

УЧЕБЕН ПЛАН

за повишаване на квалификацията на
техници и инженери в сектор
машиностроене и мехатроника

2021

Съдържание

PART 1 TECHNICIANS	Error! Bookmark not defined.
1. INTRODUCTION.....	Error! Bookmark not defined.
2. TEACHING METHODOLOGY	Error! Bookmark not defined.
3. ASSESSMENT METHODOLOGY	Error! Bookmark not defined.
4. COURSE DESCRIPTION	Error! Bookmark not defined.
4.1. Course 1 - Electricity.....	7
4.2. Course 2 - Electrical drives	11
4.3. Course 3 - Pneumatics and electro-pneumatics.....	14
4.4. Course 4 - Hydraulics.....	17
4.5. Course 5 - Vacuum and Vacuum Technology	21
4.6. Course 6 - Optimal use of compressed air.....	24
4.7. Course 7 - Operating CNC Machines.....	27
4.8. Course 8 - Operating automated production system	31
PART 2 ENGINEERS.....	34
1. INTRODUCTION.....	Error! Bookmark not defined.
2. TEACHING METHODOLOGY	Error! Bookmark not defined.
3. ASSESSMENT METHODOLOGY	Error! Bookmark not defined.
4. COURSE DESCRIPTION	Error! Bookmark not defined.
4.1. Course 1 - Basic schemes in automated pneumatics systems	38
4.2. Course 2 - Energy Efficiency in Pneumatic Systems.....	41
4.3. Course 3 - Hydraulics, proportional hydraulics	44
4.4. Course 4 - Electrical engines, complex electrical drives.....	46
4.5. Course 5 - Automated manufacturing systems.....	48
4.6. Course 6 - Quality Assurance, Quality Control and Testing.....	52
ANNEXES	Error! Bookmark not defined.
ASSESSMENT FORM 1	Error! Bookmark not defined.
ASSESSMENT FORM 2	58
ASSESSMENT FORM 3	59

ЧАСТ 1

ТЕХНИЦИ

1. УВОД

Учебният план е разработен в рамките на проект **allCUTE**, програма Еразъм+. Целта му е да подобри техническите и преносимите умения на техниците, работещи в сектора на машиностроенето и мехатрониката. Високите изисквания на работодателите за повишаване на квалификацията са породени от необходимостта за посрещане на предизвикателствата на индустрия 4.0.

Учебният план се базира на резултатите от проучване, проведено сред 161 компании в горепосочените сектори в следните европейски региони:

- Габрово, България
- Пловдив, България
- Източна Македония и Тракия, Гърция
- Поморско воеводство, Полша
- Ниш, Сърбия

След анализиране на резултатите от проучването работодатели в съответните сектори определиха за приоритетни 8 курса за техници, които са залегнали в този учебен план:

- Електричество
- Електрически задвижвания
- Пневматика и електропневматика
- Хидравлика
- Вакуум и вакуумни технологии
- Оптимално използване на сгъстен въздух
- Работа и настройка на машини с ЦПУ
- Работа с автоматизирани производствени системи

2. МЕТОДИ НА ОБУЧЕНИЕ

Учебният план се базира на метода на смесеното обучение, което се характеризира с ефективно прилагане на ИКТ. Електронното обучение се основава на образователни ресурси със свободен достъп - самостоятелно изучаване както на теорията, за да могат обучаемите да се подготвят предварително за традиционните си занятия в класната стая, така и на практиката, за да могат обучаемите да се подготвят по-добре за професията си чрез учене чрез практика в реална индустриална среда.

Традиционното обучение в класната стая се базира на активни техники за учене (ориентирани към обучаемия), като например обърната класна стая, пъзел, проблемно- и проектно-базирано обучение, помисли и сподели по двойки и др., при които обучаемите могат сами да определят пътя си на учене под ръководството на учителя в областта на ПОО. Като се запознават с учебния материал предварително, обучаемите имат възможност да го обсъждат след това в класната стая и решават проблеми въз основа на вече наученото. По този начин те подобряват своето критично, аналитично и творческо мислене, мотивация, умения за комуникация, решаване на проблеми, цифрови умения и др. Освен това те си помагат и се обучават взаимно. Учителят в областта на ПОО е по-скоро модератор, отколкото инструктор, а обучаемите участват активно в учебния процес, вместо да бъдат пасивни наблюдатели.

Предложеният метод на обучение отразява най-съвременните техники на преподаване в световен мащаб, както може да се види на фигура 1 по-долу.



Фигура 1: Пирамида на ученето

3. МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНИКИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ

Като се вземат предвид продължителността на курса както и вида и обхвата на знанията и уменията, които трябва да се придобият, методологията за оценяване се основава на 3 техники за оценяване:

- Рефлексия чрез използване на „едноминутна самооценка“

В края на учебните занятия през деня обучаемите отговарят на въпроси, зададени от учителя (едноминутна самооценка), които ги подтиква да осмислят наученото през деня.

От една страна, чрез прилагането на тази техника за оценяване учителят получава полезна обратна връзка за това как напредва всеки обучаем и с какви трудности се сблъсква, а от друга - обучаемите развиват уменията си да обмислят, анализират и сами да оценяват своето представяне.

- Наблюдение чрез използване на „чек лист за цялостното представяне“

В края на учебните занятия през деня или на курса учителят попълва чек лист за оценяване на представянето и постигнатите резултати, който съдържа конкретни критерии и позволява на учителя да събере информация и да направи преценка за това какво обучаемият знае и може да прави във връзка с поставените учебни цели и постигнати резултати. Освен това той предлага систематичен начин за събиране на данни за конкретни поведения, знания и умения.

- Малък проект

След приключване на курса обучаемите трябва да разработят по двойки малък проект под формата на PowerPoint презентация. Работейки върху малък проект, обучаемите имат възможност да покажат до каква степен са подобрили своите технически познания, да развият преносими умения, като работа в екип, комуникация, решаване на проблеми, критично мислене и др. Не на последно място те могат да повишат и своята цифрова компетентност.

Ако малкият проект не е подходящ, тогава като алтернатива могат да се използват тестове за оценяване на знанията и уменията на обучаемите.

4. ОПИСАНИЕ НА КУРСОВЕТЕ

4.1. Курс 1- Електроенергия

Продължителност на курса (дни): 3 - 4

Учебни часове: 20 (8 теория + 12 практика)

Обща информация за курса:

Курсът за обучение по електроенергия предоставя основни познания за това как работи електричеството в търговски и промишлени обекти. Освен това включва усъвършенстване на практическите умения в областта на електротехниката и е предназначен за обучение на техници по поддръжка и друг персонал, работещ в промишлени предприятия и търговски сгради.

В този курс обучаемите се потапят в практически примери от реалния свят. Те научават как да използват електрически тестови съоръжения в ежедневната си работа, преди да преминат към задълбочено обсъждане на основни електрически компоненти, къде и как работят те и предназначението им в електрическите системи. Целта на този базов курс за обучение по електроенергия е да научи обучаемите как да намалят времето за престой на електрическите съоръжения, да подобрят общата ефективност и безопасност и да се справят с проблемите, които не са успели да решат сами.

Резултати от обучението:

След завършване на курса обучаемите ще имат знания и умения за:

- използване на електроизмервателни уреди;
- изчисляване на импеданса, видимата, активната и реактивната мощност и фактора на мощността в еднофазна променливотокова верига и коригиране на изоставащия фактор на мощността;
- опасностите от електрически ток и умения за предприемане на действия за предотвратяване на опасни условия на труд.
- използване на закона на Ом за решаване на проблеми, свързани с тока, потенциала и съпротивлението в постояннотокови и променливотокови вериги.

- използване на мултиметри, ватметри, мостове на Уитстон, осцилоскопи и др. за измерване на електрически величини и отстраняване на електрически проблеми.
- използване и предимствата на трифазното захранване.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Персонален компютър, MS Office (Word, Excel, PowerPoint), мултиметър, осцилатор, резистори, кондензатори, електродвигатели, термокамера и др.

