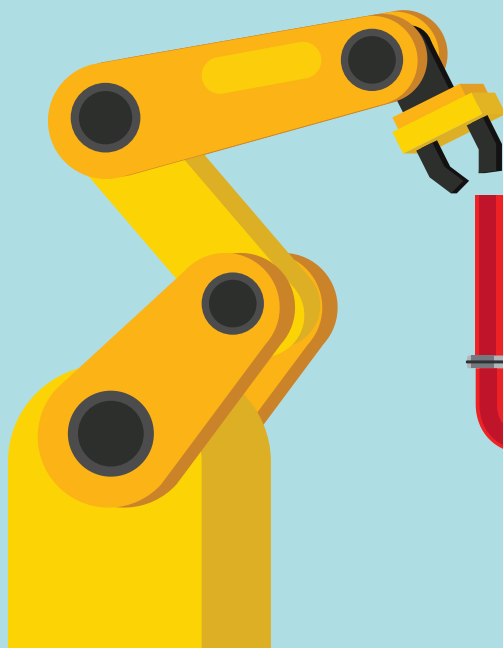


MECHMATE

Strategic Partnership in the field of Mechatronics for innovative and smart growth of European manufacturing SMEs

METOODIKA, ÕPPEKAVA JA KASUTUSJUHISED

2016-1-PL01-KA202-026350



www.mechmate.eu



Strateegiline partnerlus mehhatroonika valdkonnas Euroopa väikeste ja keskmise suurusega tootmisettevõtete innovatiivseks ja nutikaks kasvuks (MechMate)

MECHMATE'I METOODIKA

PARTNERID

AUTOMAATIKA JA MÕÖTMISE TÖÖSTUSLIK INSTITUUT (PIAP)

GABROVO TEHNIKAÜLIKOO (TUGAB)

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO (TALTECH)

KREETA TEHNIKAÜLIKOO (TUC)

EUROOPA KVALITEEDIKESKUS (ECQ)

ISBN 978-9949-01-118-6
ISBN 978-9949-01-119-3 (pdf)

Eessõna

Sarnaselt kõigile teistele MechMate'i projekti toodetele arendatakse dokumenti eelneva dokumentaalse teoreetilisele uuringu ja fookusrühmadega tehtud töö alusel, mis viidi läbi MechMate'i sihtrühmadega Poolas, Bulgaarias, Eestis ja Kreekas. Metoodika ja muud intellektuaalsed väljundid, mida MechMate'i väljaõppe sisaldab, on mõeldud projekti mehhatroonika ja kõrgtehnoloogia valdkonna sihtrühma väljaõppe vajaduste väljendusena ja vastusena neile ning selleks, et õpetada vajalikke oskuseid ja pädevusi, et tõhusalt rakendada ja kasutada mehhatroonikal põhinevaid tehnoloogiaid igapäevases töös.

MechMate'i metoodika peaesmärk on pakkuda kõikide partnerite aktiivses osaluses loodud üksikasjalikku didaktilist metoodikat. Dokument kirjeldab MechMate'i metoodikat, mis on hoolikalt välja töötatud väikeste ja keskmise suurusega mehhatroonika ettevõtete juhtide ja töötajate ning üliõpilaste ja õppejõudude koolituskursuse tarbeks. Toode on projekti põhitoode ning pakub sisendit arengu ja integratsiooni platvormile. Metoodikas kombineeritakse uued õppemeetodid, kaasa arvatud klassikaline ja e-õppe.

Dokument on jagatud järgmisteks peatükkideks:

- „Sissejuhatus e-õppe meetodisse“ – pakub üldteavet e-õppe kohta ning kirjeldab meetodi peamisi omadusi ja eeliseid võrreldes traditsiooniliste klassiruumis toimivate õpetamismeetoditega;
- „E-õppe meetodid“ – selgitab õppimise peamisi valdkondi või kategooriaid, mida võib e-õppe meetoditega arendada, samuti e-õppe peamisi tüüpe;
- „E-õppe sisu kujundamine“ – sisaldab informatsiooni, kuidas teha ülesandeanalüüsi, et luua e-õpe, mis teenib konkreetseid ametialaseid vajadusi. Selgitatakse Bloomi taksonoomiat ja kuidas seda kasutatakse MechMate'i õppemeetodi arendamiseks ning seost õppetaksonoomia ja MechMate'i õppeplatvormi vahel;
- „Õpperessursside vorm“ – lühike peatükk, milles kirjeldatakse õpperessursside tüüpe ja millist sorti teadmisi need aitavad omandada;
- „Õppimise meetod“ – kirjeldab e-õpet õpilase määratud tempos;
- „Täppisajastatud õppimine“ – määratleb kiirteadmisi ja selle allikaid;
- „Koostööpõhine e-õpe“ – pakub üldteavet ühise internetiõppe vahendite kohta;
- „E-õppe kursuse kvaliteedi hindamine“ – peatükis on selgitatud nõudmisi, mis peavad olema täidetud õppekursuse kõrge kvaliteedi tagamiseks;
- „MechMate'i e-õppe platvorm (Coursevo)“ – peatükis räägitakse e-õppe tehnilisest lahendusest, mida MechMate'i kursuse jaoks kasutatakse. Samuti kirjeldatakse Coursevo teenuseid ja kursuse haldamist ning Coursevo peomadusi, mis tagavad multimeedia tõhusa kasutuse;
- „MechMate'i kursuste struktuur Coursevos“ – peatükis räägitakse Coursevo kursustena rakendatud MechMate'i moodulite organiseerimisest ja struktuurist.



Sisukord

Eessõna.....	3
Jooniste nimekiri	6
Tabelite nimekiri.....	6
Sissejuhatus.....	7
1 Sissejuhatus e-õppe meetodisse.....	8
2 E-õppe meetodid.....	10
3 E-õppe sisu kujundamine	12
4 Õpperessursside vorm	20
5 Õppimise meetod.....	20
6 Täppisajastatud õppimine.....	20
7 Koostööpõhine e-õpe.....	21
8 E-õppe kursuse kvaliteedi hindamine	21
9 MechMate'i e-õppe platvorm (Coursevo)	22
9.1 Coursevo teenused ja kursuse haldamine	23
9.2 Coursevo eriomadused multimeedia tõhusaks kasutuseks.....	24
10 MechMate'i kursuste struktuur Coursevos	26
11 Viited	28

JONISTE NIMEKIRI

Joonis 3.1 Operatsioonilise õppimise arhitektuur (erinevad omadused õppimise kontekstis (Bloomi taksonoomia)).....	14
Joonis 3.2 IT infrastruktuur inimestele, kes töötavad ja õpivad väikestes ja keskmise suurusega ettevõtetes.....	15
Joonis 3.3 Õppimise taksonoomia ja MechMate'i e-õppe platvorm.....	16
Joonis 3.4 Realiseerimise kvaliteedi telje arhitektuur	17
Joonis 3.5 Realiseerimise arhitektuuri dimensioonide visualiseerimine (geomeetrilise kujutamise)	18
Joonis 3.6 Mehhatroonilise süsteemi organisatsioonilise arhitektuuri dimensioonid (3D kartesiaanlik ruum; X, Y, Z dimensioonid).....	18
Joonis 3.7 Kontseptsiooni kõrgema dimensiooniga sisu geomeetriline kujutamine ja visualiseerimine.....	19
Joonis 9.1 MechMate'i e-õppe platvorm (avaleht).....	23
Joonis 10.1 MechMate'i kursuse avaleht Coursevos.	26
Joonis 10.2 MechMate'i kursuste struktuur Coursevos.....	27

TABELITE NIMEKIRI

Ei leia illustratsiooniloendi kirjeid.

SISSEJUHATUS

Juhendi eesmärk on pakkuda üksikasjalikke juhiseid e-õppe kursuse kujundamiseks ja arendamiseks koolitajatele ja õppeprogrammi loojatele, kes valmistavad ette MechMate'i projekti e-õppe mooduleid (kursuseid, õppeaineid).

Samuti selgitatakse e-õppe arendamisega seotud protsesside ja ressursside põhilisi kontseptsioone, mis võivad huvitada isikliku arengu ja suutlikkuse suurendamisega tegelevaid juhte (väikestes ja keskmise suurusega ettevõtetes).

Juhendis sisalduv teave tugineb konsolideeritud õppematerjalide kujundamise mudelitele ja õppimisteooriatele.

Juhend keskendub formaalsele õppimisele, täpsemalt struktureeritud moodulitele, mille eesmärk on aidata täiskasvanud õppijal saavutada tööga seotud koolituseesmärke. MechMate'i õppekavad sisaldavad kümmet mehhatroonika e-õppe moodulit.

Õppekava iga e-õppe moodul moodustab iseseisva õppeüksuse. E-õppe moodulid on saadaval koolitusmaterjalidena. Iga moodul, olles ühtlasi MechMate'i e-õppe platvormi (Coursevo) kursus (õppeaine), on jagatud õppetundideks. Iga õppetunni juurde kuulub esitlus, mitu allikat edasiseks õppeks (kaasa arvatud materjalid edasijõudnutele, näiteks videod ja animatsioonid), enesehindamise vahend, mis koosneb valikvastustega küsimustest õpilase teema valdamise taseme hindamiseks, ning ülesannetest, et rakendada saadud teoreetilisi teadmisi praktiliselt.

E-õpet defineeritakse erinevalt olenevalt vaatenurgast ning dokumendis määratletakse e-õpe järgmiselt: arvuti ja interneti kasutamine mahuka informatsiooni viimiseks inimesteni lahenduste vormis (rakendused, mehhatroonilised protsessid, ülesanded, komponendid) õppimise ja reaalse tööalase soorituse parandamise võimaldamiseks.

Täiskasvanud õpilaste omadused:

- nad peavad teadma õppimise kasutegureid (miks on vaja mõnda teemat õppida);
- neile peab meeldima kogemuste kaudu õppimine (protsessi mõistmine ei nõua liiga palju tähelepanu, nii et keskenduda saab pigem tegelikule koolituse sisule);
- nad peavad suhtuma õppimisse kui probleemi lahendamisse (struktuuriga sisu (juhised) aitab algajatel saada ülevaate tehtavast ning võimaldab edasijõudnutel vahele jätta üksikud etapid, kui nad on juba tegevusega tuttavad);
- nad õpivad paremini, kui näevad materjali sisu otsest väärtust ja reaalseid rakendusvõimalusi (teenida rohkem raha või suurendada eksponentsiaalselt rahavoogu);
- nad eelistavad õppida neile vastuvõetaval ajal ning sobivas kohas ja tempos;
- nad eelistavad tagasiside vahendina materjali lõpus olevaid kontrollnimekirju.

1 SISSEJUHATUS E-ÕPPE MEETODISSE

Kutsehariduskeskused kaaluvad e-õppe lisamist õppekavva mitmete Euroopa Liidu riikide üha sagedasemate palvete pärast korraldada koolitusi ja ümberõpet. Kõigepealt sooviksid nad teada, kas e-õpe on üldse sobiv variant väikestele ja keskmistele ettevõtetele ning tootmisettevõtetele, kus töötab enamik täiskasvanuid, ja kas see saab tagada traditsioonilisele õppega võrdse tõhususe.

Paljud väikesed ja keskmised ettevõtte kasutavad e-õpet, sest see võib olla madalamate kulude juures sama tõhus kui traditsiooniline õpe [2].

E-õppe arendamine on tavaliselt kulukam kui klassiõppe materjali koostamine ja koolitajate väljaõpe, eriti kui kasutatakse kaasaegset multimeediat (näiteks YouTube'i videoid) või väga interaktiivseid (pilvepõhiseid) meetodeid. Samas on e-õppe (kaasa arvatud internetiserverite ja tehnilise toe) kulud palju madalamad kui tavalise klassiõppe puhul koolitaja ajakulu ning õpilaste kooliõppes osalemiseks tehtud reisikulud ja kaotatud tööaja tulu.

E-õpe jõuab kergesti palju laiemale sihtrühmani, kui kaasata õpilasi, kellel on raske osaleda tavapärasel klassipõhises õppes järgmistel põhjustel:

- nad on geograafiliselt hajutatud ja reisimiseks on aeg ja/või ressursid piiratud;
- neil on töö või perekondlikud kohustused, mis ei võimalda osaleda kursustel kindla ajakava järgi konkreetsetel kuupäevadel;
- neil on raskusi reaajas suhtlemisega (näiteks võõrkeelsed õpilased teistest EL-i riikidest).

E-õppe omadused:

- õpilane määrab õppimise tempo, mis annab talle võimaluse kiirendada või aeglustada protsessi vajaduse järgi;
- õpilane juhib ise õppimist ning tal võimaldatakse valida sisu ja vahendeid, mis sobivad isiklike huvide, vajaduse ja oskuste taseme eripäraga;
- e-õpe võimaldab erinevaid õppimisstiile, kuna kasutatakse erinevaid õpetamis-meetodeid, mis on mõeldud erisugustele õpilastele – teatud õpilaste puhul on see tõhusam;
- e-õpe on kujundatud õpilast silmas pidades;
- geograafilisi piire pole, mis avab haridusvõimalused laiemale hulgale;
- ööpäevaringne juurdepääs muudab ajakava tegemise lihtsaks ja võimaldab rohke-matel inimestel kursusel osaleda. Nõudlusepõhine juurdepääs tähendab, et õppida saab just siis, kui vaja;
- reisiaeg ja -kulud on väiksemad või puuduvad;
- soodustab õpilaste omavahelist suhtlemist ja koostööd;
- parandab arvuti- ja internetioskuseid;

- tugineb sadade aastate vanustele pedagoogilistele põhimõtetele.

