
	Tổng		3				

7.2.3.4. Thực tập và tốt nghiệp

TT	Tên học phần	Mã số học phần	Số tín chỉ	Loại học phần		Học kỳ	Mã số học phần tiên quyết
				Bắt buộc	Tự chọn		
64	Thực tập tốt nghiệp	ELE15197	6	x		9	
65	Đồ án tốt nghiệp	ELE15198	6	x		9	
	Tổng		12				

8. KẾ HOẠCH HỌC TẬP CHUẨN

8.1 Kế hoạch học tập chuẩn (*Chi tiết kèm theo*)

8.2 Tiến trình học tập chuẩn (*Chi tiết kèm theo*)

8.3 Danh sách các học phần tiên quyết, trước sau (*Chi tiết kèm theo*)

9. MÔ TẢ TÓM TẮT CÁC HỌC PHẦN CHÍNH

9.1. NHẬP MÔN ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

Mã môn học: ELE1340

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Môn học cung cấp kiến thức nhập môn cho sinh viên ngành Điều khiển và Tự động hóa, giúp định hướng học tập và nghiên cứu ngay từ giai đoạn đầu. Nội dung bao gồm tổng quan chương trình đào tạo, các học phần cốt lõi, kỹ năng và công cụ nghiên cứu cần thiết, từ đó hỗ trợ sinh viên xây dựng lộ trình học tập và phát triển phù hợp trong suốt quá trình đào tạo.

9.2. CƠ SỞ LẬP TRÌNH

Mã môn học: INT11206

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Môn học Cơ sở lập trình trang bị cho sinh viên những kiến thức và kỹ năng nền tảng trong lĩnh vực lập trình máy tính, phục vụ cho việc học các học phần chuyên ngành về sau như Cấu trúc dữ liệu và Giải thuật, Lập trình hướng đối tượng, cùng các môn chuyên ngành khác cần các kỹ năng lập trình. Qua môn học sinh viên sẽ được làm quen với tư duy lập trình, cách biểu diễn thuật toán, và kỹ thuật giải quyết bài toán bằng máy tính thông qua các cấu trúc điều khiển cơ bản, xử lý dữ liệu và xây dựng chương trình đơn giản từ Tổng quan về lập trình và ngôn ngữ lập trình, Biến, hằng và các kiểu dữ liệu cơ bản, Toán tử và biểu thức, Câu lệnh rẽ nhánh (if, switch), Vòng lặp (for, while, do-while), Hàm và phạm vi biến, Mảng một chiều và hai chiều, cũng như các kỹ thuật vào ra và cài đặt chương trình, kiểm thử đơn giản.

9.3. MẠCH ĐIỆN

Mã môn học: ELE1342

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Môn học trang bị cho sinh viên các kiến thức nền tảng về mạch điện, bao gồm các khái niệm cơ bản, các phần tử mạch và các định luật cơ bản như Kirchhoff. Sinh viên được học các phương pháp phân tích mạch điện một chiều ở trạng thái xác lập (phương pháp nút, dòng nhánh, dòng vòng) cùng các định lý quan trọng như xếp chồng, Thévenin, Norton và truyền tải công suất cực đại. Môn học tiếp tục với phân tích mạch xoay chiều xác lập sử dụng phương pháp phasor, tính toán công suất và mạch ba pha. Ngoài ra, sinh viên được giới thiệu về mạng hai cửa với các bộ tham số đặc trưng và cách ghép nối mạng. Phần cuối

của môn học tập trung vào phân tích quá độ trong mạch điện, bao gồm mạch bậc nhất, bậc hai và ứng dụng biến đổi Laplace trong giải bài toán mạch theo thời gian.

9.4. PHẦN MỀM MÔ PHỎNG

Mã môn học: ELE1341

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp kiến thức và kỹ năng sử dụng các phần mềm mô phỏng phổ biến trong kỹ thuật như Matlab và LabVIEW. Sinh viên được học cách xây dựng mô hình, lập trình và mô phỏng các hệ thống kỹ thuật thông qua môi trường đồ họa và lập trình script. Học phần giúp sinh viên nắm vững cách xử lý dữ liệu, xây dựng giao diện người dùng và thiết kế hệ thống mô phỏng phục vụ phân tích, kiểm thử và phát triển hệ thống. Bao gồm: Matlab (m-file, hàm, cấu trúc điều khiển, mảng, đồ thị, app designer, Simulink); LabVIEW (kiểu dữ liệu, cấu trúc điều khiển, mảng, Cluster); Thiết kế VI, SubVI; Xây dựng hệ thống thu thập và xử lý dữ liệu; Ứng dụng mô phỏng trong kỹ thuật.

9.5. LINH KIỆN VÀ MẠCH ĐIỆN TỬ

Mã môn học: ELE13105

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Môn học trang bị cho sinh viên những kiến thức về cấu trúc, nguyên lý hoạt động, đặc tính, tham số, chế độ làm việc và phân tích mạch ứng dụng của các loại cấu kiện điện tử để làm nền tảng cho các môn học chuyên ngành, gắn trên những bo mạch điện tử tích hợp với những chức năng thiết kế cụ thể. Các nội dung chính gồm: Cấu kiện điện tử thụ động, Diốt, Transistor lưỡng cực, Transistor hiệu ứng trường, một số loại cảm biến thông dụng và các mạch điện tử ở các kích thước và node khác nhau trong hệ sinh thái chức năng đi kèm.