Тема	Проблем за решаване
T1 – Въведение в електротехниката - Какво е електричество? - Как се генерира електричество? - Как се използва електричеството?	
T2 – Електрическо съпротивление - Какво е електрическо съпротивление? - Дефиниция - Единици и измерване на съпротивлението	• Измерване на съпротивление
T3 - Напрежение - Какво е напрежение? - Измерване на напрежение	• Измерване на напрежение
T4 – Електрически ток - Променлив и постоянен ток - Измерване на електрически ток	• Измерване на електрически ток
T5 - Индуктори	• Индуктор
T6 - Кондензатори - Кондензатор - Зареждане и разреждане на кондензатора - Преходно поведение на кондензатора	• Кондензатор
T7 - Осцилоскоп - Описание на осцилоскопа	• Измерване на величини с осцилоскоп

- Измерване на формата на вълната (графика на напрежението с течение на времето) - Измерване на амплитуда и честота на сигнала - Откриване на смущения и шум в сигнала	
T8 - Трифазна електрическа верига - Електрическа мощност: еднофазна и трифазна мощност (активна, реактивна, привидна)	• Трифазни електрически вериги
T9 - Термографско обследване на електрически съоръжения - Какво е термография? - Как може да се използва термографията за диагностика на електрически съоръжения? - Какви са ползите от термографска диагностика? - Кой може да извършва термографска диагностика? - Кога е необходимо термографско сканиране?	• Откриване на грешки в електрически съоръжения
T10 - Електробезопасност	• Предпазни мерки за безопасност при електрически системи

Препоръчителна литература

1. JONES, Ray A.; JONES, Ray; JONES, Jane G. *Electrical safety in the workplace*. Jones & Bartlett Learning, 2000.
2. Bird, John. *Electrical circuit theory and technology*. Routledge, 2014.
3. Alexander, Charles K. *Fundamentals of electric circuits*. McGraw-Hill, 2009.
4. <https://www.fluke.com/en-us/learn/blog/thermal-imaging/electrical-systems>

4.2. Курс 2 – Електрически задвижвания

Продължителност на курса (дни): 5 days

Учебни часове: 30 (15 теория + 15 практика)

Обща информация за курса:

Целта на курса е придобиването на теоретични и практически познания в областта на електрическите задвижвания. В тази връзка, след кратък обзор на основните аспекти в електротехниката и електрониката се разглеждат най-разпространените типове електрически двигатели и преобразователни устройства. След придобиване на съответните базови познания се преминава към изучаване на все по-широко използваните честотни и серво задвижвания.

Резултати от обучението:

След завършване на курса обучаемите ще могат да:

- дефинират параметрите на електрическите вериги в зависимост от големината на товара.
- определят вида и компонентите на преобразователните устройства според вида на товара и посоката на предаване на енергията.
- избират подходящ метод на управление, в зависимост от спецификата на съответните преобразователи.
- определят видовете електродвигатели според конструктивното им изпълнение и електрическата мрежа.
- да избират оптимален вариант на електрозадвижване в зависимост от параметрите и изискванията на съответната система.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Лабораторни стендове, персонален компютър, софтуерни продукти: LTspice, MS Office

Тема	Проблем за решаване
Т1. Основни понятия в електротехниката и електрониката - Електрически вериги	• Решаване на практически задачи в сферата на електротехниката и електрониката

- Резонанс - Мощности в електрическите вериги - Полупроводникови прибори	
T2. Изправители и филтри - Токоизправители с активен товар - Токоизправители с реактивен товар - Пасивни изглаждащи филтри	• Изучаване на основни диодни изправители и изглаждащи филтри
T3. Силови преобразуватели - Инвертори - DC-DC преобразуватели	• Анализиране на различни видове силови преобразуватели
T4. Управление при постоянна и променлива честота - Широчинно импулсно модулиране (ШИМ) - Фазово управление	• Генериране на ШИМ и фазовоотместени сигнали посредством микроконтролер
T5. Постояннотокови електродвигатели - Принцип на действие - Двигатели с последователно, паралелно и смесено възбуждане	• Анализиране поведението на постояннотоковите двигатели при натоварване
T6. Асинхронни електродвигатели - Въртящо магнитно поле - Принцип на действие - Еднофазни двигатели - Трифазни двигатели	• Изпитване на трифазен асинхронен двигател
T7. Стъпкови двигатели - Въведение - Принцип на действие	• Изследване на стъпков двигател
T8. Електрически задвижвания - Основни понятия - Компоненти - Предимства и недостатъци	• Определяне на основните компоненти на електрическите задвижвания

T9. Честотни задвижвания - Въведение - Приложение - Настройка	• Регулиране на скоростта посредством честотно задвижване
T10. Серво задвижвания - Въведение - Приложение - Настройка	• Анализиране на система със сервозадвижване

Препоръчителна литература:

[1] Dokic, B. and Blanusa, B., *Power electronics converters and regulators*. 3th ed. Switzerland:

Springer International Publishing, 2015

[2] Mohan, N. , *Power electronics*. New Jersey: Hoboken , 2011

[3] Hughes, A., *Electric Motors and Drives. Fundamentals, Types and Applications*, 3th ed., Elsevier, 2006

4.3. Курс 3 – Пневматика и електро-пневматика

Продължителност на курса (дни): 3 - 4 дни

Учебни часове: 24 (12 теория + 12 практика)

Обща информация за курса:

В курса се разглеждат основните принципи, закони и компоненти, използвани в пневматичните и електро-пневматичните системи. Той обхваща видовете, принципите на действие и символите на различните компоненти, използвани в промишлени приложения.

Резултати от обучението:

След завършване на курса обучаемите ще имат знания и умения:

- да познават характеристиките, генерирането и подготовката на въздуха;
- за основните компоненти на пневматичните системи и техните функции и символи;
- да идентифицират различни схематични символи, използвани в пневматиката;
- да работят или проектират на база схематични чертежи;
- за идентифициране, проверка, настройка и подмяна на широка гама от пневматични средства за автоматизация - пневматични клапани, задвижващи механизми, захващащи механизми, логически елементи, сензори за позиция, релета, таймери, регулатори за дебит и др .;
- да познават и прилагат основни схеми в пневматични манипулатори в автоматизирани системи;
- да разбират принципите за използване на PLC за управление на пневматични системи.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Софтуер за начертване на схеми. Софтуер за програмиране на програмируем контролер.

Тема	Проблем за решаване
T1. Теоретични основи. Измервателни единици. Налягане и дебит. Свойства на газовете. Закони за газовете. Влажност. Методи за измерване.	Връзка между налягане, обем и температура за идеален газ.
T2. Производство на сгъстен въздух. Бутални компресори. Винтови компресори. Ресивери за налягане. Изсушаване на сгъстен въздух. Водни сепаратори. Символи. Предимства, недостатъци и условия при прилагането на основните елементи по вид при производството на сгъстен въздух.	Оразмеряване на пневматични системи
T3. Подготовка на сгъстен въздух. Филтри. Регулатори на налягане. Смазване на елементите използващи сгъстен въздух. Подготвителни групи.	Изчисляване на диаметъра на тръбопровод.
T4. Пневматични задвижвания. Цилиндри (едно и двойно действащи). Видове цилиндри. Пневматични захвати. Символи. Сензори. Сравнение с други видове задвижвания (електрически и хидравлични). Идентифициране на дефекти и тяхното отстраняване.	Изчисляване на скоростта на хода на цилиндър.
T5. Сензори за пневматични цилиндри. Основни характеристики. Предимства, недостатъци и условия в приложението.	
T6. Пневматични разпределители. Видове. Управление - ръчно, механично, пневматично. Разпределители с директно и пилотно задвижване. Соленоидни разпределители. Символи.	
T7. Дебитомери, таймери, логически елементи. Обратни клапани, регулатори на скоростта, бързи изпускателни клапани, плавни пускатели и др.	
T8. Пневматични схеми. Управление на еднодействащи цилиндри. Управление на	Работа по схема или съставяне на такава.