E-õppe kursused on kindlasti suure jälje jätnud. Ettevõtted, koolid ja organisatsioonid on leidnud, et tegemist on kulutõhusa vahendiga, mille abil muuta õppimisprotsess interaktiivsemaks, huvitavamaks ja lõbusamaks. Lugematu hulk raporteid, küsitlusi ja uurimusi on näidanud, et e-õppe valdkond kasvab kiiremini kui kunagi varem. Tegelikult pöörduvad üha suurem arv üksikisikuid, korporatsioone ja institutsioone e-õppe poole, sest on näinud e-õppe eeliseid.

2 E-ÖPPE MEETODID

E-õpe saab pakkuda tõhusaid õpetamismeetodeid, näiteks harjutamist ja selle tagasisidet, koostööd nõudvate tegevuste kombineerimist individuaalses tempos õppimisega, õppevormide isikustamist õpilase vajaduste järgi ning selliste simulatsioonide ja mängude kasutamist, kus saab rakendada ka tehnilise protsessi näiteid. Lisaks saavad võimalikud õpilased sama kvaliteediga väljaõppe, sest ei sõltuta konkreetse koolitaja olemasolust.

E-õppe kursuse eesmärk võib olla erinevate oskuste arendamine. Neid nimetatakse ka õppimise valdkondadeks või kategooriateks. Üldiselt jagatakse oskused kolmeks:

- kognitiivsed oskused, vaimsed oskused, mis võivad hõlmata teadmisi ja arusaamist (näiteks uue informatsiooni ja uute teaduslike kontseptsioonide mõistmist), juhiste järgimist (protseduurilisi oskuseid) ning tuntud meetodite rakendamist probleemide lahendamiseks uues olukorras (mõtlemist või vaimseid oskuseid). Enamik e-õppe kursuseid luuakse kognitiivsete oskuste arendamiseks. Kognitiivne valdkond on e-õppeks kõige sobivam. Kognitiivses valdkonnas võib mõtlemisoskus eeldada interaktiivsemat e-õppe tegevust, sest selliseid oskuseid omandatakse paremini tegutsemise teel;
- suhtlemisoskused, tunnete ja emotsioonide suurenemine (näiteks aktiivseks kuulamiseks, esitlemiseks, läbirääkimisteks, empaatiaks, meele hoiakuks, huvitatuks jms vajalikud oskused);
- psühhomotoorsed oskused, muu hulgas füüsilised aistingud ja liigutused (näiteks reaalse füüsilise toote valmistamine). Selliste oskuste arendamine nõuab harjutamist ning seda mõõdetakse kiiruse, täpsuse, distantsi, protseduuride või teostuse tehnikate abil. Seega ulatuvad psühhomotoorsed oskused käelistest oskustest, näiteks masina pesemisest, keerukamate ülesanneteni, näiteks keerulise mehhatroonilise masina kasutamiseni.

Õppimiskäitumise taksonoomiat võib pidada õppimisprotsessi eesmärkideks. Siin kasutatud mõisted on natuke keerulisemad igapäevaelus kasutatavatest.

E-õppe kõige kulutõhusam rakendus võib täiendada traditsioonilist õpet, et jõuda võimalikult paljude õpilasteni (see võimaldab koolituste tõhusat turustamist). Tavapärane ülikooli või kutsekooli õppekursus võib hõlmata viiteid olemasolevatele e-õppe kursuse materjalidele, mis asuvad pilvepõhistes internetiserverites. Tuntud ontoloogiate ja ontoloogiapõhiste rekonfiguratsioonitegurite kasutamine intelligentsetes mehhatroonilistes süsteemides võib aidata mõista uusi kontseptsioone. E-õpe on hea variant väikeste ja keskmiste ettevõtete töötajatele, kui:

- on olemas piisav hulk struktureeritud informatsiooni (ontoloogial põhinevat sisu, stabiilne (kokkulepitud nimetustega) sisu teostumise ülesehitus ehk teiste sõnadega operatsiooniline arhitektuur), mida viia suure arvu õpilasteni;
- õpilased tulevad väga erinevatest kohtadest (näiteks erinevatest piirkondadest või riikidest);

- õpilastel on igapäevaseks õppimiseks vähe aega;
- õpilastelt nõutakse teema kohta homogeensete taustateadmiste omandamist;
- õpilased on kõrgelt motiveeritud õppima ja hindavad, kui saavad seda enda tempos teha;
- pakutav e-kursus või teema vastab pigem pikaajalistele kui lühiajalistele koolitusvajadustele.

Kaasaegsele e-õppele on kaks üldist lähenemist:

- õpilase määratud tempos;
- hallatud/koolitaja määratud tempos.

Õpilase määratud tempos õppimise puhul on õpilased omapead ja täiesti sõltumatud. Individuaalses tempost õppijatele pakutakse e-õppe kursust (mida nimetatakse veebipõhiseks koolituseks (VPK)), mida saab täiendada interneti lisaressursside ja enese hindamisega. Kursust majutatakse tavaliselt internetiserveris ning õpilased pääsevad selle juurde interneti õppeplatvormi kaudu. Õpilastel lastakse õppida omal kiirusel ning otsustada isiklike õpingute üle oma vajaduste ja huvide järgi. E-õppe pakkujad ei pea määrama ajakava ega haldama ja jälgima õpilasi, kui nad oma õpinguid lineaarselt läbivad.

Koolitaja juhitud ja hallatud e-õppe mudeli puhul luuakse lineaarne õppekava. See lõimib mitut sisuelementi (teadmisi, informatsiooni) ja tegevust ühte kronoloogilisse kursusesse või õppekavasse. Kursuse ajakava määratakse tavaliselt interneti õppeplatvormi kaudu ja seda juhivad koolitaja. Individuaalse e-õppe sisu võib ühendada instruktoriga pakutud loengutega, individuaalse hindamise, ülesannete ja teiste õpilastega koostööd nõudvate tegevustega. Õpilased, haldajad ja koolitajad võivad kasutada suhtlusvahendeid, näiteks e-posti, foorumeid, vestlusrakendusi, küsitlusi, tahvleid ja rakenduste jagamist ning audiovisuaalseid rühmakõnesid, et kõigiga suhelda ja üheskoos töötada.

E-õppe meetodid kombineerivad erinevat tüüpi e-õppe komponente (funktsioone), kaasa arvatud e-repeterimist, e-juhendamist, e-mentorlust, õppimist koostöö kaudu ja virtuaalset klassiruumi.

Viimasena sooritatakse tavaliselt õpitulemuste hindamiseks harjutus või hindamisülesanne.

Virtuaalne klassiruum on õpetamismeetod, mis sarnaneb kõige rohkem traditsioonilisele õpetamisele füüsilises klassiruumis ning seda juhivad täielikult koolitaja. Selline meetod eeldab sobivat tehnoloogiat. See peab olema kättesaadav nii õpilastele kui ka kursuse korraldajatele (näiteks virtuaalklassiruumi tarkvara ja väga hea internetiühendus). Ka reaalsuse võimendamise vahendid (näiteks liitreaalsuse tööriistad) võivad toetada virtuaalset klassiruumi. Mõnikord kasutatakse tõelist laboratooriumi varustust. Mõnel juhul rendivad (broneerivad) e-õppe tudengid lühikeseks ajaks laboratooriumi varustuse.

3 E-ÕPPE SISU KUJUNDAMINE

Õppe sisu kujundatakse väikeste ja keskmiste ettevõtete töötajate seatud õpieesmärkide alusel. Igapäevase töökonteksti (-ülesannete) analüüs on eeldus konkreetsete õpieesmärkide seadmisele ja mehhatronika internetikursuse õppekava koostamisele. Ülesannete sisuline analüüs on tõenäoliselt kõige olulisem samm õppekava loomise protsessis. Kui õppekava looja ei kasuta täpseid ja olulisi materjale, siis pole parimate õpetamismeetodite ja informatsiooni edastamise vahendite leidmisel suurt tähtsust.

Ülesannete analüüsi kasutatakse peamiselt konkreetsete tööga või suhtlusoskustega seotud kursuste loomiseks. Ülesande analüüsil on neli peamist etappi:

- 1. samm.** Tehakse kindlaks ja kirjeldatakse ülesandeid, kusjuures igale ülesandele määratakse õpieesmärkide saavutamiseks õppetunnid, mida õpilane peaks läbima, või oskused, mida peaks parandama.
- 2. samm.** Ülesanded jagatakse kaheks:
 - a. protseduurilised (st ülesanded, mida täidetakse järjestikuste sammudena (protsessina) või algoritmi kohaste funktsionaalsete sammude läbimisega);
 - b. põhimõtetele tuginevad (st ülesanded, mis eeldavad, et erinevates olukordades ja muutuvates tingimustes (näiteks toote komponentide tootmise organiseerimine) langetatakse loovaid otsuseid).
- 3. samm.** Iga ülesanne jagatakse loogiliselt üheks või mitmeks tööks. Tulevikus jagatakse iga töö vajaduse korral väiksemateks sammudeks või tegevusteks (protseduuriliste ülesannete puhul) või juhisteks, mida tuleks järgida tööd tehes (põhimõtetele tuginevate ülesannete puhul).
- 4. samm.** Tehakse kindlaks teadmised ja oskused, mida on vaja sammude parimaks läbimiseks või juhiste järgimiseks.

Viiakse läbi temaatiline analüüs, et teha kindlaks ja klassifitseerida koolitusmooduli sisu. Temaatiline analüüs sobib MechMate'i moodulitele, mida tavaliselt luuakse informatsiooni edastamiseks või üldisemate hariduseesmärkide saavutamiseks (neid nimetatakse ka informatsioonimooduliteks).

Segameetodil õpe kombineerib erinevaid õpetamiskeskondi (näiteks tehnoloogia, tegevused ja üritused), et luua konkreetsele sihtrühmale optimaalne õppeprogramm. „Segameetod“ tähendab, et traditsioonilisele juhendaja juhitud õppele lisaks kasutatakse elektroonilisi formaate. Õppe segameetodi kaks peamist mudelit on:

1. Programmivoo mudel: õppetegevus organiseeritakse lineaarses, järjestikkuses reastuses ja õpilastel on erinevate ülesannete täitmiseks tähtajad. See sarnaneb traditsioonilise õppega, kuid osad tegevused sooritatakse internetis. Programmivoo mudel sobib paremini mõõdetavatele tulemustele ja hindamisele (kaasa arvatud hilisem sertifitseerimine), sest võimaldab õpilaste arengut formaalselt jälgida. Programme võib kujundada järgmiste meetodite abil:

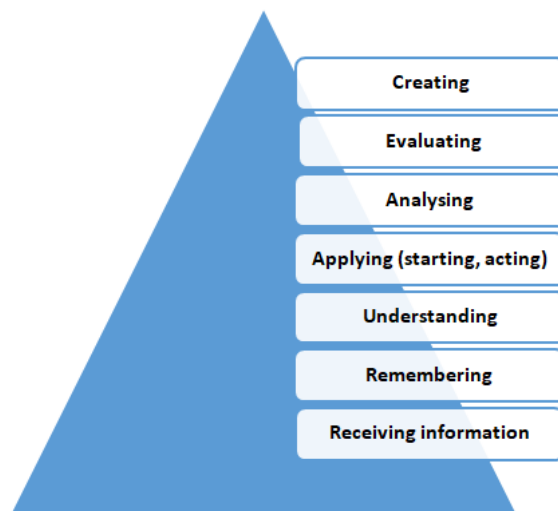
internetis võib korraldada koolituse-eelse ürituse, et tuua erineva teadmiste ja oskuste tasemega õpilased samale tasemele enne füüsiliselt koolis kokku saamist. Internetiüritus võib olla ülesanne. Õppejõud võib vaadata iga õpilase klassieelse ülesande tulemused üle ja kohandada programmi (õppekava protsessi) füüsiliselt toimuvale loengule, kus keskendutakse teadmistes ja oskustes olevatele lünkadele. Sellisel lähenemisel on mitu eelist traditsioonilise füüsilise klassiruumi ees, sest sunnib õpilasi ette valmistuma, kui nad loengusse või seminari tulevad. Sedasi on võimalik kujundada õpperühmale palju tõhusamad tegevused, mida saab seejärel kohandada osalejate vajadustele või huvidele ja sedasi vähendada klassiruumis veedetud aega ja selle kaudu kulusid. Internetiüritusi võib kasutada ka segameetodit kasutava programmi lõpetamiseks.

Teise meetodi järgi alustatakse füüsilises klassiruumis toimuva tuumiküritusega, millele järgnevad iseseisvad kogemused internetis, näiteks internetiressursside või e-mentorluse teenuste kasutamine õpitu pidevaks kinnistamiseks. Sellist meetodit võib kasutada õpilaste kogukondade või isiklikel huvipakkuvatel edasijõudnute teemadel edasise arutelu loomiseks.

2. Rummu ja kodarate mudel: korraldatakse suurem (keskne) kursus (internetis või füüsilises klassiruumis) ja pakutakse lisamaterjale, et kinnistada põhikursusel õpitut. Materjalid on valikulised ja neid programmi ei lisata.

E-kursuse pakkuja määrab eelnevalt kursuse struktuuri ja õppekava ning selle sisu teostumise kirjeldamiseks veel ka operatsioonilise õppimise arhitektuuri raamistiku (näiteks Bloomi taksonoomiaga), mis seejärel integreeritakse õppemetoodikasse [3]. Bloomi taksonoomiat kirjeldatakse joonisel Joonis 3.1.