9.6. CƠ SỞ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

Mã môn học: ELE1304

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Môn học trang bị những kiến thức cơ bản về một hệ thống điều khiển tự động liên tục và rời rạc để phân tích, thiết kế nó. Mô hình hoá hệ thống bằng phương trình trạng thái và hàm truyền đạt; giới thiệu và phân tích đặc điểm của các khâu động học cơ bản, phân tích ổn định của hệ thống, tiêu chuẩn Routh-Hurwitz, Nyquist, Mikhailov, quỹ đạo nghiệm số, các tiêu chuẩn chất lượng miền tần số và thời gian, thiết kế các bộ điều khiển chuẩn như PI, PD, PID;

9.7. KỸ THUẬT ĐO ĐIỆN

Mã môn học: ELE1344

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp cho sinh viên các kiến thức về các phương pháp đo các đại lượng như: Điện trở, điện dung, điện cảm, công suất tác dụng, công suất phản kháng, công suất biểu kiến, hệ số công suất, điện năng tiêu thụ, dòng điện, điện áp của các mạch điện xoay chiều một pha, ba pha. Học phần cũng cung cấp cho sinh viên các kiến thức về xử lý số liệu sau khi đo một cách hợp lý.

9.8. CẤU TRÚC DỮ LIỆU VÀ GIẢI THUẬT

Mã môn học: INT13185

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Phương pháp biểu diễn các đối tượng thành dữ liệu, các thao tác trên biểu diễn dữ liệu và thuật toán áp dụng trên biểu diễn dữ liệu. Một số kiến thức cơ bản về thuật toán và cấu trúc dữ liệu, các phương pháp duyệt và đệ qui, các cấu trúc dữ liệu trừu tượng, các phương pháp sắp xếp và tìm kiếm.

9.9. ĐIỆN TỬ SỐ

Mã môn học: ELE1309

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Môn học cung cấp các kiến thức cơ bản về điện tử số, bao gồm đại số Boole, cổng logic và phương pháp biểu diễn, tối giản hàm logic. Sinh viên được học phân tích và thiết kế mạch logic tổ hợp, mạch logic tuần tự (flip-flop, bộ đếm, thanh ghi), cùng với các hệ thống bộ nhớ bán dẫn. Môn học giúp sinh viên hiểu nguyên lý hoạt động và thiết kế các hệ thống số làm nền tảng cho các lĩnh vực như vi xử lý, hệ nhúng và kỹ thuật số.

9.10. XỬ LÝ TÍN HIỆU SỐ

Mã môn học: ELE13101

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Cung cấp kiến thức cơ bản về xử lý tín hiệu số: các khái niệm cơ bản về tín hiệu và hệ thống rời rạc, các đặc điểm của tín hiệu và hệ thống rời rạc; khái niệm, phương pháp biểu diễn, tính chất của các hệ thống tuyến tính bất biến; phương pháp phân tích tín hiệu và hệ thống rời rạc trong các miền biến đổi; các phép biến đổi thường dùng trong xử lý số tín hiệu (biến đổi Z, biến đổi Fourier, biến đổi Fourier rời rạc - DFT, biến đổi Fourier nhanh - FFT ...); các phương pháp tổng hợp các bộ lọc số FIR, IIR.

9.11. CAD/CAM ứng dụng

Mã môn học: ELE13179

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần này thuộc khối kiến thức cơ sở ngành, trang bị cho sinh viên năng lực thiết kế tích hợp thông qua việc kết hợp giữa kỹ năng đọc vẽ nền tảng và các phần mềm thiết kế hiện đại. Phần đầu học phần, môn học cung cấp những kiến thức cơ bản về các tiêu chuẩn kỹ thuật, phương pháp dựng hình và kỹ năng đọc hiểu bản vẽ. Từ nền tảng đó, sinh viên được ứng dụng phần mềm máy tính để trực tiếp thiết kế cơ khí, mô hình hóa 3D cấu trúc vỏ hộp, khung bệ thiết bị và các chi tiết cơ khí. Song song với phần kết cấu, học phần hướng dẫn sinh viên sử dụng thành thạo phần mềm chuyên dụng để thiết kế mạch điện tử, từ sơ đồ nguyên lý đến mô phỏng và triển khai mạch in (PCB). Qua đó, người học làm chủ được mối liên hệ giữa cơ khí và điện tử, hình thành tư duy phân tích, thiết kế và chế tạo một hệ thống kỹ thuật hoàn chỉnh.

9.12. ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

Mã môn học: ELE1308

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Cung cấp kiến thức cơ bản, một số kỹ thuật phân tích, thiết kế điện tử công suất liên quan đến ngành Điện-Điện tử như: linh kiện bán dẫn, các bộ biến đổi công suất như bộ chỉnh lưu, bộ biến tần, bộ biến đổi điện áp một chiều, bộ biến đổi điện áp xoay chiều. Giới thiệu một số ứng dụng trong công nghiệp và hệ thống điện như: hệ truyền động động cơ DC-bộ chỉnh lưu, truyền tải điện một chiều, bộ khởi động mềm, biến tần công nghiệp, UPS.

9.13. VI ĐIỀU KHIỂN

Mã số: ELE1348

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp kiến thức nền tảng về hệ thống vi điều khiển, bao gồm cấu trúc phần cứng, nguyên lý hoạt động và các công cụ phát triển. Sinh viên được học cách lập trình và khai thác các tài nguyên tích hợp trong vi điều khiển để xây dựng các hệ thống nhúng đơn giản. Học phần cũng giúp sinh viên hiểu và sử dụng các giao tiếp ngoại vi cơ bản, từ đó triển khai các ứng dụng điều khiển và thu thập dữ liệu trong thực tế. Bao gồm: Tổng quan hệ thống vi xử lý và vi điều khiển; Kiến trúc và cấu trúc vi điều khiển; Môi trường và công cụ phát triển; Lập trình cơ bản; Giao tiếp ngoại vi (GPIO, Timer, UART, SPI, I2C); Các lỗi tích hợp và tài nguyên phần cứng; Ứng dụng vi điều khiển trong hệ thống nhúng.

9.13. THỰC HÀNH CƠ SỞ

Mã số: ELE13180

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần trang bị kỹ năng thực hành cơ bản trong lĩnh vực Điều khiển và Tự động hóa, giúp sinh viên làm quen với các thiết bị, công cụ và quy trình xây dựng hệ thống. Sinh viên được thực hành lập trình vi điều khiển, giao tiếp với cảm biến và cơ cấu chấp hành, đồng thời triển khai các bài toán điều khiển đơn giản. Học phần cũng rèn luyện kỹ năng đo

lượng, thu thập và xử lý dữ liệu, tích hợp phần cứng – phần mềm và kiểm thử hệ thống trong môi trường thực tế.