двойнодействащи цилиндри. Циклично управление. Намиране на грешки в пневматични схеми.	
T9. Електропневматично управление. Управление на еднодействащи цилиндри. Управление на двойнодействащи цилиндри. Циклично управление на цилиндри със сензори за позиция. Управление на цикъла на два цилиндъра с двойно действие със сензори. Намиране на грешки в електропневматичните вериги	
T10. Методи за реализация на последователности. Правилни и неправилни последователности.	
T11. Управление на база PLC Програмиране, изпълнение и проверка на програми.	
T12. Приложения на пневматиката в непрекъснати производствени процеси.	• Проектиране на електро-пневматични системи

Препоръчителна литература:

1. Croser P., F. Ebel, Pneumatics, Basic Level, FeSTO Didactic GmbH & Co., Textbook TP 101 edition (January 1, 2002)
2. Jay F., Basic Pneumatics: An Introduction to Industrial Compressed Air Systems and Components, Revised Printing, Carolina Academic Press, 2013
3. <https://learnchannel-tv.com/pneumatics/basic-laws/>
4. <https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/cylinders-actuators/article/21885196/sensor-choices-for-pneumatic-cylinder-positioning>

4.4. Курс 4- Хидравлика

Продължителност на курса (дни): 3 - 4 дни

Учебни часове: 24 (12 теория + 12 практика)

Обща информация за курса:

С този курс се цели обучаемите да придобият система от знания от теорията, изчислението, конструкцията и експлоатацията на елементи и системи в областта на хидро-задвижванията на машини и механизми за производството. Обект на изучаването са: устройството, действието и характеристиките на хидравличните машини и елементи, както и методите за синтез на хидросистеми за задвижване и управление на машини и съоръжения. Основно внимание е отделено на: начините за регулиране на силовите и скоростни характеристики; проблемите за реализиране на цикъла, синхрона и др.; експлоатацията, неизправностите и мерките за отстраняването им в хидросистемите.

Резултати от обучението:

След завършване на курса обучаемите ще имат знания и умения:

- за принципите на действие и видовете хидравлични системи.
- да дефинират какво е флуидна сила и ще знаят къде се прилага тя.
- за основните компоненти на флуидните силови системи и какви са начините за правилна и надеждна експлоатация на хидросистемите.
- сами да синтезират хидросистеми и да определят правилно начините на работа на хидравлични елементи.
- за начините на управление и регулиране на хидросистеми за осигуряване на надеждна и ефективна работа.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Хидравлично оборудване, компютър, софтуер за симулация, MS Office

Тема	Проблем за решаване
Т1. Въведение в хидро-задвижванията. Структура на обемните флуидни системи. Принцип на действие. Класификация и приложение на хидро-системите. Условно означаване на елементите.	Подготовка на хидравлична система в съответствие със схема
Т2. Основни параметри на хидрозадвижванията. Основни пресмятания. Работна схема. Основни изчисления – скорост, налягане, сили, мощност, дебит, условен отвор, КПД и др.	Основни параметри на хидравличното задвижване.
Т3. Клапани за налягане Елементи за регулиране на налягането в хидро-системите. Класификация и видове. Устройство и принцип на действие. Символи за означение.	Устройство и принцип на действие на клапани за управление на налягането.
Т4. Разпределителни клапани Класификация на разпределителните клапани. Устройство и принцип на действие. Символи.	Устройство, техническа конструкция и принцип на действие на разпределителен клапан.
Т5. Силови цилиндри Хидравлични и цилиндри – основни видове. Конструктивни елементи и принцип на действие. Работни характеристики. Изисквания за поддръжка и монтаж. Символи.	Устройство, техническа конструкция и принцип на действие на хидравличен цилиндър.
Т6. Устройства за управление и регулиране на дебит. Делители и събиратели на дебит. Клапани за регулиране на дебит. Дросели. Функция и предназначение в хидравличните системи. Устройство и принцип на действие. Символи.	Устройство, техническа конструкция и принципа на действие на дроселен вентил.

T7. Спомагателни елементи Спомагателни елементи в хидравличните системи – хидравлични акумулатори, филтри, резервоари, охладителни и нагревателни елементи. Устройство и принцип на действие. Предназначение и функции в хидравличните системи. Символи.	Спомагателни елементи в хидравличната система.
T8. Работни флуиди за хидро-системите Свойства на работните флуиди. Изисквания за избор на работна течност.	Как дебитът, зададен на клапана за регулиране на потока, е независим от общата разлика в налягането
T9. Измерване на налягане и дебит. Основни и широко използвани методи за измерване на налягане и дебит. Приложение в хидравличните системи.	Свойства на флуидите.
T10. Кавитация Физични основни на явлението кавитация. Причини за възникване на кавитация в хидравличните системи. Вреда от кавитация в хидравличните системи.	Възникване на кавитация в зъбни помпи.

Препоръчителна литература:

- [1].Joseph H. Spurk, Nuri Aksel, Strömungslehre. Springer
- [2].R.S. Khurmi Textbook of Hydraulics, Fluid Mechanics and Hydraulic Machines, S Chand & Co, 1987
- [3].E. Totten, Victor J. De Negri. Handbook of hydraulic fluid technology CRC Press | 2012 | Second edition.
- [4].David H. Myszka, Machines & Mechanisms Applied Kinematic Analysis 4th Edition ISBN: 9780133464146, 0133464148. VitalSource
- [5].Dr. R. K. Bansal, A Textbook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines Paperback, Laxmi Publications, 2005, ISBN-10-8131808157
- [6].Sukumar Pati, Textbook of Fluid Mechanics & Hydraulic Machines, 1st Edition 1259006239 · 9781259006234, 20012

- [7]. V. Sokolov, O. Krol, Installations Criterion of Deceleration Device in Volumetric Hydraulic Drive, Science Direct Procedia Engineering 206 (2017) 936–943

4.5. Курс 5 – Вакуум и вакуумни технологии

Продължителност на курса (дни): 3 дни

Учебни часове: 18 (9 теория + 9 практика)

Обща информация за курса:

Курсът включва основните принципи, закони и компоненти на вакуумната технология, използвани в автоматизацията. Изложението на материала е на база технически устройства и оборудване, използвани в промишлените приложения.

Резултати от обучението:

След завършване на курса обучаемите ще имат знания и умения за:

- характеристиките, генерирането и подготовката на вакуум в приложения на автоматизацията;
- основните компоненти на вакуумните системи, техните функции и символи в схеми;
- идентифициране на различни схематични символи, използвани във вакуумната технология и проектират схематичен чертеж по задание;
- идентифициране, проверка, настройка и поддръжка на широка гама от инструменти за вакуумна автоматизация - разпределители, задвижващи механизми, вакуум вендузи, сензори, релета, таймери, регулатори на потока и др .;
- проектиране и изчисляване на необходимите параметри на вакуумни системи;
- познаване и прилагане на основни схеми с използване на вакуум при манипулатори в автоматизирани системи.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Софтуер за чертаене на схеми.

Тема	Проблем за решаване
T1. Теоретични основи на вакуума. Уравнения и мерни единици. Методи за измерване. Качество на вакуума.	• Използване на вакуум. Въведение в теорията на газовете. • Сорбционни явления във вакуум. • Кондензация и изпаряване. • Физически процеси във вакуум.
T2. Производство на вакуум. Вакуумни турбини. Обемни помпи - бутална помпа, мембранна помпа, пластинчатата помпа, рут-помпи. Предимства, недостатъци и условия в приложението.	• Устройство, принципи на работа и характеристики на техническите средства за получаване на вакуум.
T3. Вакуум ежектори. Едностъпален ежектор. Многоетапен ежектор. Ежектори с интегрирани компоненти за управление. Енергоспестяващи модули.	• Устройство, принципи и характеристики на работа. • Избор на вакуум ежектори.
T4. Вакуумни системи при в дискретни производствени системи. Централизирана и децентрализирана вакуумна система. Елементи за подготовка - резервоари, хранващи линии, вакуумни регулатори, филтри, дренажни сепаратори, вакуумни модули за ежекторни и вакуумни помпени системи.	• Принципи на работа и устройство на различни компоненти на вакуумни системи.
T5. Вакуумни вендузи. Видове, предимства и ограничения. Избор на вендуза. Модулни вендузи.	• Определяне на силите. • Избор в зависимост от приложението, условията на околната среда и работния материал.
T6. Вакуум сензори и релета. Основни параметри - транзисторен изход, прагови стойности, хистерезис и др.	• Определяне на основните параметри - обхват, изход на транзистора, ниво на вакуум, хистерезис и др.