See sisaldab konkreetsete faktide, protseduurimustrite ja kontseptsioonide teadmist või ära tundmist, mida on vaja intellektuaalsete võimete ja oskuste arendamiseks. Bloomi õppimise taksonoomia eristab selgelt erinevaid õppimisprotsessi omadusi (võime, kvaliteete). Bloomi taksonoomia edendab kõrgemat mõtlemistasandit hariduses, näiteks analüüsi ja hindamise põhimõtteid, tehniliste protsesside põhiliste kontseptsioonide mäletamist ja mõistmist, (mehhatroonilisi) ülesandeid ja tööprotseduure. Kognitiivne õppevaldkond peaks hõlmama **metakognitiivset** [4]. Metakognitiivne dimensioon – tunnetuslikkuse tundmine üldiselt ning teadlikkus enda üldteadmistest (tarkusest) ja selle tundmine. Uus õpilane võib kasutada kognitiivseid dimensioone, mis on eelnevalt konkreetsete valdkondade puhul määratletud.



Joonis 3.1 Operatsioonilise õppimise arhitektuur (erinevad omadused õppimise kontekstis (Bloomi taksonoomia)).

Ülevalt alla: süntees, hindamine, analüüsimine, rakendamine (alustamine, tegutsemine), mõistmine, mäletamine, teadmiste vastuvõtmine.

Õppimise alguses peab õppiv subjekt suutma **teadmisi** vastu võtta. Informatsiooni on võimalik saada erinevatest allikatest, kaasa arvatud raamatutest ja internetist. Informatsioon on vastuvõetud andmed koos defineeritud tähendusega. Selleks kasutatakse metaandmeid või teisisõnu andmeid andmete kohta. Tavaliselt kasutatakse sõnastikke ja põhilisi kontseptsioone. Subjekt peab mõistma sõnu ja kasutatud keele süntaksit. Kasuks tuleb konkreetsele informatsioonile konteksti valimine.

Kognitiivses valdkonnas defineeritakse **mäletamist** kui varasemalt õpitud informatsiooni meelde tuletamist või taastamist.

Mõistmist kirjeldatakse kui juhiste ja probleemi tähenduse, tõlke, interpolatsiooni ja tõlgendamise mõistmist. Probleemi selgitatakse oma sõnadega.

Rakendamine (kõigepealt alustamine ja seejärel tegutsemine) on kontseptsiooni kasutamine uues (õppe-)olukorras või abstraktsiooni spontaanne kasutamine. Tegutsemine on tõeliste tulemuste saavutamiseks kohustuslik. Õpilane rakendab klassis või e-õppe keskkonnas õpitut uues olukorras oma töökohas.

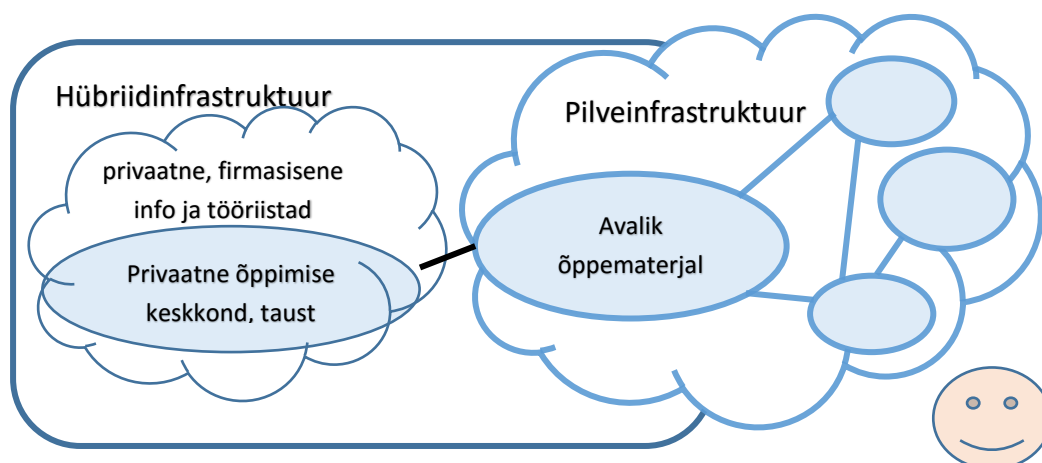
Analüüsimine eraldab mehhatroonilise süsteemi õppematerjali või kontseptsioonid mooduliteks, komponentideks ja elementideks, nii et on võimalik mõista selle organisatoorseid struktuuri. Eristatakse fakte ja tuletusi. Mehhatroonilist süsteemi võib ka eraldada erinevateks operatsioonilisteks tasanditeks (kasutades eelnevalt määratud funktsionaalset arhitektuuri või taksonoomiat), nii et on võimalik mõista selle keerulisi funktsioone.

Hindamise ajal otsustakse ideede või materjalide väärtuse üle. Hindamise tasandit (õppimise taksonoomia tasandit) kasutatakse kliendile kõige tõhusama lahenduse valimiseks või uue eelarve selgitamiseks ja õigustamiseks.

Sünteesi ajal luuakse süsteemistruktuur või -muster erinevatest elementidest, komponentidest ja moodulitest. Osad ühendatakse terviku moodustamiseks, et luua uut tähendust

või struktuuri. Näited: mehhatroonilise seadme (kui organiseeritud toote) dokumentatsiooni koostamine, operatsioonide või protsesside kirjeldamine töötajale juhendi abil, seadme kujundamine konkreetsete tehniliste ülesannete täitmiseks. Arendaja integreerib koolitusse probleemi lahendamiseks mitmest allikast pärineva informatsiooni. Tehnoloogilised protsessid vaadatakse üle, et suurendada tulemuse kasulikkust. Võtmesõnad: kategooriad, kombineerima, koostama, välja töötama, kujundama, selgitama, kokkuvõtet tegema, juhendit kirjutama.

Õppematerjali sisu edastamiseks kasutatakse erinevaid seadmeid (arvuteid, sülearvuteid, nutitelefone), meediaelemente, näiteks e-raamatuid, graafikat, audiot ja videot [5]. See peab pakkuma võimalikult suurt tuge õppimisele (selgituste, näidete, interaktiivsete võimaluste, tagasiside, sõnastike jms abil), et muuta õpilased iseseisvaks. Kaasaegne IT hübriidtaristu integreerib suletud (organisatsioonisiseseid) ja avatud (avalikke) pilvepõhised ressursid (Joonis 3.2).



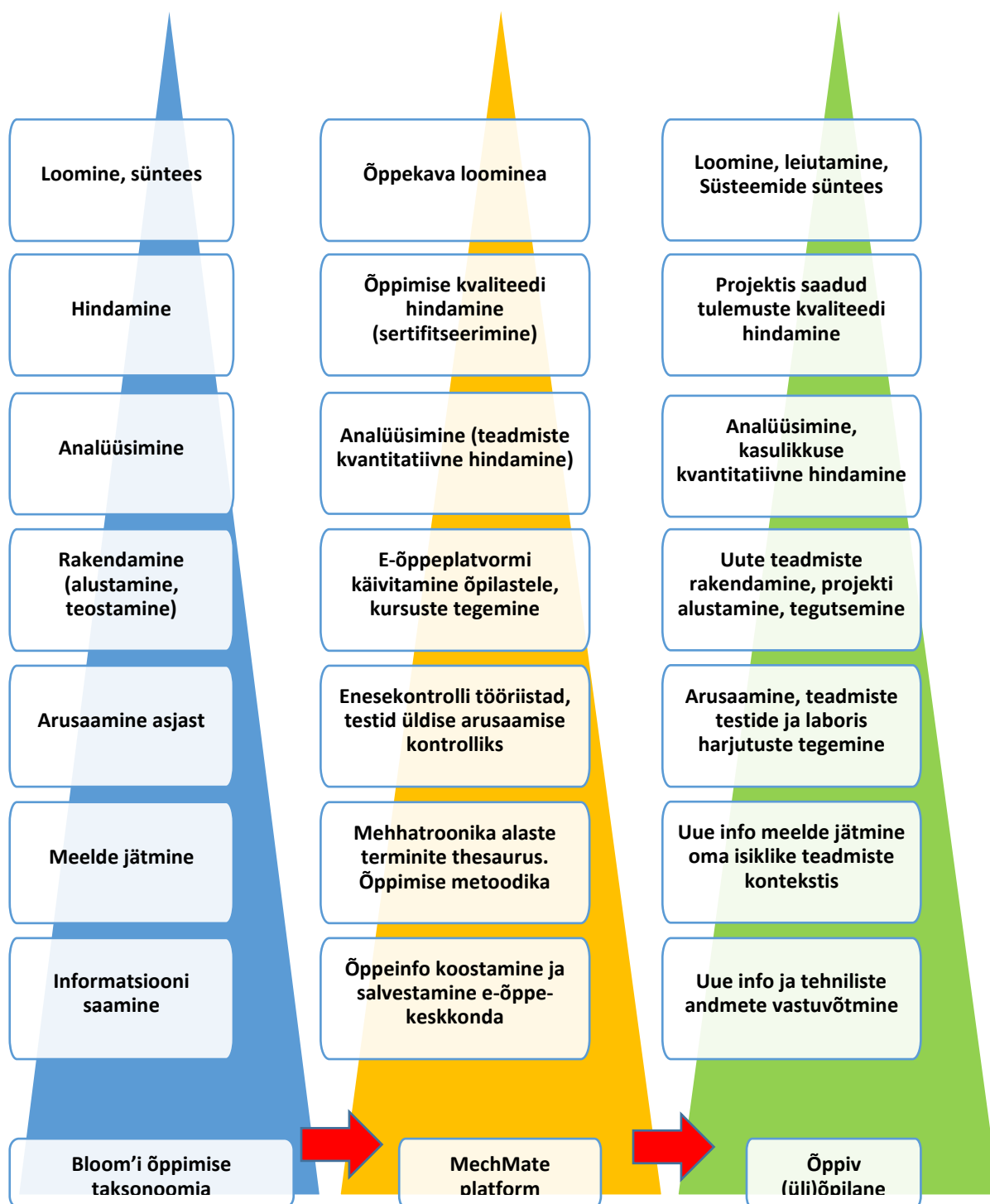
Joonis 3.2 IT infrastruktuur inimestele, kes töötavad ja õpivad väikestes ja keskmise suurusega ettevõtetes.

MechMate'i projekt kasutab e-õppe metoodika loomiseks Bloomi taksonoomiat.

Õppimise taksonoomiat ja MechMate'i õppimisplatvormi kujutatakse visuaalselt Joonis 3.3.

Praegune massilise mugandamise ajastu tootmisasutustes eeldab mehhatrooniliste tootmisüsteemide suuremat paindlikkust ja kiirust, et kohaneda muutustega tootmisnõuetes ja vastavates õppekeskkondades.

Mehhatroonika e-õppe sisu luuakse tavaliselt struktureeritud metodoloogilise vahendi või tarkvaraga. Tarkvara tuletab fakte tootmiskeskonnast ja ontoloogiliste teadmiste mudelist, mida nimetatakse mehhatroonilise süsteemi organiseerimiseks ja operatsioonilise arhitektuuri raamistikuks. Organiseerimine ja operatsioonilise arhitektuuri raamistik selgitavad erinevate (olemasolevate) kontseptsioonide vahelisi seoseid ja vähendavad kulusid praeguste re-konfigureerimise protsesside puhul, mida e-õppe sisu kujundajad rakendavad.

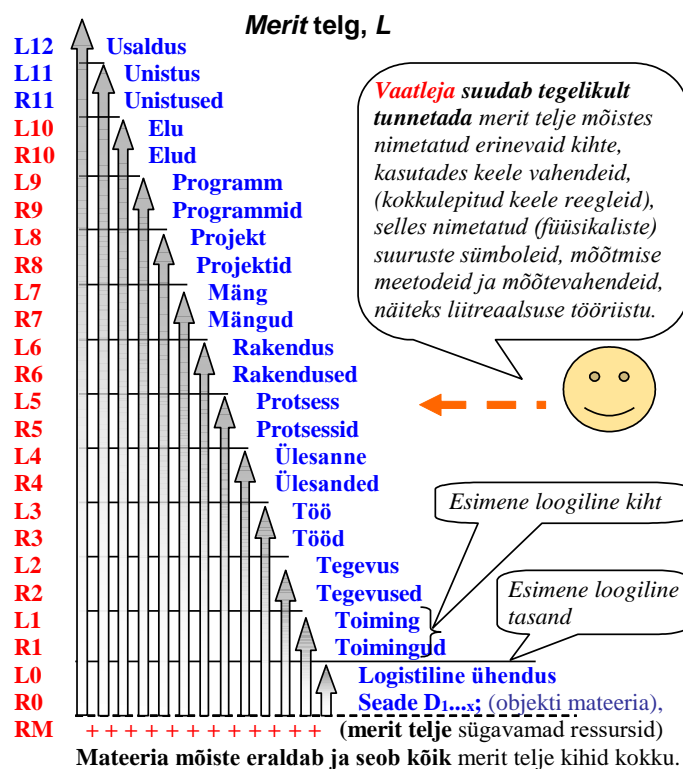


Joonis 3.3 Õppimise taksonoomia ja MechMate'i e-õppe platvorm.