9.14. CƠ HỌC ỨNG DỤNG CHO PHƯƠNG TIỆN TỰ HÀNH

Mã môn học: ELE13181

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Cơ học ứng dụng cho phương tiện tự hành được bố trí ở học kì 6 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa định hướng UAV và robot di động tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Môn học trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về cơ học vật rắn và cơ học ứng dụng trong các hệ phương tiện, bao gồm tĩnh học, động học và động lực học nhằm phân tích hành vi của hệ cơ dưới tác dụng của lực và moment. Trên cơ sở đó, môn học tập trung vào phân tích cơ học của phương tiện mặt đất và vật bay, với các lực tác dụng như lực kéo, lực cản, ma sát và lực khí động, cùng các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính chuyển động và độ ổn định của hệ. Qua đó, sinh viên hình thành khả năng phân tích bản chất vật lý của các hệ kỹ thuật, làm nền tảng cho việc học tập các môn về mô hình hóa, mô phỏng và điều khiển.

9.15. CẢM BIẾN VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH ROBOT

Mã môn học: ELE14127

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp kiến thức về các loại cảm biến và cơ cấu chấp hành trong hệ thống robot và tự động hóa. Sinh viên được học nguyên lý hoạt động, đặc tính kỹ thuật và cách tích hợp các cảm biến để thu thập thông tin về trạng thái và môi trường làm việc của hệ thống. Bên cạnh đó, học phần giới thiệu các cơ cấu chấp hành và phương pháp điều khiển chuyển động, bao gồm phân tích động học và động lực học cơ bản của robot, giúp sinh viên hiểu mối quan hệ giữa tín hiệu điều khiển và chuyển động thực tế. Bao gồm: Các loại cảm biến (vị trí, vận tốc, gia tốc, lực, ánh sáng, hình ảnh, âm thanh); Nguyên lý hoạt động và đặc tính cảm biến; Tích hợp cảm biến trong hệ thống robot; Cơ cấu chấp hành (động cơ DC, servo, stepper); Cấu trúc cơ cấu chấp hành;

9.16. THỊ GIÁC MÁY TÍNH VÀ ỨNG DỤNG

Mã môn học: ELE13182

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Thị giác máy tính và ứng dụng được bố trí ở học kì 7 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa định hướng UAV và phương tiện tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành, kết nối kiến thức nền tảng với thiết kế, mô phỏng và đồ án. Nội dung trọng tâm gồm quá trình hình thành và biểu diễn ảnh số, mô hình camera và các kỹ thuật tiền xử lý ảnh; các phương pháp trích chọn đặc trưng, phát hiện biên, phân đoạn ảnh, nhận dạng và theo vết đối tượng; cùng các nội dung mở rộng về thị giác 3D, học

máy, học sâu và xây dựng pipeline xử lý ảnh cho ứng dụng thực tế. Học phân hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa bài toán thị giác máy tính, thiết kế và triển khai mô-đun xử lý ảnh, mô phỏng, thực nghiệm và đánh giá kết quả trong bối cảnh robot di động, giao thông thông minh, xe tự hành, UAV quan sát hoặc các hệ thống tự hành liên quan.

9.17. HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG CHO PHƯƠNG TIỆN TỰ HÀNH

Mã môn học: ELE14189

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Hệ thống năng lượng cho phương tiện tự hành được bố trí ở học kỳ 8 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa định hướng UAV và phương tiện tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Nội dung trọng tâm gồm kiến trúc hệ thống năng lượng cho UAV, AGV, UGV và robot di động; các công nghệ nguồn và lưu trữ năng lượng như pin lithium-ion, pin nhiên liệu, siêu tụ điện và hệ thống năng lượng lai; cùng các nội dung về mô hình hóa pin, ước lượng trạng thái sạc (SOC), phân tích đặc tính hệ thống năng lượng và thiết kế hệ thống cung cấp điện cho động cơ, bộ điều khiển và cảm biến. Học phần đồng thời giới thiệu các bộ biến đổi công suất, hệ truyền động điện và các chiến lược quản lý năng lượng (EMS) nhằm tối ưu hóa hiệu suất và kéo dài thời gian hoạt động của phương tiện. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa hệ thống năng lượng, thiết kế giải pháp quản lý và cung cấp năng lượng hiệu quả, mô phỏng, thực nghiệm và đánh giá hiệu năng trong bối cảnh UAV, robot di động và các hệ thống phương tiện tự hành liên quan.

9.18. HỆ THỐNG THÔNG TIN VÀ TRẠM ĐIỀU KHIỂN MẶT ĐẤT.

Mã môn học: ELE14183

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Hệ thống thông tin và trạm điều khiển mặt đất được giảng dạy ở học kỳ 6 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa định hướng UAV và robot di động tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Học phần Hệ thống thông tin và trạm điều khiển mặt đất được bố trí ở giai đoạn củng cố nền tảng chuyên ngành, chuẩn bị cho các học phần chuyên sâu và đồ án ở học kỳ sau, thuộc chuyên ngành, loại bắt buộc. Nội dung trọng tâm gồm Tổng quan hệ thống GCS, Hệ thống truyền thông cho UAV và robot di động tự hành và Trạm điều khiển mặt đất cùng các nội dung mở rộng về Tích hợp hệ thống và Ứng dụng. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế giải pháp kỹ thuật và tuân thủ an toàn và đạo đức nghề nghiệp trong bối cảnh UAV, robot di động tự hành hoặc hệ thống liên quan.