T7. Вакуумни разпределители - видове и принцип на действие. Работни клапани, затварящи клапани и уплътнителни клапани. Вакуумни клапани за конкретно приложение. Видове управление.	Определяне на подходящ вакуумен разпределител за конкретното приложение.
T8. Вакуумни, пневматични и електропневматични схеми. Използване в приложения за асемблиране, вакуумно формоване, вакуумно задържане и затягане, опаковане и дозиране.	Идентифициране на неизправности и тяхното отстраняване.
T9. Схеми за управление при вакуумни захвати. Настройка на управляващите модули.	- Идентифициране на неизправности и тяхното отстраняване. - Решения за намаляване на консумацията на сгъстен въздух.
T10. Електронни вакуум регулатори.	Настройка на параметрите на електронните регулатори с пропорционално действие.
T11. Използване на вакуум в непрекъснати производствени процеси - сушене чрез замразяване, филтриране, дестилация, оборудване за изпитване и др.	Специфични изисквания на приложението и решения.

Препоръчителна литература:

- [1].Akram H., A. Fasih, Selection criterion of gauges for vacuum measurements of systems with diverseranges”, Physics Procedia 32, 503-512, 2012.
- [2].Chambers A., Basic Vacuum Technology, 2nd edition, CRC Press, 1998
- [3].T. A. Delchar T., Vacuum Physics and Techniques, St Edmundsbury Press, UK, 1993
- [4].Jousten K., Handbook of Vacuum Technology, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008
- [5].Umrath W. Fundamentals of Vacuum Technology, Cologne, 1998

4.6. Курс 6 – Оптимално използване на компресирания въздух

Продължителност на курса (дни): 3 - 4 дни

Учебни часове: 24 (12 теория + 12 практика)

Обща информация за курса:

Курсът запознава с основните физически аспекти и технологията на производството и използване на сгъстен въздух в производствените предприятия. Разглеждат се общите положения при проектирането и изграждането на една пневматична система, нейните основни елементи, енергийни стойности и консумации на всеки един от тях, баланс енергия/работа и принципи на ефективност. Отделя се внимание на най-важните в теоретично и практическо отношение проблеми свързани с използването, пренасянето и акумулирането на сгъстен въздух, икономията на енергия и защитата на околната среда от вредни въздействия свързани с производството и консумацията на сгъстен въздух.

Резултати от обучението:

Курсът има за цел да даде специализирани знания по основните проблеми на пневматичните системи в производствените предприятия и решения за ефективно използване на енергията. Предвидените в програмата упражнения имат за цел да доразвият знанията в областта на енергийна ефективност на пневматичните системи и дадат допълнителни сведения за потенциалните възможности за реално спестяване на енергия в практиката.

След завършване на курса обучаемите ще имат знания в областта на:

- структура на пневматичната система – изпълнителни механизми, обдухващи елементи и др.;
- познаване на основни понятия и характеристики определящи качеството на сгъстен въздух, проводимост, дебит, скорост, утечки;
- определяне на енергийната ефективност на елементи от пневматичната система;
- оптимизиране на разхода на въздух, енергийно оптимизиране на обдухващи приложения, изпълнителни механизми и др., енергийно оптимизиране на вакуум системи.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Пневматично оборудване, компютър, софтуер за симулация, MS Office.

Тема	Проблем за решаване
Т1. Енергийната ефективност – същност, цел и ползи от енергийната ефективност.	
Т2. Структура на пневматичната система.	
Т3. Някои свойства на компресирания въздух.	
Т4. Основни проблеми с компресирания въздух.	
Т5. Основни причини за енергийни загуби в производственото предприятие.	• Изчисляване консумацията на въздух в пневматична система; • Оразмеряване на утечки и изчисляване загубите от тях; • Изчисляване на загубата на енергия в системите за доставка на сгъстения въздух.
Т6. Потенциал за спестявания в пневматичните системи при производството на въздух. - Компресори; - Динамичен контрол при производството на въздух; - Цели и задачи на контрола.	• Изчисляване на консумацията на електрическа енергия на компресор, себестойност на произведения въздух; • Изчисляване на спестяванията при намаляване на налягането на изхода на компресора.
Т7. Потенциал за спестявания в пневматичните системи при подготовката на въздух.	• Изследване на влиянието на запушен филтър.
Т8. Потенциал за спестявания в пневматичните системи при разпределението и доставката на въздух.	• Изчисляване пад на налягане в магистрала; • Изчисляване пад на налягане в захранваща линия;

Т9. Потенциал за спестявания в пневматичните системи при консуматорите.	• Изследване влиянието на входното налягане върху консумацията на сгъстен въздух; • Измерване на пад на налягане при различни схеми на опроводяване без изпълнителни механизми; • Изследване на възможностите за енергоспестяване при обдухващи приложения; • Изчисляване консумацията на пневматичен възел с повече от един актуатор; • Регулиране на скоростта и налягането при обратния ход на двойнодействащ двустранен цилиндър посредством комбинирани енергоспестяващи регулатори за налягане и дебит.
Т10. Енергийна ефективност във вакуумни системи	• Енергийна оптимизация на вакуумни системи
Т11. Мониторинг и оптимизация	

Препоръчителна литература:

- [1].Harris P., O'Donnell G.E., Whelan T. (2012) Energy Efficiency in Pneumatic Production Systems: State of the Art and Future Directions. In: Dornfeld D., Linke B. (eds) Leveraging Technology for a Sustainable World. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29069-5_62
- [2].Modelon. Modeling of Pneumatic Systems (Tutorial for the Pneumatics Library), 2010
- [3].Shi, Y., Cai, M., Xu, W. et al. Methods to Evaluate and Measure Power of Pneumatic System and Their Applications. Chin. J. Mech. Eng. 32, 42 (2019). <https://doi.org/10.1186/s10033-019-0354-6>

4.7. Курс 7 – Работа с ЦПУ машини

Продължителност на курса (дни): 3 - 4

Учебни часове: 24 (8 теория + 16 практика)

Обща информация за курса:

Целта на курса е да обучи хора с техническо образование да програмират и управляват машини с цифрово-програмно управление (ЦПУ), по-специално стругове и фрези. В курса се разглеждат машини, управляващи устройства, координатни системи, детайли, материали, инструменти и други важни компоненти на гъвкавите и адаптивните технологични системи. В учебната програма е включено ръчно и разговорно програмиране на машини с ЦПУ. Обучаемите ще бъдат запознати със САМ софтуер за симулация и работа.

Всяка тема има теоретична и практическа част. В теоретичната част се въвеждат и обясняват важни понятия, а в практическата част обучаемите решават различни проблеми, като прилагат на практика придобитите знания.