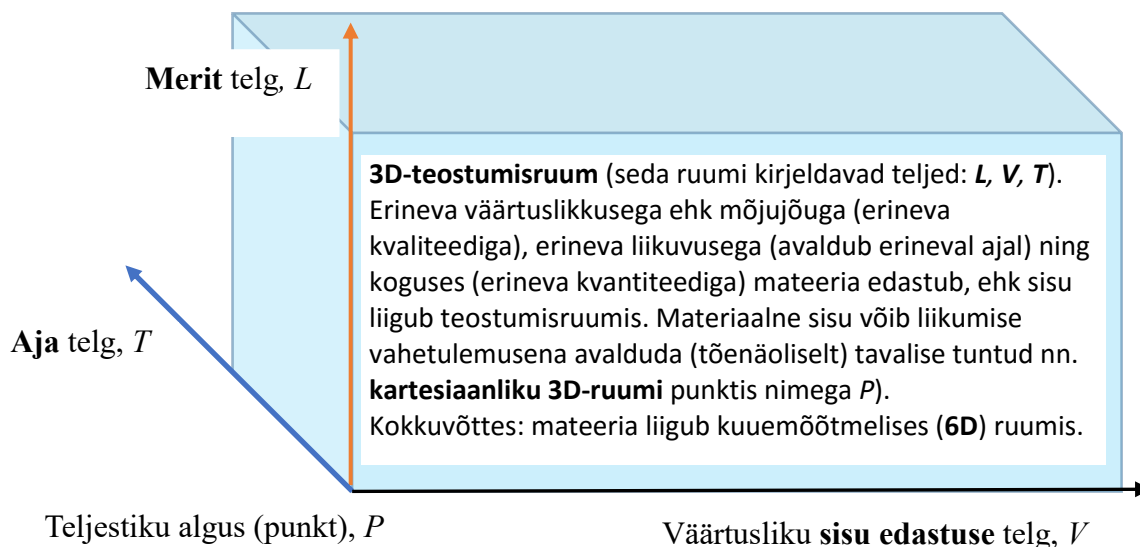
Kontseptuaalsed hierarhiad (ehk taksonoomiad) on palju sügavamad kui see, millega õppijate mõistus on kunagi varem kokku puutunud enne kaasaegsete asjade interneti ja neljanda tööstusrevolutsiooni kontseptsioonide tekkimist. Neljas tööstusrevolutsioon on üleilmne

liikumine, millel on suur mõju kaasaegsele automatiseerimisele tööstuses ja eriti mehhatroonikale.

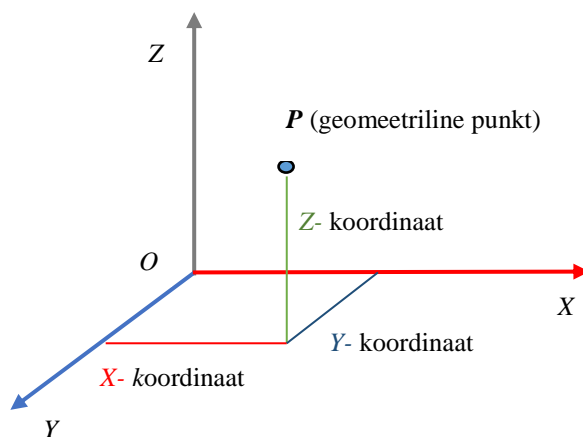
Tööstusliku mehhatroonilise süsteemi koostist ja teostumist (kasutamist) saab kirjeldada piisavalt hästi ühtesobivate dimensioonide komplektiga. Dimensioonid on väga kasulikud vahendid (leiutised) süsteemi kirjeldamiseks. Materiaalse süsteemi sisu *teostumise kvaliteedi* (väärtuslikkuse) ülesehituse kirjeldamiseks loodud dimensioon (konkreetselt nimetusega *Merit telg, L*) on kujutatud Joonis 3.4. Sisu teostumise erinevaid kvaliteete kirjeldatakse 12-kihilise taksonoomiaga [6]. Sisu teostumise ruumi dimensioonid *L, T* ja *V* (vt Joonis 3.5) ja hästi tuntud sisu koostise ruumi dimensioonid (kolmedimensioonilise kartesiaanliku ruumi dimensioonid, Joonis 3.6) üheskoos moodustavad uue kuudedimensioonilise ruumi raamistikku (6D-ruumi).



Joonis 3.4 Materia (sisu) teostumist kirjeldava kvaliteeditelje ülesehitus (arhitektuur).

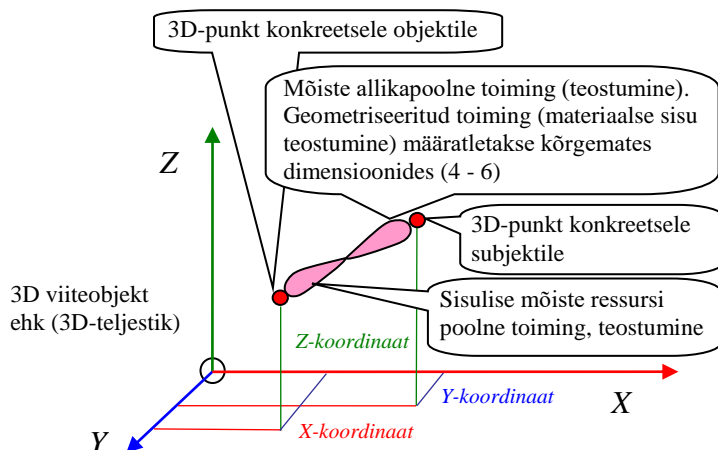


Joonis 3.5 Sisuteostumise (realiseerumise) ruumi dimensioonide visualiseerimine (geometriseerimine ehk geomeetiline kujutamine).



Joonis 3.6 Mehhatroonilise süsteemi koostise (organisatsioonilise) arhitektuuri dimensioonid (konkreetselt määratlevad kartesiaanliku 3D-ruumi X, Y, Z teljed ja ühte punkti selles ruumis nimega P (punkti asukoht on määratud X -, Y -, Z -koordinaatidega).

Materiaalne sisu määratletakse mõiste abil. Mõiste seob endas alati kolm põhikomponenti milleks on: materiaalse sisu (loogiline) nimi, sisuteostumise ajalised (logistilised) ühendused ning sisu väärtus (koguseline). Materiaalne sisu teostub (realiseeritakse, liigub) väljaspool kartesiaanliku 3D-ruumi punkte, täpsemalt nende vahel (6D-ruumis). Sisuteostumist kirjeldab ka mõiste nimetus ja teostumise aeg. Erineva väärtuslikkusega (kvaliteediga) sisu (koguse) liikumist (edastumist) kuuemõõtmelises ruumis kujutatakse (visualiseeritakse) Joonis 3.7. Stabiilselt seotud erineva väärtuslikkusega sisu (hulga) edastamist teostusruumis ning avaldumist (geomeetrilises ruumis) nimetatakse üldiselt **liikumiseks**.



Joonis 3.7 Kontseptsiooni kõrgema dimensiooniga sisu geomeetriline kujutamine ja visualiseerimine.

6D-ruum on uus vahend, mida MechMate'i projekt kasutab e-õppe kursuste arendamiseks. Sellist raamistikku võib näiteks kaudselt ette kujutada ka programmeeritava kontrolleri (PLC), näiteks Siemensi TIA Portali kasutajaliidese kujunduses. PLC-riistvara konfiguratsiooni (riistvara koostist) võib kirjeldada ja seda tundma õppida konkreetsetest tootmisülesannetest sõltumata, mistõttu teemat käsitletakse tavaliselt õpikus esimesena. Riistvara konfiguratsiooni (üldiselt **organiseerimise**) teema jagatakse omakorda erinevate kättesaadavate kontrollerite riistvara konfiguratsioonideks. Õpiku „PLC süsteemid“ järgnevas peatükis kirjeldatakse teostumist (juhtimise funktsioone ja funktsiooni plokkide), mida kasutatakse mehhatrooniliste protsesside programmeerimise ajal (või üldisemalt hiljem ka hajutatud rakenduse **realiseerimise** ajal). Konkreetsemalt võiks nimetada loendureid ja taimereid, samuti liikuva sisu mõõtmisel saadavaid analoogväärtusi ja nn. andmeplokke, mis võtavad selle teema kokku. Mõned e-õppe vahendid kasutavad üliõpilaste paktiliste oskuste arendamiseks veel tarkvaralisi simulatsioone ja reaalseid näidisprotsesse.

Kuuemõõtmelises ruumis toimuva sisulise liikumise visuaalseks kirjeldamiseks ja selles navigeerimiseks võib nüüdisajal kasutada uusi liitreaalsuse tööriitu, milleks sobivad näiteks hologramme esitavad prillid. Näiteks firma Microsoft HoloLens 2 Mixed reality prillid.

(Microsoft says the new and improved HoloLens 2 makes manipulating holograms feel like interacting with objects in the real world). Vaata lähemaks tutvumiseks videolõiku, mis avaldati 24. veebruar 2019:

<https://www.youtube.com/watch?v=e-n90xrVXh8>

4 ÕPPERESSURSSIDE VORM

E-õppe sisu võib hõlmata lihtsaid õpperessursse, interaktiivseid e-loenguid, elektroonilisi simulatsioone ja reaalseid abivahendeid töötamiseks.

Lihtsad õpperessursid on mitte-interaktiivsed ressursid, näiteks dokumendid, PowerPointi esitlused, video- ja audiofailid. Õppematerjalid on mitte-interaktiivsed selles mõttes, et õpilased võivad sisu ainult lugeda või vaadata ilma muude konkreetsete tegevusteta. Kui on selge, et need vastavad defineeritud õpieesmärkidele ja need on struktuuriliselt kujundatud kokkulepitud taksonoomia abil, siis võivad materjalid olla väärtuslikud õpperessursid, isegi kui mõnikord ei pakuta ega vajata interaktiivsust. Lihtsad õpperessursid sobivad paremini **pikaajaliste teadmiste** omandamiseks. Sellised põhjalikult struktureeritud ressursid annavad õpilasele teemast üldise ülevaate.

5 ÕPPIMISE MEETOD

Kõige tavalisem individuaalses tempos e-õppe vorm on internetiportaali põhinev koolitus, mis koosneb interaktiivsetest e-loengutest. E-loeng on lineaarne slaidide järjestus, mis võib sisaldada teksti, graafikat, animatsiooni, audiot, videot ja interaktiivseid elemente eelnevalt määratud küsimuste ja tagasiside näol. E-loengud võivad hõlmata soovitatud kirjanduse nimekirja ja soovitatud internetimaterjalide linke ning konkreetsete teemadega seotud lisainformatsiooni. Arvutisimulatsioon on ülimalt interaktiivne e-õppe vorm.

6 TÄPPISAJASTATUD ÕPPIMINE

Kõrgel tasemel abistavad töövahendid pakuvad õigeaegseid teadmisi. Sellised vahendid pakuvad praktilist informatsiooni nn kiirete teadmiste saamiseks. Need on väikestes ja keskmistes ettevõtetes töötavatele inimestele väga kasulikud. Tavaliselt pakuvad sellised materjalid koheseid vastuseid konkreetsetele küsimustele tehnoloogia kasutajaliidese ja kasutajasõbralike tootmismeetodite kohta, aidates kasutajatel tööülesandeid täita. Tehnilised sõnastikud jagavad teavet konteksti kohta. Näiteks on alla laetud rakendused ja spetsiaalsed kontrollnimekirjad mobiiltelefonis lihtsad abistavad töövahendid. Väikeste või keskmiste ettevõtete töötajatele võib luua keerulisi ekspertsüsteeme (näiteks detsentraliseeritud rakendusi), mis aitavad keerulistes olukordades otsustada.

7 KOOSTÖÖPÕHINE E-ÕPE

Koostööd nõudvad tegevused ulatuvad aruteludest ja teadmiste jagamisest ühise õppeprojekti kallal töötamiseni (ühine määratud rakendus). Erinevate erialade, kaasa arvatud mehhatroonika õpilased kasutavad sotsiaaltarkvara, näiteks vestlusrakendusi, arutelufoorumeid ja blogisid, et interneti kaudu ühiseid projekte ellu viia.

8 E-ÕPPE KURSUSE KVALITEEDI HINDAMINE

E-õppe kursuse kvaliteeti tõstab tavaliselt õpilasekeskne sisustruktuur. Selleks tuleb täita teatud eeldused:

- asjaomase e-õppe õppekava tuleks varem kindlaks määrata ning see peaks vastama õpilaste tööalastele vajadustele, rollidele ja ülesannetele;
- selleks tuleb pakkuda ametialaseid andmeid, teadmisi ja oskuseid (mida omandatakse praktiliste harjutuste käigus);
- e-õppe sisu tuleks jaotada lõikudeks, et soodustada uue informatsiooni omandamist ning võimaldada õppimiseks paindliku ajakava määramist;
- õpetamismeetodeid ja -tehnikaid tuleks kasutada loovalt huvitava ja motiveeriva õppimiskogemuse loomiseks;
- individuaalse õppimistempoga kursused peaksid olema kohandatavad õpilaste huvid ja tegelike vajadustega;
- õppimisprotsessi ajal tuleks kasutada professionaalset elektroonilist arendust, vahendeid või platvorme (näiteks mitmeplatvormilist tarkvara arendamise komplekti (SDK)), mis võimaldaksid omandatud oskuseid igapäevases töös laialdasemalt rakendada;
- informatsiooni edastamise kiiruse tõstmiseks ja täppisajastatud teenuste (näiteks video kaudu ostlemise) osutamiseks võib kaaluda teatmerakenduste komplektide, õppedokumentide interaktiivsete ülekatete (näiteks reaalususe võimendamiseks) ja interaktiivsete videote kasutamist.