9.19. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CHO PHƯƠNG TIỆN TỰ HÀNH

Mã môn học: ELE14187

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp kiến thức về các hệ thống điều khiển áp dụng cho phương tiện tự hành như robot di động và UAV. Sinh viên được học các mô hình động học và động lực học của phương tiện, thiết kế bộ điều khiển và triển khai trên hệ thống thực. Nội dung học phần tập trung vào việc kết hợp giữa cảm biến, thuật toán điều khiển và hệ thống nhúng để đảm bảo phương tiện vận hành ổn định, chính xác và an toàn trong môi trường thực.

9.20. HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ VÀ DẪN ĐƯỜNG

Mã môn học: ELE14186

Số tín chỉ: 3

Mô tả học phần:

Học phần Hệ thống điều khiển cho phương tiện tự hành được bố trí ở học kì 7 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa định hướng UAV và phương tiện tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành, kết nối kiến thức nền tảng với thiết kế, mô phỏng và đồ án. Nội dung trọng tâm gồm Tổng quan về HTĐK cho phương tiện tự hành, Thiết kế các bộ ĐK cho phương tiện tự hành và Ước lượng trạng thái cùng các nội dung mở rộng về Mô phỏng và kiểm thử hệ thống điều khiển. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế giải pháp kỹ thuật và mô phỏng, thực nghiệm và phân tích kết quả trong bối cảnh UAV, robot di động tự hành hoặc hệ thống liên quan.

9.21. MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC

Mã môn học: ELE14184

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Mô hình hoá và mô phỏng động lực học được bố trí ở học kì 7 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa định hướng UAV và phương tiện tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Môn học nhằm trang bị cho sinh viên khả năng xây dựng mô hình toán học của các hệ động lực từ hệ vật lý thực tế, sử dụng các phương pháp như Newton và Lagrange. Sinh viên có khả năng biểu diễn hệ dưới dạng phương trình trạng thái, thực hiện tuyến tính hóa và áp dụng các phương pháp số để mô phỏng hệ thống. Thông qua các bài toán ứng dụng, đặc biệt trong lĩnh vực phương tiện tự hành và phương tiện bay không người lái (UAV), sinh viên phát triển kỹ năng phân tích, mô phỏng và đánh giá đặc tính của các hệ kỹ thuật, làm cơ sở cho việc nghiên cứu và thiết kế các hệ thống điều khiển trong thực tiễn.

9.23. THIẾT KẾ HỆ THỐNG TỰ HÀNH

Mã môn học: ELE14191

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Thiết kế hệ thống tự hành được bố trí ở học kì 7 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa định hướng UAV và phương tiện tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Học phần hỗ trợ trực tiếp cho đồ án, thực tập và triển khai hệ thống trong khối kiến thức chuyên ngành, loại bắt buộc. Nội dung trọng tâm của học phần gồm tổng quan hệ thống tự hành, kiến trúc phần cứng điều khiển, kiến trúc phần mềm điều khiển và các nội dung tích hợp, kiểm thử, đánh giá hệ thống. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế và kiểm chứng giải pháp điều khiển, đồng thời tuân thủ an toàn và đạo đức nghề nghiệp trong bối cảnh UAV, robot di động tự hành hoặc các hệ thống liên quan.

9.24. HỆ THỐNG ROBOT ĐA TÁC TỬ

Mã môn học: ELE14194

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Hệ thống robot đa tác tử được giảng dạy ở học kỳ 8 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hoá định hướng UAV và robot di động tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Học phần được bố trí ở giai đoạn tích hợp/nâng cao, hỗ trợ trực tiếp cho đồ án, thực tập và triển khai hệ thống, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Nội dung trọng tâm gồm: Tổng quan về hệ thống robot đa tác tử, Mô hình hoá hệ thống robot đa tác tử và Điều khiển phối hợp hệ thống robot đa tác tử cùng các nội dung mở rộng về Ứng dụng hệ thống robot đa tác tử. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế giải pháp kỹ thuật và mô phỏng, thực nghiệm và phân tích kết quả trong bối cảnh UAV, robot di động tự hành hoặc hệ thống liên quan.

9.25. ỨNG DỤNG AI CHO HỆ THỐNG TỰ HÀNH

Mã môn học: ELE14192

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung môn học:

Học phần Ứng dụng AI cho hệ thống tự hành được giảng dạy ở học kỳ 8 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hoá định hướng UAV và robot di động tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Nội dung trọng tâm của học phần gồm tổng quan về AI trong hệ thống tự hành, AI cho nhận thức môi trường và suy luận trạng thái, AI cho ra quyết định, lập kế hoạch và học hành vi, cùng các nội dung về tích hợp và đánh giá AI trong hệ thống robot di động tự hành. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế hoặc triển khai giải pháp AI, cập nhật công nghệ mới và đánh giá khả năng tích hợp trong bối cảnh UAV và robot di động tự hành đang phát triển mạnh mẽ.

9.26. ĐỒ ÁN 1

Mã môn học: ELE14185

Số tín chỉ: 2

Tóm tắt nội dung:

Học phần Đồ án 1 được dạy ở học kì 7 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa. Học phần Đồ án 1 được bố trí ở giai đoạn chuyên sâu, kết nối kiến thức nền với thiết kế, mô phỏng và đồ án, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Nội dung trọng tâm gồm Tổng quan nhiệm vụ và yêu cầu hệ thống điều khiển, Mô hình hóa phương tiện và thiết kế bộ điều khiển và Mô phỏng, triển khai và kiểm thử hệ thống điều khiển. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế giải pháp kỹ thuật và mô phỏng, thực nghiệm và phân tích kết quả trong bối cảnh UAV, robot di động tự hành hoặc hệ thống liên quan.