Резултати от обучението:

След завършване на курса обучаемите ще имат знания и умения за:

- принципите на работа и съставните части на машините с ЦПУ;
- планиране и създаване на програмен код (т.нар. G-код) за управление на машини с ЦПУ;
- прилагане на технологични процедури за механична обработка чрез използване на съответните функционалности на управляващото устройство;
- определяне на експлоатационните/производствените параметри на технологичния процес за механична обработка;
- използване на симулатори за създаване на прототипи на код (в случай на приложим симулатор);
- извършване на реинженеринг на съществуващия G-код;
- координатна система на машините и важните точки;
- извършване на калибриране на инструменти и на измервания;
- съществуващите САМ софтуер пакети;
- създаване на програма за производство на части на стругове и фрези.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

персонален компютър, САМ софтуер за симулация (за демонстрация), ЦПУ симулатор на код, MS Office (Word, Excel, Power Point)

Тема	Проблем за решаване
T1 – Машини с ЦПУ: въведение и принципи на работа - Въведение в машините с ЦПУ - Разлики между класическите машини и машините с ЦПУ - Класификация на системите с ЦПУ - Съставни части на машините с ЦПУ - Преглед на устройствата за цифрово управление - Структури от данни и въвеждане на данни	• Създаване на програма с G-код за обработка на детайла на CNC струг
T2 - Управление на машини с ЦПУ - Въведение в управлението с ЦПУ - Структура и компоненти на устройството за управление с ЦПУ - Технически характеристики на устройството за управление с ЦПУ - Функционални характеристики на устройството за управление с ЦПУ - Въвеждане на програма - Откриване на грешки в програмата - Оптимизиране на програмата - DNC системи - Адаптивно управление - Гъвкави технологични системи	
T3 - Методи за програмиране на системи с ЦПУ	

- Ръчно програмиране - Разговорно програмиране - Програмиране на САМ системи	
Т4 – Безопасност на труда - Лично поведение - Работно облекло - Общи правила за безопасност - Практики за безопасност при работа с машини с ЦПУ	
Т5 - Технологична подготовка за механична обработка с ЦПУ - Технологична подготовка за производство - Координатни системи и нулеви точки - Характерни особености на системата за механична обработка - Оразмеряване на детайли - Развитие на технологичния процес - Разработване на производствен план - Разработване на план за закрепване - Определяне на набора от инструменти - Определяне на параметрите на рязане - Проектиране на траекторията на движение на инструмента и симулация - Демонстрация на създаването на технологичен процес за струг и фреза - примери.	
Т6 -Структура и синтаксис на G-кода - Структура и синтаксис на програмата - Основни функции G и M - Други приложими функции	

- Демонстрация на кода за струг и фреза - примери.	
T7 – Калибриране на инструменти и оптимизиране на траекторията на движение - Кorigиране и настройки на инструменти - Определяне на траекторията на движение на инструментите	
T8 – Въведение в САМ софтуер - Демонстрация на различни САМ софтуери - САМ софтуер за симулация за генериране на G-код.	
T9 - Управление и изпълнение на програмата (пример за обучение на струговане)	
T10 - Управление и изпълнение на програмата (пример за обучение по фрезование)	
T11 - Самостоятелна работа под наблюдение и контрол	

Препоръчителна литература:

- [1] Alan Overby, CNC Machining Handbook: Building, Programming, and Implementation Paperback, 2010, [Link](#)
- [2] Lorenzo Rausa, CNC 50 Hour Programming Course: (Second Edition / January 2018), [Link](#)

4.8. Курс 8 – Работа с автоматизирани производствени системи

Продължителност на курса (дни): 3-4

Учебни часове: 24 (10 теория + 14 практика)

Обща информация за курса:

Целта на курса е да запознае обучаемите с основни понятия и проблеми в областта на автоматизацията на производствени процеси и производствени системи; функциониране и експлоатация на автоматизирани производствени системи; използване на гъвкави средства за автоматизация и интеграция на технологични процеси, както и компютърни системи САХ, подпомагащи технологичната подготовка на производството; представяне на съвременни тенденции и насоки за развитие по отношение на автоматизацията на производствени системи.

Резултати от обучението:

След завършване на курса обучаемите ще имат знания за:

- основни понятия в областта на автоматизацията на производствени процеси и производствени системи;
- функционирането и експлоатацията на автоматизирани производствени системи, използващи средства за гъвкава автоматизация и интегриране на технологични процеси;
- средства и компютърни инструменти, подпомагащи технологичната подготовка на производството;
- тенденциите в развитието на автоматизацията на производствените системи.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

CAD софтуер – Inventor; CAM софтуер – Edgcam; CAPP софтуер – Preactor APS

Тема	Проблем за решаване
T1. Металорежещи машини с цифрово управление.	

T2. Програмиране на производство на детайл в автоматичен режим.	- Програмиране на CNC фреза с помощта на G91 за инкрементално програмиране. - CAD софтуер.
T3. Примери за технологични процеси, поддържани от САМ системи.	
T4. Съвременни САМ системи.	
T5. Структура на програми за производство на детайли с CNC машини.	
T6. Програмиране на CNC машини - допълнителни функции.	
T7. Обобщение	

Препоръчителна литература:

- [1] Karkalos, N. E., Markopoulos, A. P., & Davim, J. P. (2019). *Computational Methods for Application in Industry 4.0*. Springer International Publishing.
- [2] Rawat, D. B., Brecher, C., Song, H., & Jeschke, S. (2017). *Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems*. Springer.
- [3] Gunal, Murat M. (Ed.) (2019). *Simulation for Industry 4.0 Past, Present, and Future Series*: Springer Series in Advanced Manufacturing.
- [4] Selected articles from the journals:

- *Journal of Manufacturing Systems, e.g.*

Deja, M., & Siemiatkowski, M. S. (2018). Machining process sequencing and machine assignment in generative feature-based CAPP for mill-turn parts. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 49-62.

- *Journal of Intelligent Manufacturing, e.g.*

Deja, M., & Siemiatkowski, M. S. (2013). Feature-based generation of machining process plans for optimised parts manufacture. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 24(4), 831-846.

ЧАСТ 2

ИНЖЕНЕРИ

1. УВОД

Учебният план е разработен в рамките на проект **allCUTE**, програма Еразъм+. Целта му е да подобри техническите и преносимите умения на инженерите, работещи в сектора на машиностроенето и мехатрониката. Високите изисквания на работодателите за повишаване на квалификацията са породени от необходимостта за посрещане на предизвикателствата на индустрия 4.0.

Учебният план се базира на резултатите от проучване, проведено сред 161 компании в горепосочените сектори в следните европейски региони:

- Габрово, България
- Пловдив, България
- Източна Македония и Тракия, Гърция
- Поморско воеводство, Полша
- Ниш, Сърбия

След анализиране на резултатите от проучването работодатели в съответните сектори определиха за приоритетни 6 курса за инженери, които са залегнали в този учебен план:

- Основни схеми в автоматизирани пневматични системи
- Енергийна ефективност в пневматичните системи
- Хидравлика, пропорционална хидравлика
- Електрически задвижвания, комплексни електрически задвижвания
- Автоматизирани производствени системи
- Гарантиране на качество, контрол на качество и тестване

2. МЕТОДИ НА ОБУЧЕНИЕ

Учебният план се базира на метода на смесеното обучение, което се характеризира с ефективно прилагане на ИКТ. Електронното обучение се основава на образователни ресурси със свободен достъп - самостоятелно изучаване както на теорията, за да могат обучаемите да се подготвят предварително за традиционните си занятия в класната стая, така и на практиката, за да могат обучаемите да се подготвят по-добре за професията си чрез учене чрез практика в реална индустриална среда.

Традиционното обучение в класната стая се базира на активни техники за учене (ориентирани към обучаемия), като например обърната класна стая, пъзел, проблемно- и проектно-базирано обучение, помисли и сподели по двойки и др., при които обучаемите могат сами да определят пътя си на учене под ръководството на учителя в областта на ПОО. Като се запознават с учебния материал предварително, обучаемите имат възможност да го обсъждат след това в класната стая и решават проблеми въз основа на вече наученото. По този начин те подобряват своето критично, аналитично и творческо мислене, мотивация, умения за комуникация, решаване на проблеми, цифрови умения и др. Освен това те си помагат и се обучават взаимно. Учителят в областта на ПОО е по-скоро модератор, отколкото инструктор, а обучаемите участват активно в учебния процес, вместо да бъдат пасивни наблюдатели.

Предложеният метод на обучение отразява най-съвременните техники на преподаване в световен мащаб, както може да се види на фигура 1 по-долу.



Фигура 1: Пирамида на ученето

3. МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНИКИ НА ОЦЕНЯВАНЕ

Като се вземат предвид продължителността на курса както и вида и обхвата на знанията и уменията, които трябва да се придобият, методологията за оценяване се основава на 3 техники за оценяване:

- Рефлексия чрез използване на „едноминутна самооценка“

В края на учебните занятия през деня обучаемите отговарят на въпроси, зададени от учителя (едноминутна самооценка), които ги подтиква да осмислят наученото през деня.