9 MECHMATE'I E-ÖPPE PLATVORM (COURSEVO)

Viimaste aastate üleilmne majanduskonkurents kinnitab vajadust investeerida teadmiste arendamisse, et lisaks põhilistele oskustele tagada ka teaduse areng ja jätkusuutlikku tulevikku tagav kasv [1]. Selleks ei piisa traditsioonilisest haridusmudelist. Me peaksime siiski rõhutama, et traditsiooniline haridus, peamiselt organisatsiooni ja juhtimise nn tööstuslikule mudelile toetumine, oli iseenesest oluline innovatsioon, sest tõi kõigepealt lääne riikides ja siis terves maailmas hariduse massidesse. Selline mudel on valitsenud palju aastaid, luues jätkusuutliku haridusmudeli ning tagades kolmandale sektorile pideva inimeste juurdevoolu. Arvutite tuleku ja tehnoloogiliste võimaluste avanemisega massidele kinnistus valitsuste ja pedagoogide seas arvamus, et tehnoloogia viib haridust edasi ja toob veelgi suuremat kasu. Selline arvamus viis suurte investeeringuteni erinevate riistvara ja tarkvara süsteemide ostmiseks, mis pakuksid organisatsioonile vahendi, mis lisaks vajaduste rahuldamisele ületaks ka ootusi.

Valitsev mentaliteet koos õpetamise tööstusliku mudeliga tähendab, et digitehnoloogia kasutuselevõtt on õpetamismeetodite uuendamise ning informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogiast kasu saamise puhul kriitiline tegur [1]. Sellist mentaliteeti soodustavad tehnoloogia müüjad, kes otsivad läbimüügi suurendamise vahendeid, ja valitsused, kes soovivad lihtsat viisi, kuidas reklaamida oma valmisolekut haridusreforme läbi viia. Samas ei järgi valitsev mentaliteet ja sellest tulenev poliitika praktilist kogemust, mis puudutab tehnoloogia kasutamist õppimiseks – eriti väljaspool klassiseinu. Terves maailmas pürgivad paljud inimesed tehnoloogia isikustatud kasutuse ja õppimisvõimaluste poole tänu kõikjale levinud arvutitehnoloogia (eriti mobiiltehnoloogia) kvantitatiivsele kasvule ja sotsiaalvõrgustike laiale kasutusele uute individuaalõppe võimaluste reklaamimiseks [6]. Selline isikupärastatud õppimisviis, mis õitseb ametlikest haridussüsteemidest ja nende tööstuslikust haridusmudelist väljaspool, toob kaasa palju probleeme, aga ka võimalusi integreeruda tõhusalt peavoolu haridussüsteemi ja erialasesse koolitusse. Uudne õppimisviis on ideaalne elukestva õppe puhul, eriti kui on vaja pidevalt värskendada ja laiendada inseneride, tehnoloogide ja seotud teadusharude pedagoogide tehnilisi teadmisi.

Individaalsete õppimis- ja koolitusvajaduste puhul tuleb adekvaatselt kindlaks teha ja edendada tehnoloogilisi võimalusi ning selleks peab ilmselgelt kujundama ja arendama sobivaid õppeplatvorme ning kasutama neid erinevatele õpperežiimidele sobivates õppimis- ja koolitusraamistiketes alates otsese isikliku kontaktiga õpetamis- ja väljaõppemeetodist ja lõpetades kaugõppega [1]. Pedagoogilised koolkonnad, mis otsesõnu keskenduvad tehnoloogia integreerimisele isikustatud õppekeskkondade loomiseks, on otse või kaudselt seotud konstruktivismi teooriaga [7] ehk õpetamise ja õppimise paradigmaga, mis soosib isikupärast lähenemist ja tihedat suhtlust, et pakkuda võimalusi teadmiste loomiseks isiklikult tähendusrikkal moel.

Coursevo on sellist põhimõtet järgiv platvorm, mida MechMate kasutab e-õppeks. Coursevo [1] on mitmekeelne multimeediat kasutav informatsioonisüsteem kursuste haldamiseks ning õppimisprotsessi ja õpilaste kogukondade toetamiseks interneti teel, mille töötas välja Kreeta Tehnikaülikooli jagatud multimeedia informatsioonisüsteemide ja rakenduste laboratoorium (TUC/MUSIC). See kasutab kaasaegseid pedagoogilisi meetodeid ja toetab segameetodil õppimist.

MechMate'i projekti e-õppe platvormi saab külastada aadressil:

<http://mechmate.coursevo.com>



Joonis 9.1 MechMate'i e-õppe platvorm (avaleht).

9.1 Coursevo teenused ja kursuse haldamine

Coursevo pakub järgnevat teenuseid:

- digitaalse haridussisu organiseerimine ja haldamine:** loengute esitlused ja salvestused, konspektid, harjutused, tehnilised laborimaterjalid, kirjandus, KKK jne;
- kursusel osalemine:** teated, e-kirjad, kursuse kalender, isiklik hindamine, automaatne harjutuste ja tähtaegade jälgimine, teated sisu uuendamise kohta, kursuse programm, õppevorm, kontrolltööd ning kursuse sertifikaatide loomine;
- õpilaste omavaheline suhtlemine ja koostöö:** kursuse ja rühma postiloend, jututoad, foorumid, küsitlused, isiklikud sõnumid, kiirsuhtlusrakendus, annotatsioonide tööriist, failide jagamine, videokõned ja koostöö;
- haridustegevus:** kursusele registreerumine, laborimeeskondade moodustamine, harjutuste üleslaadimine ja tähtaegade haldamine, kontrolltööd, multimeedia esitlused, ressursside jaotamine ja reserveerimine;
- kursuse seire:** kursuse kasutuse statistika ja õppetöö taseme näitajad;

- seda on võimalik kasutada koos teiste haridusplatvormidega SCORMi pakettide kaudu.

Igale kursusele saab seadistada vajalikud registreerimise ja juurdepääsu nõuded. Pedagoogid saavad aktiveerida kursuse teenuste sobiva alarühma kursuse vajaduste järgi. Nad saavad kasutada teenuseid ja vahendeid, mille abil on kerge sisu luua ja veebis avaldada. Neil on juurdepääs tavapärasele kontoritöö rakendustele dokumentide loomiseks. Dokumente saab töödelda Coursevos indekseerimiseks ja seejärel avaldada veebisõbralikus esitlusformaadis.

Lisaks dokumentidele saavad pedagoogid üles laadida pilte, videoid ja SCORM-i jagatud sisu faile (SCO) või kiiresti ja hõlpsalt taaskasutada internetis olevat sisu, mis on saadaval populaarsetel veebiplatvormidel, näiteks YouTube'is, Slideshare'is ja Wikipedias. Kogu kursuse sisu, mida kirjeldati, saab kombineerida teiste Coursevo teenustega, näiteks videoloengute, foorumite, hindamisvahendite ja muuga, ning organiseerida erinevateks õppevormideks, et vastata erinevatele haridusvajadustele.

9.2 Coursevo eriomadused multimeedia tõhusaks kasutuseks

Coursevo pakub integreeritud hariduskeskkonda sünkroonseks ja asünkroonseks õppeks ning sellepärast on sellel märkimisväärsed eelised teiste e-õppe süsteemide ees. Multimeedia kasutusel kui võimsal õppevahendil on suurem rõhk.

Multimeediat kasutav õppetegevus võib tõesti olla tõhusam kui ühe vahendi (näiteks teksti) kasutamine, samas on oluline meediavahendite tõhus kombineerimine. Õppimiseks tõhus multimeedia eeldab hoolikat ja korralikult läbimõeldud meedia kombineerimist, mis võtab arvesse iga vahendi ainulaadseid omadusi. Kõige tõhusam multimeedia pakub õppimiskogemusi, mis peegeldavad reaalse maailma kogemusi ning võimaldavad õpilastel rakendada õpitut erinevates kontekstides.

Täpsemalt on Coursevol alljärgnevad võimalused multimeedia kasutamiseks hariduses:

- tõhus multimeedia tugi ja video/audio andmevoogude haldamine;
- mehhanismid multimeedia esitluste sünkroniseerimiseks;
- sünkroonse ja asünkroonse õppetegevuse tugi;
- sünkroonse multimeedia otseülekanne tugi süsteemis ja juurdepääs salvestatud multimeedia failidele;
- tugi õpilaste sekkumisele otseülekanne ajal;
- multimeedia haridusliku sisu loomise kaks võimalust:
 - veebipõhise liidese kaudu spetsiaalse tarkvara paigaldamise vajaduseta;
 - autonoomse arvutirakenduse (Coursevo Studio) kaudu, et luua ilma internetiühenduseta kõrge kvaliteediga videoesitlusi automaatse slaidide sünkroniseerimisega, mida saab hiljem kergesti eksportida ja avaldada. Coursevo Studio toetab kuvatõmmiste, kõneleja salvestamise ja slaidide esitamise kaudu ka tarkvara demonstreerimist ja esitluste loomist;

- suhtlusvahendid õpilaste ja õpetajate kogukonna toetamiseks:
 - videokõned internetikasutajate vahel;
 - rühma videokõnede teenus koostöövahenditega, mis kasutavad BigBlueButtoni süsteemi (<http://bigbluebutton.org/>);
 - asünkroonne suhtlusvahend multimeediasõnumite saatmiseks;
- multimeediat kasutavatel õppematerjalidel on koostööks kõrgetasemelised multimeediat kasutavad annotatsioonivahendid.

10 MECHMATE'I KURSUSTE STRUKTUUR COURSEVOS

Iga moodul moodustab iseseisva koolitusüksuse, mida kasutatakse MechMate'i platvormi (Coursevo) kursusena ning mida toetab ka mitu suhtlus- ja koostööteenust (Joonis 10.1).

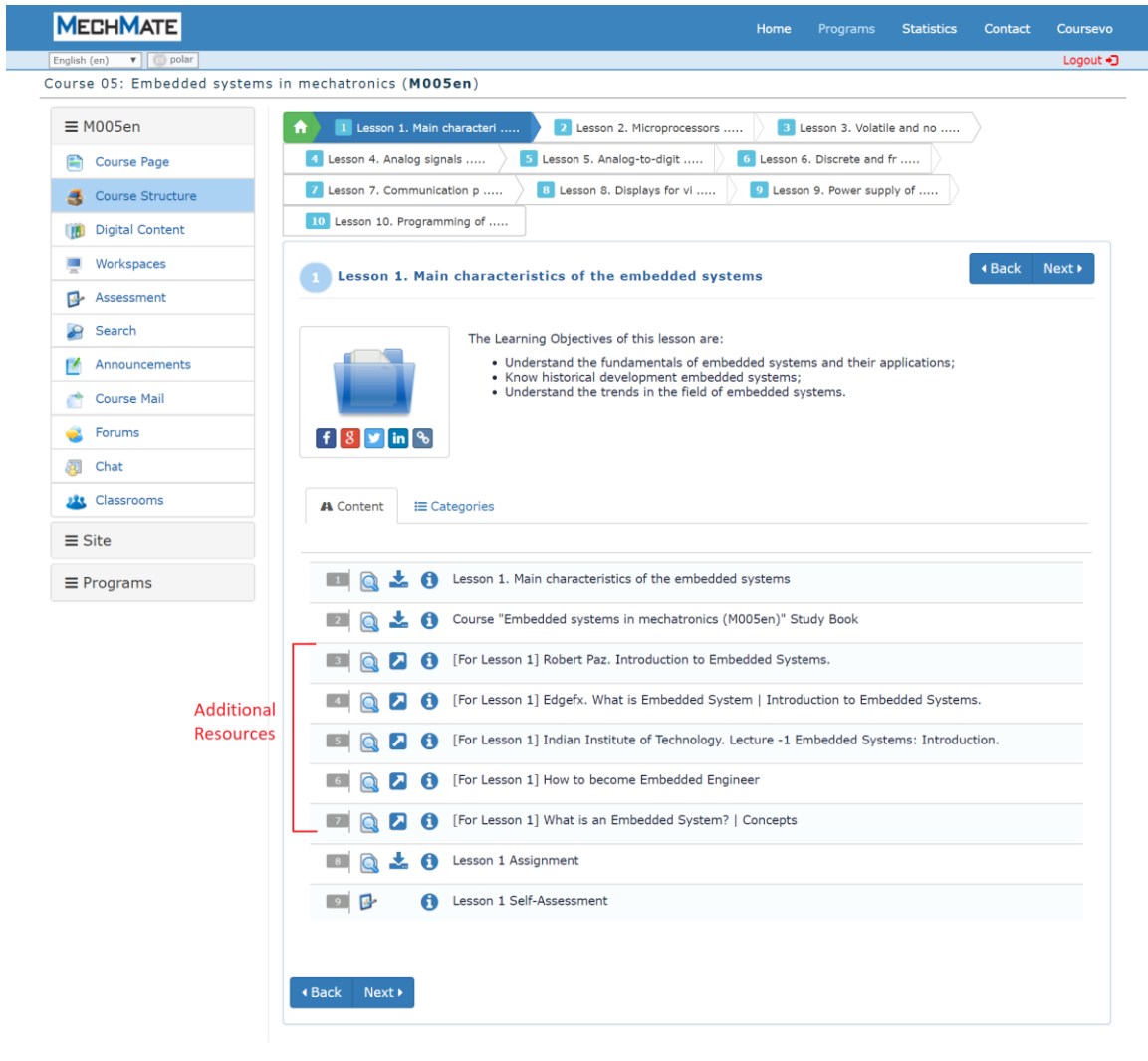


The screenshot shows the Coursevo interface for 'Course 05: Embedded systems in mechatronics'. The interface includes a navigation menu on the left with options like 'Course Page', 'Course Structure', 'Digital Content', 'Workspaces', 'Assessment', 'Search', 'Announcements', 'Course Mail', 'Forums', 'Chat', and 'Classrooms'. The main content area features a course diagram, a 'Free registration' button, a 'Register in Course' button, and a 'Registration Deadline' indicator. Below this, there are statistics for 'Registered Users' (0) and 'Hits' (1225). The 'Course Structure' section lists lessons: 'Lesson 1. Main characteristics of the embedded systems', 'Lesson 2. Microprocessors and microcontrollers in embedded systems', and 'Lesson 3. Volatile and non-volatile memories used'. A 'Program - Category' section lists 'MechMate training program on Mechatronics (English)' and 'MechMate courses'. A 'Course Syllabus' section includes a 'Download file' button and 'References - Links'. A bar chart shows 'Hits' for the months of Sep, Oct, Nov, May, and Aug, with the highest hit count in November.