9.27. ĐỒ ÁN 2

Mã môn học: ELE14190

Số tín chỉ: 2

Tóm tắt nội dung:

Học phần Đồ án 2 được giảng dạy ở học kỳ 8 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hoá định hướng UAV và robot di động tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Học phần được bố trí ở giai đoạn tích hợp/nâng cao, hỗ trợ trực tiếp cho đồ án, thực tập và triển khai hệ thống, thuộc khối kiến thức chuyên ngành, loại bắt buộc. Nội dung trọng tâm của học phần bao gồm: phân tích và xác định yêu cầu hệ thống; thiết kế kiến trúc cho hệ thống tự hành; tích hợp phần cứng, cảm biến, truyền thông và phần mềm; đồng thời phát triển các thuật toán nhận thức môi trường, định vị, lập kế hoạch và điều khiển. Bên cạnh đó, học phần còn đề cập đến các hoạt động kiểm thử, đánh giá nguyên mẫu, phân tích hiệu năng và hoàn thiện báo cáo đồ án. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa các bài toán kỹ thuật, thiết kế và triển khai giải pháp công nghệ, cũng như khả năng mô phỏng, thực nghiệm và đánh giá kết quả trong bối cảnh các hệ thống UAV, robot di động tự hành và các hệ thống thông minh liên quan.

9.28. THỰC TẬP CHUYÊN SÂU

Mã môn học: ELE14196

Số tín chỉ: 3

Tóm tắt nội dung:

Học phần Thực tập chuyên sâu được bố trí ở học kỳ 8 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa định hướng UAV và phương tiện tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành và là học phần bắt buộc trước giai đoạn đồ án hoặc thực tập tốt nghiệp. Học phần tạo điều kiện cho sinh viên tham gia môi trường thực tập tại phòng thí nghiệm, trung tâm nghiên cứu của Học viện hoặc doanh nghiệp, đơn vị đối tác phù hợp với định hướng robot, UAV, hệ thống nhúng, cảm biến, điều khiển và phương tiện tự hành. Trong quá trình thực tập, sinh viên tìm hiểu tổ chức và quy trình kỹ thuật tại đơn vị, tiếp cận công nghệ và công cụ chuyên môn, tham gia các nhiệm vụ kỹ thuật phù hợp, đồng thời ghi nhận kết quả và hoàn thiện báo cáo thực tập. Học phần nhấn mạnh khả năng

vận dụng kiến thức đã học để phân tích yêu cầu, phối hợp triển khai công việc, tuân thủ an toàn và kỷ luật nghề nghiệp, cũng như đánh giá kết quả trong bối cảnh thực tế. Kết thúc học phần, sinh viên được củng cố tác phong nghề nghiệp, năng lực thực hành và nền tảng để tiếp tục thực hiện đồ án hoặc thực tập tốt nghiệp.

9.29. ROBOT CÔNG NGHIỆP

Mã môn học: ELE1457

Số tín chỉ: 2

Tóm tắt nội dung:

Học phần Robot công nghiệp được bố trí ở giai đoạn củng cố nền tảng chuyên ngành, chuẩn bị cho các học phần chuyên sâu và đồ án ở học kỳ sau, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Học phần Robot công nghiệp được dạy ở kì 6 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa. Nội dung trọng tâm gồm Mô tả không gian và biến đổi hqc, Động học thuận và ngược và Động học tốc độ cùng các nội dung mở rộng về Động lực học robot, Thiết kế quỹ đạo và Điều khiển robot công nghiệp. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế giải pháp kỹ thuật và cập nhật công nghệ và tự học trong bối cảnh UAV, robot di động tự hành hoặc hệ thống liên quan.

9.30. LẬP TRÌNH ĐIỀU KHIỂN VỚI PYTHON

Mã môn học: ELE1468

Số tín chỉ: 2

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp kiến thức và kỹ năng lập trình Python ứng dụng trong điều khiển và tự động hóa. Sinh viên được học các cấu trúc lập trình, xử lý dữ liệu và xây dựng chương trình điều khiển thiết bị thông qua giao tiếp với phần cứng. Học phần tập trung vào việc sử dụng các thư viện phổ biến như NumPy, Matplotlib và các giao tiếp như Serial, GPIO để triển khai các bài toán điều khiển, thu thập và xử lý dữ liệu trong các hệ thống nhúng và robot.

9.31. HỆ ĐIỀU HÀNH CHO ROBOT

Mã môn học: ELE14129

Số tín chỉ: 2

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp kiến thức về hệ điều hành và middleware sử dụng trong robot, tập trung vào quản lý tài nguyên, giao tiếp giữa các thành phần và xử lý thời gian thực. Sinh viên được học cách xây dựng và triển khai các node, topic, service trong môi trường robot. Học phần giới thiệu framework ROS/ROS2, cơ chế truyền thông, quản lý tiến trình và tích hợp cảm biến – cơ cấu chấp hành, giúp sinh viên phát triển và kiểm thử các ứng dụng robot trong môi trường mô phỏng và thực tế.

9.32. HỌC TĂNG CƯỜNG ỨNG DỤNG

Mã môn học: ELE14193

Số tín chỉ: 2

Tóm tắt nội dung:

Học phần cung cấp kiến thức cơ bản về học tăng cường (Reinforcement Learning) và các ứng dụng trong robot và hệ thống tự hành. Sinh viên được học các khái niệm như agent, môi trường, trạng thái, hành động, hàm thưởng và các phương pháp học chính sách. Học phần giới thiệu các thuật toán tiêu biểu như Q-learning, Deep Q-Network (DQN) và Policy Gradient, đồng thời hướng dẫn áp dụng vào các bài toán điều khiển, tối ưu hành vi và ra quyết định trong môi trường động. Sinh viên được tiếp cận qua mô phỏng để hiểu rõ quá trình học và đánh giá hiệu năng của mô hình.

9.33. ĐIỀU HƯỚNG ROBOT NÂNG CAO

Mã môn học: ELE14195

Số tín chỉ: 2

Tóm tắt nội dung:

Học phần Điều hướng robot nâng cao được giảng dạy ở học kỳ 8 trong chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hoá định hướng UAV và robot di động tự hành, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Học phần được bố trí ở giai đoạn tích hợp/nâng cao, hỗ trợ trực tiếp cho đồ án, thực tập và triển khai hệ thống, thuộc khối kiến thức chuyên ngành. Nội dung trọng tâm gồm: Tổng quan về điều hướng, Nhận thức môi trường động và Điều hướng trong môi trường động. Học phần hướng đến việc phát triển năng lực phân tích và mô hình hóa vấn đề kỹ thuật, thiết kế giải pháp kỹ thuật và mô phỏng, thực nghiệm và phân tích kết quả trong bối cảnh UAV, robot di động tự hành hoặc hệ thống liên quan.