От една страна, чрез прилагането на тази техника за оценяване учителят получава полезна обратна връзка за това как напредва всеки обучаем и с какви трудности се сблъсква, а от друга - обучаемите развиват уменията си да обмислят, анализират и сами да оценяват своето представяне.

- Наблюдение чрез използване на „чек лист за цялостното представяне“

В края на учебните занятия през деня или на курса учителят попълва чек лист за оценяване на представянето и постигнатите резултати, който съдържа конкретни критерии и позволява на учителя да събере информация и да направи преценка за това какво обучаемият знае и може да прави във връзка с поставените учебни цели и постигнати резултати. Освен това той предлага систематичен начин за събиране на данни за конкретни поведения, знания и умения.

- Малък проект

След приключване на курса обучаемите трябва да разработят по двойки малък проект под формата на PowerPoint презентация. Работейки върху малък проект, обучаемите имат възможност да покажат до каква степен са подобрили своите технически познания, да развият преносими умения, като работа в екип, комуникация, решаване на проблеми, критично мислене и др. Не на последно място те могат да повишат и своята цифрова компетентност.

Ако малкият проект не е подходящ, тогава като алтернатива могат да се използват тестове за оценяване на знанията и уменията на обучаемите.

4. ОПИСАНИЕ НА КУРСОВЕТЕ

4.1. Курс 1 – Основни схеми в автоматичните пневматични системи

Продължителност на курса (дни): 4 - 5

Учебни часове: 30 (15 теория + 15 практика)

Обща информация за курса:

Курсът е предназначен за персонал за поддръжка на автоматизирани системи, като осигурява умения и знания, необходими за изпълнение на задачи свързани пневматични и електро-пневматични системи. Курсът подобрява и надгражда познанията за пневматични и електро-пневматични системи, придобити от основно ниво. В курса се прилага практически подход. Обучението се основава на стандартни за индустрията компоненти, широко използвани в промишлените системи.

Резултати от обучението:

След приключване на курса обучаемите ще имат знания и умения за:

- изчисляване на основни параметри в етапите на производство на стъстен въздух, включително местни станции и манипулатори;
- инсталиране, монтаж, настройка и поддържане на сензори в пневматичните системи;
- разработване на основни схеми за контрол на последователности на движение на манипулатори;
- използване и настройка на широк набор от периферни устройства, като таймери, броячи, програмируеми релета и т.н.;
- използване на програмируеми контролери при синтез на пневматични схеми за управление;
- използване на чертежи на пневматични схеми и систематизиране на процеса за откриване на неизправности;
- извършване на ремонти на пневматични системи;
- използване и настройка на непрекъснати пневматични задвижвания и регулатори с непрекъснат изход.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Софтуер за начертаване на схеми. Софтуер за програмиране на програмируем контролер.

Тема	Проблем за решаване
T1. Основни стъпки за изчисляване и избор на оборудване за подготовка на въздуха.	Избор на компресор въз основа на стойностите на капацитета и налягането.
T2. Основни стъпки за изграждане на захранващи системи за сгъстен въздух.	
T3. Проектиране на цялостни пневматични системи за управление.	Изчислете необходимата електропроводимост в системата.
T4. Проектиране на пневматични и електропневматични схеми за управление на асемблиращи модули.	
T5. Проектиране на пневматични и електропневматични вериги за управление с таймери.	Управление на електро-пневматична система.
T6. Проектиране на пневматични и електропневматични схеми за управление с броячи.	Разработване на основни схеми за управление на последователности с броячи (пневматични и електронни).
T7. Проектиране на електропневматични схеми за управление с многофункционални програмируеми релета за налягане.	
T8. Проектиране на пневматични и електропневматични схеми за управление с логически елементи.	

T9. Проектиране електропневматични схеми за управление с устройства за вакуум.	
T10. Проектиране на пневматични схеми на база PLC.	• Управление на нивото на резервоара на базата на PLC.
T11. Пневматични изпълнителни механизми. Позиционери. Принцип на работа, параметри и приложения.	
T12. Електронни регулатори за налягане. Принцип на работа, параметри и приложения.	

Препоръчителна литература:

1. [Parambath J.](#), Pneumatic Systems and Circuits - Advanced Level (Pneumatic Book Series), 2020
2. Parr A., Hydraulics and Pneumatics , 3rd Edition, Butterworth-Heinemann, 2011
3. [Sivaraman I.](#), Pneumatics and Pneumatic Circuits, [Dr. Ilango Sivaraman](#), 2015
4. Turner I, Engineering Applications of Pneumatics and Hydraulics, Routledge, 2020

4.2. Курс 2 – Енергийна ефективност в пневматичните системи

Продължителност на курса (дни): 4-5

Учебни часове: 25 (10 теория + 15 практика)

Обща информация за курса:

В този курс се разглеждат теми, свързани с подобряване на енергийната ефективност на пневматичните системи, тъй като намаляването на потреблението на енергия е приоритет в почти всяко производствено предприятие и промишлен обект.

В рамките на курса се разработват начини за подобряване на енергийната ефективност на пневматичните системи чрез използване на методи, които варират от по-добри инженерни решения на етап проектиране до настройки и поддръжка на съществуващите системи, като например компоненти за коригиране на размера в пневматични изпълнителни механизми, сензори и компоненти за управление, влияние на утечките, оптимизиране на налягането.

Резултати от обучението:

След приключване на курса обучаемите ще могат да:

- измерват консумацията на въздух при различни пневматични приложения и работата на електропневматична система;
- разбират и оценяват връзката между потреблението и разходите за енергийни източници на пневматична система по време на работа, подобряване на ефективността на системата за сгъстен въздух;
- прилагат мерки за ефективност при подготовката и разпределението на сгъстен въздух;
- прилагат мерки за ефективност при потреблението на сгъстен въздух;
- отстраняват неизправностите, довели до загуба на енергия;
- прилагат мерки за ефективност при пневматични вериги, машини и компоненти;
- избират ефективни компоненти за различни приложения.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Персонален компютър, PneuCalc софтуер за симулация (за демонстрация) или Automation Studio 5.5 софтуер за проектиране, обучение, поддръжка и отстраняване на неизправности на хидравлични и пневматични системи, MS Office (Word, Excel, Power Point)

Тема	Проблем за решаване
T1 1.1 Намаляване на спада на налягането в разпределителната система 1.2 Избягвана на неподходящо използване на сгъстен въздух.	• Изчисляване на силата на цилиндъра в пневматична система. • Изчисляване на работата и енергията на пневматична система.
T2. Изключване на захранването по време на престой на пневматичните системи.	
T3. Включване на производители на оригинално оборудване в проектирането на по-енергийно ефективни машини и системи със сгъстен въздух.	
T4. Добавяне на сензори към машини и процеси с високо налягане и консумация.	
T5 5.1 Намаляване на утечките. 5.2 Намаляване на утечките във въздушната система.	
T6. Оптимизиране на системите за сгъстен въздух.	
T7. Включване при необходимост на системи за пестене на въздух.	
T8. Пестенето на енергия започва от върховете на организацията и се разпростира върху всички екипи.	

Препоръчителна литература:

1. <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-the-Energy-Efficiency-of-a-Pneumatic-Yang-Tadano/900fdb305237bd818a244b9060a136d381be3434>
2. <https://www.semanticscholar.org/paper/Air-recovery-assessment-on-high-pressure-pneumatic-Trujillo-Gamez-Montero/9983842d395f396ce577cc8c2779e78753887421>
3. <https://www.semanticscholar.org/paper/Cost-effectiveness-of-restoring-energy-in-execution-Blagojevic-Seslija/ba33382d0d71757134dac756dd4773414c626f8f>
4. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Efficiency-Index-for-Analysing-and-Minimizing-Parkkinen-Zenger/42c4b2064b84ff66e95a257943c76d44366a761d>
5. <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-saving-measures-on-pneumatic-drive-systems-Hepke-Weber/1b672cf1b4ce068f5541c389f3482fb37b6dfcc4>
6. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402030671X>
7. <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-efficiency-of-high-pressure-pneumatic-Trujillo/b0218db6e2ee138ae75e49a329bd577e63159c16>
8. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2016/0354-98361600022S.pdf>
9. https://swsu.ru/sbornik-statey/pdf/InTech-Increasing_the_energy_efficiency_in_compressed_air_systems.pdf

4.3. Курс 3- Хидравлика, пропорционална хидравлика

Продължителност на курса (дни): 3 - 4

Учебни часове: 24 (10 теория + 14 практика)

Обща информация за курса:

Курсът покрива теми от въведение в силовата хидравлика до усъвършенствано управление на изпълнителни механизми с помощта на пропорционална и сервотехника.