2016 © Coursevo™

Joonis 10.1 MechMate'i kursuse valeht Coursevos.

Moodul jagatakse õppetundideks. Iga õppetunni juurde kuulub esitlus, mitu allikat edasiseks õppimiseks (kaasa arvatud materjalid edasijõudnutele, näiteks videod ja animatsioonid), enesehindamise vahend, mis koosneb valikvastustega küsimustest, et hinnata, kui hästi õpilane teemat valdab, ning ülesannetest, et rakendada saadud teoreetilisi teadmisi praktikas (Joonis 10.2). Iga mooduli juurde kuulub õppeprogramm, mida saab alla laadida ja mis sisaldab lühikest mooduli kirjeldust, selle õpieesmärke ja autoreid ning struktuuri, st õppetunde, nende õpieesmärke ja sisu (Joonis 10.1).



MECHMATE Home Programs Statistics Contact Coursevo

English (en) polar Logout

Course 05: Embedded systems in mechatronics (**M005en**)

M005en

- Course Page
- Course Structure
- Digital Content
- Workspaces
- Assessment
- Search
- Announcements
- Course Mail
- Forums
- Chat
- Classrooms
- Site
- Programs

1 Lesson 1. Main characteri 2 Lesson 2. Microprocessors 3 Lesson 3. Volatile and no 4 Lesson 4. Analog signals 5 Lesson 5. Analog-to-digit 6 Lesson 6. Discrete and fr 7 Lesson 7. Communication p 8 Lesson 8. Displays for vi 9 Lesson 9. Power supply of 10 Lesson 10. Programming of

1 Lesson 1. Main characteristics of the embedded systems Back Next

The Learning Objectives of this lesson are:

- Understand the fundamentals of embedded systems and their applications;
- Know historical development embedded systems;
- Understand the trends in the field of embedded systems.

Content Categories

1 Lesson 1. Main characteristics of the embedded systems

2 Course "Embedded systems in mechatronics (M005en)" Study Book

3 [For Lesson 1] Robert Paz. Introduction to Embedded Systems.

4 [For Lesson 1] Edgefx. What is Embedded System | Introduction to Embedded Systems.

5 [For Lesson 1] Indian Institute of Technology. Lecture -1 Embedded Systems: Introduction.

6 [For Lesson 1] How to become Embedded Engineer

7 [For Lesson 1] What is an Embedded System? | Concepts

8 Lesson 1 Assignment

9 Lesson 1 Self-Assessment

Back Next

Additional Resources

2016 © Coursevo™

Joonis 10.2 MechMate'i kursuste struktuur Coursevos.

Lisaressursid

11 VIITED

- [1] Pappas N., Arapi P., Moumoutzis N., and Christodoulakis S. (2017): "Supporting Learning Communities and Communities of Practice with Coursevo", In Proc. of the Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE, April 2017, Athens, Greece, ISSN: 2165-9567, doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942862.
- [2] E-learning methodologies. A guide for designing and developing e-learning courses, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2011
- [3] D. Clark, "Bloom's Taxonomy of Learning Domains". Retrieved from <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/bloom.html>, 2015.
- [4] IEEE LOM (2002). IEEE 1484.12.1-2002 Learning Object Metadata Standard. Available at <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [5] "Smart video for smart devices," Axonista, 2017. <http://www.ediflo.tv/>,
- [6] Pettai, E. A 6D space framework for the description of distributed systems, Estonian Journal of Engineering, Tallinn, June 1, 2012 http://www.kirj.ee/public/Engineering/2012/issue_2/eng-2012-2-140-171.pdf
- [7] Grant, Michael M. "Using Mobile Devices to Support Formal, Informal and Semi-formal Learning." Emerging Technologies for STEAM Education. Springer International Publishing, 2015. 157-177.
- [8] Duffy, T., & Cunningham, D. "Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction". Handbook of research for educational telecommunications and technology, New York: MacMillan, 1996. pp. 170–198.



Strateegiline partnerlus mehhatroonika valdkonnas Euroopa väikeste ja keskmise suurusega tootmisettevõtete innovatiivseks ja nutikaks kasvuks (MechMate)

MECHMATE ÕPPEKAVA

PARTNERID

**AUTOMAATIKA JA MÕÕTMISE TÖÖSTUSLIK INSTITUUT (PIAP)
GABROVO TEHNIKAÜLIKOO (TUGAB)
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO (TALTECH)
KREETA TEHNIKAÜLIKOO (TUC)
EUROOPA KVALITEEDIKESKUS (ECQ)**

EESSÕNA

See dokument sisaldab 10 ainekavast koosneva õppekava, mis on välja töötatud projektis nimetusega "Strateegiline partnerlus mehhatroonika valdkonnas Euroopa väikeste ja keskmise suurusega tootmisettevõtete innovatiivseks ja nutikaks kasvuks" (MechMate) (projekt Nr. 2016-1-PL01-KA202-026350), mida on toetanud Erasmus+ programm KA2-Cooperation and Innovation for Good Practices, funded by European Union - Project website: <http://www.mechmate.eu>

Õppekava kirjeldab õppeaineid (mooduleid), mis on sisuliselt teostatud e-õppeainete vormis MechMate e-õppeplatvormil (Coursevo). MechMate õppekava täieliku sisuga ja metoodikaga tutvumiseks ning e-õppeainetes osalemiseks palun külastage internetis:

<https://mechmate.coursevo.com/>

Õppekava

Õppeaine 1 "Mehhaanika ja masinaelemendid" (M001);

Õppeaine 2 "Elektrotehnika ja elektroonika alused" (M002);

Õppeaine 3 "Signaalid, süsteemid ja Juhtimine mehhatroonikas (M003)";

Õppeaine 4 "Digitaalsüsteemid" (M004);

Õppeaine 5 "Manussüsteemid mehhatroonikas" (M005);

Õppeaine 6 "Sideliidesed ja protokollid" (M006);

Õppeaine 7 "PLC süsteemid". (M007);

Õppeaine 8 "Mõõtmine ja andmehõive" (M008);

Õppeaine 9 "Andurid mehhatroonikas" (M009);

Õppeaine 10 "Täiturid mehhatroonikas".(M010).

Sisukord

EESSÕNA.....	3
Õppekava.....	3
M001 - Mehhaanika ja masinaelemendid	11
<i>Õppekava</i>	<i>11</i>
<i>Õppeesmärgid.....</i>	<i>11</i>
Õppeaine struktuur	11
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>12</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>12</i>
Peatükk 2: Materjalide põhiline tugevus.....	12
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>12</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>13</i>
Peatükk 3: Ajamite komponendid	13
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>13</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>13</i>
Peatükk 4: Võllid.....	13
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>14</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>14</i>
Peatükk 5: Laagrid	14
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>14</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>14</i>
M002 - ELEKTROTEHNIKA ALUSED JA ELEKTROONIKA	15
<i>Ainekava</i>	<i>15</i>
<i>Õppimise eesmärgid.....</i>	<i>15</i>
<i>Õppeaine struktuur</i>	<i>16</i>
Peatükk 1: Elektrilised ja elektroonilised ahelad, põhiterminid ja struktuur	16
<i>Õpieesmärgid</i>	<i>16</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>16</i>
Peatükk 2: Elektriabel, selle komponendid ja mõisted.....	17
<i>Õpieesmärgid</i>	<i>17</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>17</i>
Peatükk 3: Kirchhoff'i vooluseadus	17
<i>Õpieesmärgid</i>	<i>17</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>18</i>
Peatükk 4 Kirchhoff'i pingeseadus.....	18
<i>Õpieesmärgid</i>	<i>18</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>18</i>
M003 - SIGNAALID, SÜSTEEMID JA JUHTIMINE MEHHATROONIKAS.....	19
<i>Ainekava</i>	<i>19</i>
<i>Õppeesmärgid.....</i>	<i>19</i>
<i>Õppeaine struktuur</i>	<i>20</i>
Peatükk 1: Signaalid. Signaalide klassifitseerimine.....	20
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>20</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>20</i>
Peatükk 2: Süsteemid. Põhimõisted	21

Õppeesmärgid	21
Peatüki sisukord	21
Peatükk 3: Juhtimissüsteemide lühike klassifikatsioon	21
Peatüki sisukord	21
Peatükk 4: Lineaarsete süsteemide mudelite põhitüübid	21
Õppeesmärgid	22
Peatüki sisukord	22
Peatükk 5: Elementaarsed dünaamilised süsteemid. Dünaamiliste süsteemide ühendamise reeglid	22
Õppeesmärgid	22
Peatüki sisukord	22
Peatükk 6: Lineaarsete süsteemide stabiilsus	23
Õppeesmärgid	23
Peatüki sisukord	23
Peatükk 7: Juhtimissüsteemide kvaliteedinäitajad. Lineaarregulaatorite põhitüübid	23
Õppeesmärgid	23
Peatüki sisukord	24
M004 - DIGITAALSÜSTEEMID	25
Ainekava	25
Õppeesmärgid	25
Õppeaine struktuur	26
Peatükk 1: Analoo- ja digitaaltehnika	26
Õppeesmärgid	26
Peatüki sisukord	26
Peatükk 2: Arvusüsteemid	26
Õppeesmärgid	26
Peatüki sisukord	27
Peatükk 3: Digitaallülitused/Loogikalülitused	27
Õppeesmärgid	27
Peatüki sisukord	27
Peatükk 4: Programmeeritavad loogikaseadmed	27
Õppeesmärgid	27
Peatüki sisukord	28
Peatükk 5: Mikrokontroller, mikroprotsessor	28
Õppeesmärgid	28
Peatüki sisukord	28
M005 - Manussüsteemid mehhatroonikas	29
Ainekava	29
Learning objectives	29
Õppeaine struktuur	29
Peatükk 1: Manussüsteemide põhiomadused	30
Õppeesmärgid	30
Peatüki sisukord	30
Peatükk 2: Mikroprotsessorid ja mikrokontrollerid manussüsteemides	30
Õppeesmärgid	30

<i>Peatüki sisukord</i>	30
Peatükk 3: Manussüsteemides kasutatavad hävi- ja säilmälud	30
<i>Õppeesmärgid</i>	30
<i>Peatüki sisukord</i>	31
Peatükk 4: Analoogsignaali ja elektroonilised ahelad nende töötlemiseks	31
<i>Õppeesmärgid</i>	31
<i>Peatüki sisukord</i>	31
Peatükk 5: Analoog-digitaal- ja digitaal-analoog-muundurid manussüsteemides	31
<i>Õppeesmärgid</i>	31
<i>Peatüki sisukord</i>	31
Peatükk 6: Diskreetsed ja sageduslikud signaalid manussüsteemides	32
<i>Õppeesmärgid</i>	32
<i>Peatüki sisukord</i>	32
Peatükk 7: Sideprotokollid manussüsteemides	32
<i>Õppeesmärgid</i>	32
<i>Peatüki sisukord</i>	32
Peatükk 8: Displeid info visualiseerimiseks	32
<i>Õppeesmärgid</i>	32
<i>Peatüki sisukord</i>	33
Peatükk 9: Manussüsteemide elektritoide	33
<i>Õppeesmärgid</i>	33
<i>Peatüki sisukord</i>	33
Peatükk 10: Manussüsteemide programmeerimine	33
<i>Õppeesmärgid</i>	33
<i>Peatüki sisukord</i>	34
M006 – Sideliidesed ja protokollid	35
Ainekava	35
<i>Õppeesmärgid</i>	35
Õppeaine struktuur	36
Peatükk 1: Tööstuslikud sidevõrgud. Sissejuhatus	36
<i>Õppeesmärgid</i>	36
<i>Peatüki sisukord</i>	36
Peatükk 2: Sidevõrk	37
<i>Õppeesmärgid</i>	37
<i>Peatüki sisukord</i>	37
Peatükk 3: Võrgu topoloogiad ja mudelid	37
<i>Õppeesmärgid</i>	37
<i>Peatüki sisukord</i>	37
Peatükk 4: Tööstuslikud tööväljavõrgud. Üldised omadused	38
<i>Õppeesmärgid</i>	38
<i>Peatüki sisukord</i>	38
Peatükk 5: Tööväljavõrgu Profibus spetsifikatsioon	38
<i>Õppeesmärgid</i>	38
<i>Peatüki sisukord</i>	38
Peatükk 6: Sideprotokollid CANBUS ja MODBUS	39