10. MA TRẬN LIÊN KẾT CÁC HỌC PHẦN VỚI CHUẨN ĐẦU RA (Chi tiết kèm theo)

KT. GIÁM ĐỐC ✓
PHÓ GIÁM ĐỐC



PGS. TS. Trần Quang Anh

KẾ HOẠCH HỌC TẬP CHUẨN
CHƯƠNG TRÌNH UAV VÀ ROBOT DI ĐỘNG TỰ HÀNH
(NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA)

NĂM HỌC THỨ NHẤT

TT	Tên môn học/học phần	Số TC	Học kỳ
1	Đại số	3	HK1
2	Giải tích 1	3	HK1
3	Nhập môn công nghệ số và ứng dụng AI	2	HK1
4	Vật lý 1 và thí nghiệm Giáo dục thể chất 1 Giáo dục quốc phòng	4	HK1
		12	
5	Nhập môn điều khiển và tự động hóa	2	HK2
6	Vật lý 2 và thí nghiệm	4	HK2
7	Tiếng Anh (Course 1)	4	HK2
8	Giải tích 2	3	HK2
9	Cơ sở lập trình	3	HK2
10	Mạch điện Giáo dục thể chất 2	3	HK2
		19	

NĂM HỌC THỨ HAI

TT	Tên môn học/học phần	Số TC	Học kỳ
1	Triết học Mác Lênin	3	HK3
2	Tiếng Anh (Course 2)	4	HK3
3	Toán kỹ thuật	3	HK3
4	Xác suất thống kê	2	HK3
5	Phần mềm mô phỏng	3	HK3
6	Linh kiện và mạch điện tử	3	HK3
		18	
7	Kinh tế chính trị Mác - Lênin	2	HK4
8	Cở sở điều khiển tự động	3	HK4
9	Tiếng Anh (Course 3)	4	HK4
10	Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	3	HK4
11	Điện tử số	3	HK4
12	Xử lý tín hiệu số	3	HK4
		18	

NĂM HỌC THỨ BA

TT	Tên môn học/học phần	Số TC	Học kỳ
1	Chủ nghĩa xã hội khoa học	2	HK5
2	CAD/CAM ứng dụng	3	HK5
3	Điện tử công suất	3	HK5
4	Vi điều khiển	3	HK5
5	Thực hành cơ sở	3	HK5
6	Tiếng Anh (Course 3 plus)	2	HK5
7	Kỹ thuật đo điện	2	HK5
		18	
8	Tư tưởng Hồ Chí Minh	2	HK6
9	Pháp luật và sở hữu trí tuệ	2	HK6
10	Hệ thống thông tin và trạm điều khiển mặt đất	3	HK6
11	Tự chọn 1	3	HK6
12	Tự chọn 2	3	HK6
13	Tự chọn 3	2	HK6
14	Tự chọn 4	3	HK6
		18	

NĂM HỌC THỨ TƯ

TT	Tên môn học/học phần	Số TC	Học kỳ
1	Lịch sử Đảng cộng sản Việt Nam	2	HK7
2	Phương pháp luận NCKH	2	HK7
3	Hệ thống điều khiển cho phương tiện tự hành	3	HK7
4	Đồ án 1	2	HK7
5	Hệ thống định vị và dẫn đường	3	HK7
6	Mô hình hóa và mô phỏng động lực học	3	HK7
7	Tự chọn 5	3	HK7
		18	
8	Thiết kế hệ thống tự hành	3	HK8
9	Đồ án 2	3	HK8
10	Hệ thống năng lượng cho phương tiện tự hành	3	HK8
11	Thực tập chuyên sâu	3	HK8
12	Ứng dụng AI cho hệ thống tự hành	3	HK8
13	Tự chọn 6	2	HK8
		17	

NĂM HỌC THỨ NĂM

TT	Tên môn học/học phần	Số TC	Học kỳ
1	Thực tập và tốt nghiệp	12	HK9
		12	

Tổng cộng:

150

(*) Các học phần tự chọn

Tự chọn 1

1	Cơ học UD cho phương tiện tự hành	3
2	Cơ học ứng dụng	3

Tự chọn 2

3	Cảm biến và cơ cấu chấp hành robot	3
4	Cảm biến và cơ cấu chấp hành	3

Tự chọn 3

5	Robot công nghiệp	2
6	Lập trình điều khiển với Python	2
7	Hệ điều hành cho Robot	2
8	Hệ thống điều khiển phi tuyến	2

Tự chọn 4

9	Thị giác máy tính và ứng dụng	3
10	Xử lý ảnh	3

Tự chọn 5

11	Lập trình robot	3
12	Giải thuật cho robot thông minh	3

Tự chọn 6

13	Học tăng cường ứng dụng	2
14	Điều khiển hiện đại	2
15	Hệ thống robot đa tác tử	2
16	Điều hướng robot nâng cao	2

DANH SÁCH HỌC PHẦN TIÊN QUYẾT, TRƯỚC SAU
CHƯƠNG TRÌNH UAV VÀ ROBOT DI ĐỘNG TỰ HÀNH - NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HOÁ