Представят се характеристиките на помпи, хидравлични двигатели, изпълнителни механизми и елементи за управление, както и принципите на техния избор за хидравлични системи.

Курсът включва също така анализ и принцип на действие както на прости, така и на по-сложни (пропорционални и серво) хидравлични системи.

Резултати от обучението:

След приключване на курса обучаемите ще могат да:

- анализират, диагностицират и обясняват принципа на действие на хидравлична система;
- избират елементи за хидравлична система;
- проектират прости хидравлични системи.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Препоръчва се учебните занятия да се провеждат в лаборатория по хидравлика.

Тема	Проблем за решаване
T1. Електромагнити.	• Избор на пропорционален разпределителен вентил. • Изчисляване на дебита в пропорционален вентил.
T2. Пропорционални вентили.	
T3. Характеристики на пропорционалните разпределителни вентили.	
T4. Електронни системи за управление на пропорционални вентили.	

T5. Избор на пропорционален разпределителен вентил - пример.	
---	--

Препоръчителна литература:

- [1] Yeaple F.: Fluid power design handbook. Macel Dekker INC. 1984.
- [2] Hydraulic Trainer Volume 1. Basic principles and components.
- [3] Hydraulic Trainer Volume 2. Proportional and Servo Valve Technology.
- [4] Cundiff J.: Fluid Power Circuits and Controls. CRC Press 2002.
- [5] Akers A., Gassman M., Smith R.: Hydraulic Power System Analysis. CRC Press 2006.
- [6] Parr A.: Hydraulics and Pneumatics. Elsevier 1999.
- [7] Dindorf R.: Napędy Płynowe. Podstawy teoretyczne i metody obliczania napędów hydrostatycznych i pneumatycznych. Kielce University of Technology Publishing House. Kielce 2009.
- [8] Doddannavar R., Barnard A.: Hydraulic Systems. Operation and troubleshooting for Engineers & Technicians. Elsevier 2005.

4.4. Курс 4 – Електрически задвижвания, комплексни електрически задвижвания

Продължителност на курса (дни): 3 - 4

Учебни часове: 24 (10 теория + 14 практика)

Обща информация за курса:

През последните 30 години въвеждането на силова електроника за задвижвания с двигатели доведе до нови възможности за проектиране. Засилената интеграция на тези задвижвания и машини предизвика квантов скок в производителността, ефективността и производителността на системи. Този курс с практическа насоченост предоставя задълбочено въведение в тази бързо развиваща се област под ръководството на експерти от индустрията.

Учебни резултати:

След приключване на курса обучаемите ще разполагат с:

- познания за общите принципи на конструиране на електрическите машини и задвижвания;
- обща информация за конструкцията, работата и моделирането на генератори или моторни агрегати с променлива скорост;
- общи познания за симулация, моделиране и разработване на електрически задвижвания.

Тема	Проблем за решаване
T1. Кратък преглед на съвременните електрически задвижвания.	• Характеристики за установен режим на работа на постояннотоков двигател. • Предавателна функция постояннотоков двигател.
T2. Електромеханични системи.	
T3. Индукционна машина.	
T4. Безчеткови машини с постоянен магнит.	
T5. Двигател за постоянен ток (DC).	

Препоръчителна литература:

- [1] Gieras J.: Advancements in electric machines. Springer Netherlands, 2008
- [2] Bishop Robert H. (Editor): The Mechatronics Handbook. CRC Press, 2002.
- [3] Krause P.C. : Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, Wiley-IEEE Press, 2013
- [4] Gerling D.: Electrical Machines. Mathematical Fundamentals of Machine Topologies, 2015
- [5] Karnopp D. C., Margolis D. L., Rosenberg R. C.: System dynamics, modeling and simulation of mechatronic systems. John Wiley Inc, 2000.
- [6] Lyshevski S. E., Nano- and micro-electromechanical systems: Fundamental of micro- and nano-engineering. CRC Press, 2000.

4.5. Курс 5 – Автоматизирани производствени системи

Продължителност на курса (дни): 3 - 4

Учебни часове: 24 (8 теория + 16 практика)

Обща информация за курса:

Целта на този курс е да обучи хора с инженерно и техническо образование да проектират и анализират автоматизирани производствени системи. В рамките на курса се разглеждат сензори, изпълнителни механизми, автоматична идентификация на данни, Булева алгебра, общи и усъвършенствани системи за управление и програмируеми логически контролери. Също така са включени логика на стълбата, списък с инструкции и за програмиране на функционални блокове. Всяка тема включва теоретична и практическа част. В теоретичната част се въвеждат и обясняват важни понятия, а в практическата част обучаемите прилагат придобитите знания като решават различни проблеми.

Резултати от обучението:

След приключване на курса обучаемите ще разполагат с познания за :

- принципите на работа на сензори и изпълнителните механизми;
- важни цифрови, алфа-цифрови кодове и техники за автоматична идентификация на данни;
- проектиране и прилагане на логически функции, логически схеми и техники за минимизиране;
- анализ и проектиране на системи за управление и усъвършенствани системи за управление;
- архитектура и структура на програмируеми логически контролери (PLC);
- PLC комуникация и мрежа;
- програмиране на PLC чрез логика на стълбата, програмиране на списък с инструкции и функционални блокове;
- съществуващите софтуерни пакети за PLC.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Персонален компютър, софтуер за симулация на PLC (за демонстрация), MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

Тема	Проблем за решаване
T1. Сензори - Класификация на сензорите и методи за измерване на неелектрически величини. - Влакнесто-оптични сензори.	• Проектиране на минималната логическа функция на пневматичен елеватор с четири цилиндъра.
T2. Изпълнителни механизми - Пиезо изпълнителни механизми - Микромеханични изпълнителни механизми (микромеханични превключватели, светлинни модулатори и елементи за оптични дисплеи, микромеханични клапани и помпи, елементи за микропозициониране, микромотори).	
T3. Числа и данни - Въведение в основите на система за представяне на числа, кодове и кодиране. - Кодове и кодиране: BCD код, Aiken код, ASCII код. - Автоматична идентификация на данните: баркод, RFID.	
T4. Проектиране на Булева алгебра - Въведение в Булевата алгебра. - Основни логически функции. - Логически схеми. - Минимизиране на булеви функции. - Алгоритъм на Куин-МакКласки. - Карти на Карно.	
T5. Анализ и проектиране на системи за управление	

- Представяне на системата чрез трансферна функция, пространство на състоянията и блоксхема. - Контролируемост и наблюдаемост. - Реакция на системата във времевата и честотната област. - Методи за анализ на стабилността на системите за управление. - Проектиране на системи за управление.	
Т6. Усъвършенствани системи за управление - Нелинейни системи за управление. - Цифрови системи за управление. - Оптимални системи за управление. - Предсказващо управление на модел. - Размито моделиране и управление. - Управление на плъзгащ режим. - Техники за машинно обучение.	
Т7. Програмируеми логически контролери (PLC) - Програмируеми логически контролери – въведение; Работа с PLC. - Структура на хардуера на PLC. - PLC комуникация и мрежа. - Инсталиране и окабеляване на PLC. - Програмиране на PLC.	