<i>Õppeesmärgid</i>	39
<i>Peatüki sisukord</i>	39
Peatükk 7: Juhtimistasandi tööstuslikud võrgud. ControlNet-võrgu spetsifikatsioon	39
<i>Õppeesmärgid</i>	39
<i>Peatüki sisukord</i>	39
Peatükk 8: Infotasandi tööstuslikud võrgud	40
<i>Õppeesmärgid</i>	40
<i>Peatüki sisukord</i>	40
Peatükk 9: Etherneti võrgu spetsifikatsioon	40
<i>Õppeesmärgid</i>	40
<i>Peatüki sisukord</i>	40
Peatükk 10: Traadita side tööstuslikus keskkonnas	41
<i>Õppeesmärgid</i>	41
<i>Peatüki sisukord</i>	41
M007 - PLC süsteemid	42
Õppekava	42
Õppeesmärgid	42
Õppeaine struktuur	43
Peatükk 1: Programmeeritav loogikakontroller	43
<i>Õppeesmärgid</i>	43
<i>Peatüki sisukord</i>	43
Peatükk 2: PLC programmeerimine	44
<i>Õppeesmärgid</i>	44
<i>Peatüki sisukord</i>	44
Peatükk 3: Esimene projekt kasutades Siemens S7-1200 PLC	45
<i>Õppeesmärgid</i>	45
<i>Peatüki sisukord</i>	45
Peatükk 4: Binaarloogika funktsioonid	45
<i>Õppeesmärgid</i>	45
<i>Content of the Lesson</i>	46
Peatükk 5: Arenenud binaarloogika funktsioonid	46
<i>Õppeesmärgid</i>	46
<i>Peatüki sisukord</i>	46
Peatükk 6: Ülekande- ja programmi juhtimisfunktsioonid	47
<i>Õppeesmärgid</i>	47
<i>Peatüki sisukord</i>	47
Peatükk 7: Matemaatilised ja teisendusfunktsioonid	48
<i>Õppeesmärgid</i>	48
<i>Peatüki sisukord</i>	48
Peatükk 8: PID-regulaator	49
<i>Õppeesmärgid</i>	49
<i>Peatüki sisukord</i>	49
Peatükk 9: Ühe pneumosilindriga rakenduse juhtimine	49
<i>Õppeesmärgid</i>	49
<i>Content of the Lesson</i>	50

Peatükk 10: Kahe pneumosilindriga rakenduse juhtimine	50
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>50</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>50</i>
Peatükk 11: Sagedusmuunduriga rakenduse juhtimine	50
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>50</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>51</i>
Peatükk 12: PLC valik, ohutus ja kasutuselevõtt	51
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>51</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>51</i>
M008 - Mõõtmine ja andmehõive	52
<i>Ainekava</i>	<i>52</i>
<i>Õppeesmärgid.....</i>	<i>52</i>
<i>Õppeaine struktuur.....</i>	<i>52</i>
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>53</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>53</i>
Peatükk 2: Signaaliteooria.....	53
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>53</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>53</i>
Peatükk 3: Mõõtemetodid ja mõõtevead	54
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>54</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>54</i>
Peatükk 4: Mõõtemuundur ja selle mõõtevead.....	54
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>54</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>55</i>
Peatükk 5: Mõõtesüsteemid	55
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>55</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>55</i>
M009 - Andurid mehhatroonikas.....	56
<i>Ainekava</i>	<i>56</i>
<i>Õppeesmärgid.....</i>	<i>56</i>
<i>Õppeaine struktuur</i>	<i>56</i>
Peatükk 1: Andurite klassifikatsioon	57
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>57</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>57</i>
Peatükk 2: Andurite karakteristikud.....	57
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>57</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>57</i>
Peatükk 3: Asendi- ja nihkeandurid	58
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>58</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>58</i>
Peatükk 4: Jõu-, tenso- ja puuteandurid.....	58
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>58</i>
<i>Peatüki sisukord</i>	<i>59</i>
Peatükk 5: Inertsiaalandurid	59
<i>Õppeesmärgid</i>	<i>59</i>

<i>Peatüki sisukord</i>	59
Peatükk 6: Rõhuandurid	59
<i>Õppeesmärgid</i>	59
<i>Peatüki sisukord</i>	60
Peatükk 7: Vooluhulgaandurid	60
<i>Õppeesmärgid</i>	60
<i>Peatüki sisukord</i>	60
Peatükk 8: Lähedusandurid, objektide tuvastamise andurid ja tasemeandurid	61
<i>Õppeesmärgid</i>	61
<i>Peatüki sisukord</i>	61
Peatükk 9: Temperatuuriandurid	61
<i>Õppeesmärgid</i>	61
<i>Peatüki sisukord</i>	61
M010 - Täiturid mehhatroonikas	62
Õppekava	62
Õppeesmärgid	62
Õppeaine struktuur	63
Peatükk 1: Sissejuhatus	63
<i>Õppeesmärgid</i>	63
<i>Peatüki sisukord</i>	63
Peatükk 2: Elektromehhaaniline muundamine	64
<i>Õppeesmärgid</i>	64
<i>Peatüki sisukord</i>	64
Peatükk 3: Jõupooljuhtmuundurid	64
<i>Õppeesmärgid</i>	64
<i>Peatüki sisukord</i>	65
Peatükk 4: Elektriajamid	65
<i>Õppeesmärgid</i>	65
<i>Peatüki sisukord</i>	65
Peatükk 5: Pneumaatilised ja hüdraulilised täiturid	66
<i>Õppeesmärgid</i>	66
<i>Peatüki sisukord</i>	66

M001 - Mehhaanika ja masinaelemendid

Õppekava

See õppeaine esitab mehhaanika valdkonna põhiteadmisi, täpsemalt annab ülevaate erinevates masinates kasutatavatest tüüpilistest konstruktiivsetest osadest. Peatükid on struktureeritud selliselt, et õpilased saaksid mehhanika valdkonda õppida tundma erinevate vaatenurkade alt ning suudaksid aru saada mehhaanikas kasutatavatest põhimõistetest.

Õppeesmärgid

Selle õppeaine (kursuse) läbimise järel on õppijad võimelised:

- Rakendada mehhaanika valdkonna põhimõisteid ja saavad aru materjalide omadustest;
- Eristama masinate ehitamisel ja koosseisus kasutavaid põhilisi elemente;
- Projekteerima sobiva kujul energia edastamiseks (ruumis) vajaminevaid keerukaid mainasüsteeme;
- Kasutama projekteeritava süsteemi jaoks vajalike masinaelemente ja nende valikuks mehhaanika valdkonna põhivalemeid, lihtsamat tarkvara ja katalooge.

Koostajad

Michał Smater, Tööstusautomaatika ja mõõtmistehnika instituut (PIAP)

Bogumiła Wittels, Tööstusautomaatika ja mõõtmistehnika instituut (PIAP)

Piotr Falkowski, Tööstusautomaatika ja mõõtmistehnika instituut (PIAP)

Õppeaine struktuur

Õppeaine on jaotatud 5 peatükiks. Iga Peatüki juurde kuulub PowerPoint esitlus, viited iseseisvaks õppimiseks sobivatele (täiendavatele) ressursidele, valikvastustega kontrollküsimused, et õppur saaks iseseisvalt omandatud teadmisi testida ja harjutusülesanded uute praktiliste oskuste omandamiseks.

Õppeaine sisaldab järgmisi peatükke:

Peatükk 1: Mehhaanika alused

Peatükk sisaldab ülevaate mehhanika põhimõistetest ja näiteid nende rakendamisest reaalses elus. See ülevaatlik info on vajalik õpitud materjali kinnistamiseks ja tugevusarvutuste tegemiseks.

Õppeesmärgid

- Saab aru mehhaanika mõiste tähendusest
- On võimeline eristama ja analüüsima objekti staatikat ja dünaamikat
- Meelde tuletama mehhanikas kehtivaid põhilisi seadusi ja seoseid
- Tunneb hästi töö mõiste tähendust ja kasutamist lihtsates masinates, mis edaspidi lihtsustab masinaosade tundmaõppimist

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Jõud
- Pöördemomendid
- Väändejõud
- Energia
- Lihtsad masinad.

Peatükk 2: Materjalide põhiline tugevus

Peatükk selgitab objektis toimivaid sisejõude ja mehhaanilisi pingeid. Nende vastastikust mõju selgitatakse sobivate näidete esitamisega.

Õppeesmärgid

- Saab aru materjalide tugevuse teoreetilistest alustest
- On võimeline koostama kehade geomeetrilisi mudeleid ja arvutama nendes toimivaid sisejõudusid
- On teadlik kehade erinevat tüüpi deformatsioonidest mis on põhjustatud erinevat tüüpi jõududest
- Suudab lahendada põhilisi mehhanikaülesandeid
- Saab aru keerukamate mehhaanika valdkonna ülesannetest
- Tonneb materjalide põhilisi parameetreid ja nende tähendust

Peatüki sisukord

- Teoreetiline sissejuhatus
- Tala ja selle piirangud – objekti geomeetiline mudel
- Sisemised jõud talas
- Paisumine, kokkusurumine, painutamine ja torsioon
- Materjalid

Peatükk 3: Ajamite komponendid

See peatükk esitab ajamite koosseisu kuuluvad erineva ehitusega komponendid ja nende rakendamise näited. Siia kuuluvad mootorid ja samuti ka jõuülekandesüsteemi tüüpilised osad.

Õppeesmärgid

- Võimeline eristama ja ära tundma erinevat tüüpi mootoreid
- Saab aru mootori valiku meetoditest ja suudab neid praktikas rakendada
- Teab hammasülekannete tööpõhimõtteid, on võimeline eristama erinevaid ülekandetüüpe, samuti välja valima nende seast sobivaima lahenduse töömasina jaoks
- Saab aru rihmülekande tööpõhimõttest, põhilistest rakendususe valdkondadest ja on võimeline tegema nende parameetrite määramiseks ja konstruktsiooni valikuks vajalikke arvutusi
- Võimeline vahet tegema erinevat tüüpi ühenduslülidel ja valima antud masina ehitamise jaoks välja sobivaima lahenduse

Peatüki sisukord

- Mootorid
- Hammasrattad
- Rihmad
- Ühendusmuhvid

Peatükk 4: Võllid

See peatükk esitab võllide ehitust puudutavad põhimõisted. Peatükis tutvutakse ka võllide projekteerimise meetoditega ja nende koostamiseks kasutatavate vahenditega.

Õppeesmärgid

- Saab aru völli otstarbest ja nende kasutamisest masinates
- Tunneb erinevaid konstruktiivseid elemente milliseid saab kasutada jõuülekandevölli koostamisel ja nende sisepingete vähendamiseks
- On võimeline eristama erinevaid kiilusid ja valima nende seast välja antud kasutusjuhiks sobivaima
- On võimeline arvutama vajaliku völli parameetrite väärtused ja kiilu mõõdud etteantud kasutusjuhiks
- Saab aru istude mõttest ja istu erinevatest väärtustest völli projekterimisel.

Peatüki sisukord

- Völli põhitoed
- Völli projekteerimine
- Kiilud
- Kiilude valik
- Istud ja tolerantsid

Peatükk 5: Laagrid

See peatükk esitab laagrite põhilised tüübid, nende kasutamise masinates ja geomeetilise ehituse.

Õppeesmärgid

- Saab aru laagrite otstarbest ja kasutamise eesmärkidest
- Tunneb erinevat tüüpi laagreid ja on võimeline valima välja sobivaima lahendusega laagri antud kasutusotstarbeks
- Suudab valida välja antud kasutusotstarbeks kohase lukustussüsteemi ja teab milliseid muutusi on vaja teha mehhaanilise süsteemi koostamisel
- Võimeline valima konkreetseks kasutusotstarbeks sobivad laagrid kasutades arvutusmeetodeid ja katalooge.

Peatüki sisukord

- Teooria
- Laagrite tüübid
- Lukustusmeetodid
- Laagrivalik

M002 - ELEKTROTEHNIKA ALUSED JA ELEKTROONIKA

Ainekava

Elektrotehnika ja elektroonika põhialuste tundmine on eelduseks nüüdisaegsete mehhatrooniliste süsteemide loomisel ja juhtimisel. Antud õppeaine on sissejuhatuseks elektrotehniliste ja elektrooniliste komponentide funktsioonide tundmaõppimisel, kajastades reegleid ja samuti meetodeid elektriahelates toimuvate füüsikaliste nähtuste kirjeldamiseks, mõistmiseks ja analüüsiks. Elektrotehnika ja elektroonika põhialustele tuginedes saavad üliõpilased omandada uute rakenduste koostamiseks vajalike ahelate ja skeemide kujundamise ja analüüsi oskused, sh ka seotud valdkondade, nagu digitaaltehnika, automaatika jm, kus toimub elektriliste signaalide abil mõõteandmete ja töödeldud suuruste kirjeldamine ja ülekanne. Mootorite ja täiturite elektrienergiaga varustamine õiges ja täpses koguses on mehhatroonikasüsteemides juhtimis-eesmärkideni jõudmise eeldus.