TT	Tên môn học/học phần	Mã số môn học	Số TC	Năm học			Môn tiên quyết	Môn học trước
				Thứ nhất	Thứ hai	Thứ ba		
1	Đại số	BAS1201	3	HK1				
2	Giải tích 1	BAS1203	3	HK1				
3	Nhập môn công nghệ số và ứng dụng AI	INT11205	2	HK1				
4	Vật lý 1 và thí nghiệm	BAS1224	4	HK1				
5	Nhập môn điều khiển và tự động hóa	ELE1340	2	HK2				
6	Vật lý 2 và thí nghiệm	BAS1225	4	HK2				
7	Tiếng Anh (Course 1)	BAS1157	4	HK2				
8	Giải tích 2	BAS1204	3	HK2				Giải tích 1
9	Cơ sở lập trình	INT11206	3	HK2				
10	Mạch điện	ELE1342	3	HK2				Vật lý 1 và thí nghiệm
11	Triết học Mác Lênin	BAS1150	3	HK3				
12	Tiếng Anh (Course 2)	BAS1158	4	HK3				
13	Toán kỹ thuật	BAS1221	3	HK3				Giải tích 2
14	Xác suất thống kê	BAS1226	2	HK3				Giải tích 2
15	Phần mềm mô phỏng	ELE1341	3	HK3				
16	Linh kiện và mạch điện tử	ELE13105	3	HK3				Mạch điện
17	Kinh tế chính trị Mác - Lênin	BAS1151	2	HK4				
18	Cơ sở điều khiển tự động	ELE1304	3	HK4				
19	Tiếng Anh (Course 3)	BAS1159	4	HK4				
20	Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	INT13185	3	HK4				Cơ sở lập trình
21	Điện tử số	ELE1309	3	HK4				
22	Xử lý tín hiệu số	ELE13101	3	HK4				Mạch điện
23	Chủ nghĩa xã hội khoa học	BAS1152	2	HK5				Giải tích 2
24	CAD/CAM ứng dụng	ELE13179	3	HK5				
25	Điện tử công suất	ELE1308	3	HK5				Linh kiện và mạch điện tử
26	Vi điều khiển	ELE1348	3	HK5				Nhập môn Điều khiển và tự động hóa
27	Thực hành cơ sở	ELE13180	3	HK5				Linh kiện và mạch điện tử
28	Tiếng Anh (Course 3 plus)	BAS1160	2	HK5				Điện tử số
								Linh kiện và mạch điện tử, Mạch điện

TT	Tên môn học/học phần	Mã số môn học	Số TC	Năm học			Thứ tự	Thứ năm	Môn tiên quyết	Môn học trước
				Thứ nhất	Thứ hai	Thứ ba				
29	Kỹ thuật đo điện	ELE1344	2	HK5					Vật lý 2 và thí nghiệm	
30	Tư tưởng Hồ Chí Minh	BAS1122	2	HK6						
31	Pháp luật và sở hữu trí tuệ	BSA12117	2	HK6						
32	Hệ thống thông tin và trạm điều khiển mặt đất	ELE14183	3	HK6					Linh kiện và mạch điện tử, Cơ sở lập trình, Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	
33	Tự chọn 1		3	HK6						
34	Tự chọn 2		3	HK6						
35	Tự chọn 3		2	HK6						
36	Tự chọn 4		3	HK6						
37	Lịch sử Đảng cộng sản Việt Nam	BAS1153	2	HK7						
38	Phương pháp luận NCKH	SKD1108	2	HK7						
39	Hệ thống điều khiển cho phương tiện tự hành	ELE14187	3	HK7					Cơ sở điều khiển tự động	
40	Đồ án 1	ELE14185	2	HK7					Phần mềm mô phỏng	
41	Hệ thống định vị và dẫn đường	ELE14186	3	HK7						
42	Mô hình hóa và mô phỏng động lực học	ELE14184	3	HK7					Phần mềm mô phỏng	
43	Tự chọn 5		3	HK7						
44	Thiết kế hệ thống tự hành	ELE14191	3				HK8		Hệ thống điều khiển cho phương tiện tự hành, CAD/CAM ứng dụng	
45	Đồ án 2	ELE14190	3				HK8			
46	Hệ thống năng lượng cho phương tiện tự hành	ELE14189	3				HK8		Điện tử công suất	
47	Thực tập chuyên sâu	ELE14196	3				HK8			
48	Ứng dụng AI cho hệ thống tự hành	ELE14192	3				HK8		Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	
49	Tự chọn 6		2				HK8			
50	Thực tập tốt nghiệp	ELE15197	6					HK9		
51	Đồ án tốt nghiệp	ELE15198	6					HK9		
Tổng cộng:			150	12	19	18	18	18	17	12

Học phần tự chọn

Tự chọn 1

1 Cơ học ứng dụng cho phương tiện tự hành ELE13181 3

Vật lý 1 và thí nghiệm

TT	Tên môn học/học phần	Mã số môn học	Số TC	Năm học			Môn tiên quyết	Môn học trước
				Thứ nhất	Thứ hai	Thứ ba		
2	Cơ học ứng dụng Tự chọn 2	ELE14125	3					Vật lý 1 và thí nghiệm
3	Cảm biến và cơ cấu chấp hành robot	ELE14127	3				Nhập môn điều khiển và tự động hóa	
4	Cảm biến và cơ cấu chấp hành Tự chọn 3	ELE14149	3				Nhập môn điều khiển và tự động hóa	
5	Robot công nghiệp	ELE1457	2				Cơ sở điều khiển tự động	Đại số
6	Lập trình điều khiển với Python	ELE1468	2					Cơ sở lập trình
7	Hệ điều hành cho Robot	ELE14129	2					Cơ sở lập trình
8	Hệ thống điều khiển phi tuyến Tự chọn 4	ELE1349	2				Cơ sở điều khiển tự động	Đại số
9	Thị giác máy tính và ứng dụng	ELE13182	3					Xử lý tín hiệu số
10	Xử lý ảnh Tự chọn 5	INT13146	3					Xử lý tín hiệu số
11	Lập trình robot	ELE1492	3				Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	
12	Giải thuật cho robot thông minh Tự chọn 6	ELE14188	3				Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	
13	Học tăng cường ứng dụng	ELE14193	2					Toán kỹ thuật, Xác suất thống kê
14	Điều khiển hiện đại	ELE1462	2				Cơ sở điều khiển tự động	
15	Hệ thống robot đa tác tử	ELE14194	2					Hệ thống điều khiển cho phương tiện tự hành
16	Điều hướng robot nâng cao	ELE14195	2					Hệ thống định vị và dẫn đường