Препоръчителна литература:

- [1] Ogata, K., Modern control engineering. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 1997.
- [2] Siddique Nazmul, Hojjat Adeli, Computational intelligence: synergies of fuzzy logic, neural networks and evolutionary computing. John Wiley & Sons, 2013.
- [3] William Bolton, Programmable Logic Controllers, Sixth Edition (6th. ed.). Newnes, USA, 2015.

4.6. Курс 6- Гарантиране на качество, контрол на качество и тестване

Продължителност на курса (дни): 3 - 4

Учебни часове: 24 (8 теория + 16 практика)

Обща информация за курса:

Това е тридневен курс, в който обучаемите се запознават с основите на инженерния опит, осигуряването на качеството, контрола на качеството и тестването. Също така се обръща специално внимание на теорията за планиране и анализ на производствени експерименти и на анализ на появата на грешки и тяхното влияние. Целта на този курс е да представи значението и мястото на: понятие, процес, метод и примери за качество на продукта (QA/QC), статистически контрол на процесите (SPC), планиране на експеримента (DOE) и анализ на появата на грешки и тяхното влияние (FMEA).

За тази цел се разглеждат теоретичните основи на контрола на качеството, както и се дават определения на термини, свързани с планиране на експеримента (DOE), като независими (входни) и зависими (изходни) променливи, фактори, шум, нива, матрица на проектиране, грешка и др. Теоретичната част предоставя преглед и анализ на основните параметри и условия за осъществяване на обработка на материалите чрез метода на FMEA, възможност за определяне на тегловните фактори за степен на тежест и честота на грешката, както и развива умения за откриване на грешки. Обучаемите имат възможност да анализират различни казуси както на хартия така и на компютър.

Резултати от обучението:

След приключване на курса обучаемите ще разполагат с умения и познания:

- в сферата на стандартизацията, системите за качество при обработка на материали и овладяване на практически проблеми, свързани с качеството;
- необходими за управление на качеството, които ще доведат до подобряване на качеството на продуктите/услугите, намаляване на разходите и увеличаване на печалбите;
- за значението на управление на качеството в организациите;
- за ключовите понятия в областта на DOE, стратегията за експериментиране и основните принципи;

- да определят кога и защо да прилагат DOE (цел на експеримента, подходящи фактори и отговори);
- да разработват математически модел за представяне на изследвания процес/система;
- да интерпретират резултатите от планирани експерименти;
- да трансферират знания и технически опит чрез метода на FMEA;
- да идентифицират и количествено определят някои основни грешки в процеса на металообработване.

Необходими ресурси (напр. оборудване, материали, инструменти, софтуер и др.):

Персонален компютър, MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

Тема	Проблем за решаване
T1 - Въведение в контрола на качеството (QC) и осигуряване на качеството (QA). - Концепция за качество на продукта. - История на осигуряване на качеството и стандартизация.	
T2 – Концепция за контрол на качеството в производството. - Какво представлява контролът на качеството? - Ползи от използването на контрола на качеството в производството. - Качество на измерването и неопределеност на измерването.	
T3 - Контрол на статистическия процес (SPC). - Основни статистически методи в инженерната/индустриалната практика. - Статистически основи и методи за подобряване на качеството. - Статистически анализ на проби.	

T4 - Въведение в производствените експерименти. - Цели на планиране на експеримента DOE. - Общ модел на процеса/системата. - Типични приложения на планирането на експеримента. - Стратегии за провеждане на производствени експерименти.	• Изчисляване на деформационната сила и деформационната работа на процеса на щанцоване и заготовка с анализ на оптимални решения и FMEA анализ.
T5 - Указания за планиране на производствени експерименти. - Основни принципи на планиране на експеримента DOE. - Основни стъпки при планирането, провеждането и анализа на производствени експерименти. - Преглед на факторите и характеристиките на процеса. - Терминология, свързана с планиране на експеримента DOE.	
T6 – Факторен дизайн - Проектиране на експерименталната матрица. - Оценка и анализ на основните ефекти и ефектите на взаимодействие. - Разработване на математически модел и неговата статистическа оценка.	
T7 - Анализ на казуси - моделиране и анализ на производствен процес/система - работни примери	

T8 - Самостоятелна работа под наблюдение и контрол.	
T9 - Въведение в метода на FMEA, определяне на тегловни фактори и разпознаване на нивото на риск.	
T10 – Формоване на листов метал. - FMEA - анализ на процеса на щанцоване и изрязване на заготовка и генерирано ниво на номер на приоритет на риска (RPN) за грешки при идентифициране. - FMEA - анализ на процеса на огъване и генерирано ниво на RPN за грешки при идентифициране.	
T11 - Самостоятелна работа под наблюдение и контрол.	
T12 - Формоване на метал в насипно състояние - FMEA - анализ на процеса на горещо коване и генерирано ниво на номер на приоритет на риска (RPN) за грешки при идентифициране. - FMEA - анализ на процеса на екструзия на кухи елементи при висока температура и генерирано ниво на номер на приоритет на риска (RPN) за грешки при идентифициране.	

Препоръчителна литература:

- [1] Quality Assurance and Quality Control Guidelines FTA-IT-90-5001-02.1 - Federal Transit Administration | PDF Free Download
- [2] Amitava Mitra, (2008). Fundamentals of Quality Control and Improvement, John Wiley & Sons

- [3] Neyestani, B. (2017). Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations
- [4] Muhammad Hashim, (2013). Quality control, Quality assurance, systems and application.
- [5] E. A. Cudney, S. L. Furterer, (2012). Design for Six Sigma in Product and Service Development, Applications and Case Studies, Taylor & Francis Group
- [6] Z. Marciniak, J.L. Duncan, S.J. Hu, (2002). Mechanics of Sheet Metal Forming, Butterworth-Heinemann.
- [7] Montgomery, D., (2013). Design and analysis of experiments, John Wiley & Sons.
- [8] Antony, J. (2014). Design of experiments for engineers and scientists. Elsevier

ПРИЛОЖЕНИЯ

ФОРМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ 1

Едноминутна самооценка за наученото през деня

Дата:

Курс:

Име:

Каква беше темата днес?

Какво знаех вече за тази тема?

Какво ми хареса?

Какво не ми хареса?

Какво ново научих днес?

Какво не разбрах?

Върху какво искам да работя още?

За какво искам да получа допълнителна информация?

Как оценявам работата си днес?

☐ много добра ☐ добра ☐ задоволителна ☐ незадоволителна

ФОРМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ 2

Чеклист за цялостно представяне							
Име:			Курс:				
Категории за оценяване			Скала за оценяване				
5 – най-висока / 1 – най-ниска			5	4	3	2	1
Възпроизвеждане и организиране на знания							
може да прилага разглеждания учебен материал в позната учебна ситуация							
може да прилага стари знания в позната учебна ситуация							
Трансфериране на знания, креативност, решаване на проблеми							
прилага придобитите знания в непознати учебни ситуации							
предлага нови идеи, разпознава нови проблеми и намира алтернативни решения							
Самостоятелна работа							
справя се със задачите без чужда помощ и съвети							
поставя си сам цели							
Мотивация за учене							
стреми се да изведе задачите докрай							
не се обезкуражава, ако не успява да реши проблема веднага							
Способност за общуване, взаимодействие и сътрудничество							
работи с желание в екип							
приема помощ от останалите членове на екипа							
готов е да помага на другите членове на екипа							
Дигитални умения							
работи свободно с MicroSoft Office или други приложения, ако е необходимо							
може да търси и намира лесно информация в онлайн пространството							

Дата:

Обучител:

ФОРМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ 3

Оценяване на проект и презентация		
Име:		
Тема:		
Курс:		
Членове на екипа:		
	Максимум точки	Достигнати точки
Презентация 60%		
1. Структура (напр. начало, край, преход)	2	
2. Разбираемост и коректност на езика	1	
3. Баланс между текст и графични изображения	1	
4. Задълбочено и научно вярно съдържание	4	
5. Презентиране на информацията	4	
Проект 40%		
6. Оформление (структура, идеи, графики)	3	
7. Източници на информация	1	
8. Задълбочено и научно вярно съдържание	4	
Общ брой точки	20	
Коментар:		

Оценка:

Дата:

Подпис:

(обучител)