MA TRẬN LIÊN KẾT CÁC HỌC PHẦN VỚI CHUẨN ĐẦU RA

TT	TÊN HỌC PHẦN	CHUẨN ĐẦU RA						
		LO1	LO2	LO3	LO4	LO5	LO6	LO7
1	Triết học Mác - Lênin					Y(I)		I(X)
2	Kinh tế chính trị Mác-Lênin							R(X)
3	Chủ nghĩa xã hội Khoa học							R(X)
4	Tư tưởng Hồ Chí Minh							R(X)
5	Lịch sử Đảng cộng sản VN							R(X)
6	Nhập môn Công nghệ số và Ứng dụng AI				I(X)	I(X)		
7	Tiếng Anh (Course 1) (*)				I(X)	I(X)		
8	Tiếng Anh (Course 2)				I(X)	I(X)		
9	Tiếng Anh (Course 3)				R(X)	R(X)		
10	Tiếng Anh (Course 3 plus)				R(X)	R(X)		
11	Pháp luật và sở hữu trí tuệ							R(X)
12	Giải tích 1	I(X)						
13	Giải tích 2	I(X)						
14	Đại số	I(X)						
15	Vật lý 1 và thí nghiệm	I(X)		I(X)			I(Y)	
16	Vật lý 2 và thí nghiệm	I(X)		I(X)			I(Y)	
17	Xác suất thống kê	I(X)		I(Y)				
18	Toán kỹ thuật	I(X)						
19	Phương pháp luận NCKH				R(X)	R(X)		
Kiến thức cơ sở ngành								
20	Cơ sở lập trình	I(X)	I(X)					
21	Nhập môn điều khiển và tự động hóa	I(Y)	I(X)		I(Y)	I(Y)	I(Y)	I(X)
22	Mạch điện	I(X)	I(Y)					
23	Phần mềm mô phỏng		I(X)	I(Y)			I(X)	
24	Linh kiện và mạch điện tử	I(X)	I(X)	I(Y)				
25	Cơ sở điều khiển tự động	I(X)	I(Y)	I(Y)	I(X)			
26	Cấu trúc dữ liệu và giải thuật	I(X)	I(X)					
27	Điện tử số	I(X)	I(X)					
28	Xử lý tín hiệu số	R(X)		R(X)	R(Y)			
29	Kỹ thuật đo điện	R(X)		R(X)	R(Y)			
30	Vi điều khiển	R(X)	R(X)	R(Y)				
31	CAD/CAM ứng dụng	R(Y)	R(X)	R(Y)				
32	Điện tử công suất	R(X)	R(X)					
33	Thực hành cơ sở			R(X)		R(Y)	R(X)	R(Y)
Kiến thức chuyên ngành								
34	Hệ thống thông tin và trạm điều khiển mặt đất	R(X)	R(X)					R(Y)
35	Mô hình hóa và mô phỏng động lực học	R(X,A)	R(X,A)	R(Y)				
36	Đồ án 1	R(Y)	R(X,A)	R(X,A)		R(X,A)	R(X,A)	
37	Hệ thống định vị và dẫn đường	R(X,A)	R(X,A)	R(Y)				
38	Hệ thống điều khiển cho phương tiện tự hành	R(X,A)	R(Y)	R(X,A)				
39	Hệ thống năng lượng cho phương tiện tự hành	R(X)	R(X)					
40	Đồ án 2	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)		E(Y)	E(X,A)	E(Y)
41	Thiết kế hệ thống tự hành	E(X,A)	E(X,A)					E(Y)
42	Ứng dụng AI cho hệ thống tự hành	E(Y)	E(X,A)		E(X,A)			

TT	TÊN HỌC PHẦN	CHUẨN ĐẦU RA						
		LO1	LO2	LO3	LO4	LO5	LO6	LO7
Học phần tự chọn								
43	Tự chọn 1 Cơ học ứng dụng cho phương tiện tự hành Cơ học ứng dụng	R(X,A)	R(Y)					
44	Tự chọn 2 Cảm biến và cơ cấu chấp hành cho robot Cảm biến và cơ cấu chấp hành	R(X,A)	R(Y)	R(X,A)				
45	Tự chọn 3 Robot công nghiệp Lập trình điều khiển với Python Hệ điều hành cho Robot Hệ thống điều khiển phi tuyến	R(X,A)	R(Y)		R(X,A)			
46	Tự chọn 4 Thị giác máy tính và ứng dụng Xử lý ảnh	R(X)	R(X)	R(Y)	R(Y)			
47	Tự chọn 5 Lập trình robot Giải thuật cho robot thông minh	R(X,A)	R(Y)	R(Y)	R(X,A)			
48	Tự chọn 6 Học tăng cường ứng dụng Điều khiển hiện đại Hệ thống robot đa tác tử Điều hướng robot nâng cao	E(X,A)	E(Y)	E(Y)	E(X,A)			
49	Thực tập chuyên sâu		E(X,A)		E(Y)	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)
50	Thực tập tốt nghiệp		E(X,A)	E(Y)	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)
51	Đồ án tốt nghiệp	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)	E(X,A)
Kỹ năng mềm								
1	Kỹ năng thuyết trình					Y(I)		
2	Kỹ năng làm việc nhóm						Y(I)	
3	Kỹ năng tạo lập văn bản tiếng Việt					Y(I)		
4	Kỹ năng lập kế hoạch và tổ chức thực hiện công việc		Y(I)					
5	Kỹ năng giao tiếp					Y(I)		
6	Kỹ năng tư duy sáng tạo			Y(I)				
7	Kỹ năng đổi mới sáng tạo			Y(I)				

Ghi chú:

I,R,E: mức độ đóng góp của học phần, tương ứng: Giới thiệu, cơ bản (I), Củng cố, phát triển thêm (R), Nâng cao, hoàn thiện (E)

X: đóng góp trực tiếp

Y: đóng góp gián tiếp

A: dùng để đo lường đóng góp vào PLO