Õppimise eesmärgid

Õppeaine tuumikosa selgeksõppimise järel on üliõpilased võimelised:

- Aru saada elektrotehniliste ja elektrooniliste süsteemide rollist erinevates energia-varustussõlmedes;
- Kirjeldama elektriahelate elektriliste põhisuuruste, nagu pinge ja vool tähendust ja nende rollist võimsuse ja energia kontekstis;
- Mõistma sisulist pinget ja voolu ning nende kujunemise füüsilist sisu, samuti mõõtma töötavas elektriahelas neid väärtusi;
- Kirjeldama elektriahelates olevaid komponente, kirjeldama lihtsamaid ahelaid kasutades elektriskeeme ja komponentide tähistamiseks standardseid tingimärke;
- Kirjeldama elektrivoolu väärtuse arvutamist elektriahela sõlmepunktis kasutades Kirchoffi vooluseadust;
- Kirjeldama takistitest koostatud parallel- ja järjestikahelaid ning arvutama takistitest koostatud elektriahela takistuse ekvivalente väärtuse;
- Kirjeldama ja analüüsima elektriahela tööd kasutades Kirchoffi pingeseadust;
- Saab aru pinget- ja voolujagurite tööpõhimõtetest, oskab rakendada arvutusmeetodeid selliste ahelate analüüsil.

Autor

Prof. Lauri Kütt, Tallinna Tehnikaülikool (TalTech).

Õppeaine struktuur

Õpik on jaotatud alusosaks ja laiendatud osaks. Alusosa koosneb neljast peatükist. Õpiku iga peatüki juurde kuulub slaididega esitus, ülesanded, enesekontrolli testid ja lisaressursside nimekiri iseseisvaks õppimiseks ning omandatud teadmiste ja oskuste praktiliseks rakendamiseks.

Õppeaine koosneb järgmistest peatükkidest:

Peatükk 1: Elektrilised ja elektroonilised ahelad, põhiterminid ja struktuur

Õpieesmärgid

Selle peatüki omandamise järel on oskavad õpilased:

- Aru saada energia mõistest elektrilise ja mehhatroonilise süsteemi kirjeldamisel;
- Eristama elektrisüsteemis põhilisi koostisosi, selgitama energiaallika, edastus- ja juhtosa, koormuse rolli ja funktsiooni;
- Kirjeldama elektrilise laengu, laetud osakeste vastastiktoime ja elektrivoolu mõisteid;
- Selgitama elektrilisi mõisteid pinget, potentsiaal ja maa potentsiaal;
- Kirjeldama elektrienergia ja võimsuse väärtuse mõistet ja nende tähistamiseks kasutatavaid ühikuid;
- Arvutama elektrienergia ja koormuse võimsuse ja edastatud energia väärtust;
- Kirjeldama terminite *elektritakistus*, *elektrijuhi eritakistus* tähendust ning selgitama Ohm'i seaduse füüsikalist tausta;
- Kirjeldama elektrijuhi ja elektriisolaatori materjalide omaduste erinevusi.

Peatüki sisukord

Sissejuhatus

- Energia ja selle muundamine
 - Energialiigid
 - Energia muundamine, -edastus ja juhtimine elektrisüsteemis
 - Energiaülekanne ja juhtimissüsteem
- Elektrilaengud, vool ja pinget energiaülekandel.
 - Laetud osakesed
 - Laengute vahelised jõud
 - Elektrivool
- Pinget ja potentsiaal
 - Võimsuse ja elektriahelas edastatud energia väärtuste arvutamine kasutades pinget ja voolu väärtusi
- Takistus
 - Oomi seadus

- Elektrijuhid
- Insulators and semiconductors

Peatükk 2: Elektriabel, selle komponendid ja mõisted

Õpieesmärgid

Selle peatüki omandamise järel on oskavad õpilased:

- Kirjeldama elektriabehela komponente ja nendevahelisi seoseid;
- Joonestama lihtsaid elektriskeeme kasutades elektrilist, lülitid ja koormusi;
- Kirjeldama skeemi abil komponentidevahelisi seoseid kasutades ideaalseid ühendusjuhtmeid, jada- ja paralleelharusid ja ühenduspunkte;
- Selgitama komponentide jada- ja paralleelühenduste erinevusi;
- Kirjeldama elektriskeemi toimimist, sealhulgas selgitama termineid: avatud abel, suletud abel ja lühistatud abel.
- Kirjeldada lüliti funktsiooni ja rolli elektriabehelas;
- Suudab eristada sõlmi ja harusid lihtsates elektriabehelates.

Peatüki sisukord

- Ahelate osad, komponendid ja mõisted
 - Elektrijuhtide ja ühenduste tähistamine
 - Loogilised sümbolid ja komponentide tähistused
 - Vooluteekonna juhtimine ja lülitid
- Skeemi topoloogia ja tööpõhimõtted
 - Suletud abelaga skeem ja lihtne sõlm
 - Harud ja keerukad sõlmed
- Elektriliste suuruste mõõtmine
 - Voolu mõõtmine
 - Pinge mõõtmine
 - Takistuse mõõtmine

Peatükk 3: Kirchhoff'i vooluseadus

Õpieesmärgid

Selle peatüki omandamise järel on õpilased võimelised:

- Mõistma voolu jäävuse füüsikalist printsiipi ühenduspunktis (sõlmes);
- Kirjeldama voolu jäävuse reegleid mitme harusiga ühenduspunktide kohta;
- Esitama matemaatiliselt seosed ühenduspunkti suhtes sisenevate ja väljuvate voolude kohta ühenduspunktis reaalsel skeemil;

- Mõistma ahela rööpharude toimimist ja arvutama voolu ja pinget väärtuseid rööpharu iga komponendi jaoks;
- Asendada mitme rööpühenduses komponendiga elektri ahela ühe ekvivalentse takistiga ja arvutama ekvivalentse takistuse väärtuse;
- Kirjeldama voolu jaotava lülituse (voolujaguri) mõistet ja arvutama voolu väärtused ahela erinevates harudes kasutades voolujaguri arvutusreeglit.

Peatüki sisukord

- Voolu jäävus printsiip ühenduspunktis
 - Ühenduspunkt kahe ühendusega
 - Ühenduspunkt mitme ühendusega
- Kirchhoffi vooluseadus
- Rööpahel
 - Paralleelahela ekvivalentne takistus
 - Voolujagur

Peatükk 4 Kirchhoff'i pingeseadus

Õpiesmärgid

Selle peatüki omandamise järel on õpilased võimelised:

- Kirjeldama elektrilise jadaahela talitluse füüsikalisi põhimõtteid, sh pingelangu ja pingetasemeid ahelas.
- Kirjeldama pinget, võimsuse ja takistuse omavahelise proportsionaalse jaotumise reeglit jadaahelas;
- Kasutama Kirchhoffi pingeseadust, et kirjeldada lihtsamaid jada- ja rööpahelaid, märkima voolu ja pinget väärtused ahela komponentidel;
- Esitama jada- ja rööpharudega elektri ahelate matemaatilised kirjeldused rakendades Kirchhoffi pingeseaduse põhimõtteid;
- Kirjeldama jada-ahelat selle ekvivalentse takistusega komponendiga ja arvutama selle ekvivalentse takistuse väärtuse;
- Rakendama pingejaguri printsiipi, et kujundada elektri ahel, mis tagaks kindla väärtusega pinget (väga väikesel koormusel).

Peatüki sisukord

- Pinget ja voolu jadamise ühendatud komponentidega elektri ahelas
- Jadaahela takistuse, võimsuse ja pinget proportsionaalsuse reeglid
- Kirchhoffi pingeseadus
 - Kirchhoffi pingeseaduse rakendamise näide jadaahela jaoks
 - Kirchhoffi pingeseaduse rakendamise näide rööpahela jaoks
- Jadaühenduses komponentide ekvivalentne takistus
- Pingejagur

M003 - SIGNAALID, SÜSTEEMID JA JUHTIMINE MEHHAATROONIKAS

Ainekava

See moodul sisaldab lineaarsete statsionaarsete automaatjuhtimissüsteemide signaali-teooria ja juhtimisteooria põhiteemasid. Koolitusmaterjal sobib kasutamiseks tööstuses automaatika- ja mehhatroonikasüsteemidega tegelevatele inseneridele ja tehnikaülikoolide üliõpilastele.

Õppematerjali korralikuks omandamiseks on vaja tunda kõrgema matemaatika põhialuseid (nt lineaarsete diferentsiaalvõrrandite lahendamine, Laplace'i teisendus, tehted kompleks-arvude ja maatriksitega jne) ning mõne näiteülesande mõistmiseks on vaja elektrotehnika ja mehaanika algteadmisi. Õpiku õppematerjal on jaotatud seitsmeks peatükiks.

Õppeesmärgid

Õppeaine läbimise järel on õppurid võimelised:

- Aru saada nendest juhtimise põhimõistetest milliseid kasutatakse tööstuslike tehniliste rakenduste automaatjuhtimissüsteemide loomisel.
- Määratlema põhilised (sisend)signaalide tüübid milliseid kasutatakse väga erinevate mehhatrooniliste süsteemide juhtimisel.
- Kirjeldama erinevate (valitud) klassifitseerimistunnuste alusel põhilisi juhtimissüsteemide tüüpe.
- Töötama põhiliste matemaatiliste mudelitüüpidega (diferentsiaalvõrrandid ja ülekandefunktsioonid) kirjeldamaks konkreetse süsteemi käitumist.
- Aru saada põhimõtetest mille alusel koostatakse (kombineeritakse) lihtsamatest allsüsteemidest (mida kutsutakse ka dünaamilisteks süsteemideks) tööstuses vajalikke automaatjuhtimissüsteeme.
- Määratlema automaatjuhtimisteoorias kasutatavate elementaarsete dünaamiliste süsteemide põhitüübid.
- Määratlema kolm põhilist meetodit dünaamiliste süsteemide seostamiseks.
- Saavad aru juhtimissüsteemi stabiilsuse mõistest ja süsteemi stabiilsuse saavutamise üldistest eeltingimustest.
- Hindama konkreetse süsteemi stabiilsust kasutades Hurwitz-i stabiilsuse kriteeriumit.
- Määratlema juhtimise kvaliteedi tunnused (kvaliteedi indikaatorid).
- Kirjeldama lineaarsete regulaatorite põhitüüpe - P, I, PI, PD and PID.

Autorid

Assoc. Prof. Dragomir Chantov, PhD, Gabrovo Tehnikaülikool (TUG),
Assist. Prof. Elena Monova, PhD, Gabrovo Tehnikaülikool (TUG)

Õppeaine struktuur

Õppeaine sisaldab seitse peatükki. Iga peatüki juurde kuulub PowerPoint esitlus, viited teemakohastele lisaressurssidele milliseid saab kasutada iseseisval õppimisel, valikvastustega testid oma teadmiste kontrollimiseks ja mõned harjutused/koduülesanded, et rakendada oma teadmisi praktiliselt.

Õppeaine õpik sisaldab järmisi peatükke:

Peatükk 1: Signaalid. Signaalide klassifitseerimine

See Peatükk määratleb mehhatroonikas kasutatavate signaalide põhitüübid ja annab nende klassifikatsiooni.

Õppeeesmärgid

- Tutvustada õppureid mehhatroonika valdkonnas kasutatavate põhiliste signaalide tüüpidega;
- Selgitada signaali mõiste olemust;
- Esitada erinevate signaalide klassifikatsioon;
- Määratleda põhilised juhtimissignaali vormid milleks on ühikhüppefunktsioon impulssfunktsioon.

Peatüki sisukord

- Signaalid. Signaalide klassifitseerimine
 - Klassifitseerimine pidevuse järgi
 - Klassifitseerimine regulaarsuse järgi
 - Paaris-/paaritud signaalid
 - Klassifitseerimine perioodilisuse järgi
- Signaalide põhitüübid juhtimissüsteemides
 - Ühikhüppefunktsioon
 - Ühik-impulssfunktsioon (Diraci deltafunktsioon)
 - Ühik-siinusfunktsioon
 - Polünoomi tüüpi signaalid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 2: Süsteemid. Põhimõisted

See Peatükk määratleb automaatjuhtimissüsteemi mõiste. Esitatakse neli põhiprintsiipi automaatjuhtimissüsteemi ehitamiseks.

Õppeeesmärgid

- Määratleda automaatjuhtimissüsteemide põhiprintsiibid;
- Selgitada õppuritele negatiivse tagasiside põhimõtet;
- Määratleda ühe-dimensiooniline ja mitmedimensiooniline süsteemi mõisted.

Peatüki sisukord

- Süsteemid. Põhimõisted
 - Põhimõisted ja põhimõtted
 - Automaatjuhtimissüsteemide põhimõtted
 - Avatud kontuuriga juhtimissüsteemid
 - Häiringu põhimõttel töötavad juhtimissüsteemid
 - Hälbe põhimõttel töötavad juhtimissüsteemid. Tagasiside põhimõte
 - Korruga häiringu ja hälbe põhimõttel töötavad juhtimissüsteemid
 - Põhilisi juhtimisprintsiipe illustreeriv näide
- Teadmiste kontroll

Peatükk 3: Juhtimissüsteemide lühike klassifikatsioon

Selles peatükis esitatakse juhtimissüsteemide klassifikatsioon lähtuvalt lineaarsuse, dünaamilisuse jne seisukohalt.

Peatüki sisukord

- Juhtimissüsteemide lühike klassifikatsioon
 - Automaatjuhtimissüsteemide klassifitseerimine lineaarsuse järgi
 - Automaatjuhtimissüsteemide klassifitseerimine juhtimisprintsiiibi alusel
 - Automaatjuhtimissüsteemide klassifitseerimine statsionaarsuse järgi
 - Automaatjuhtimissüsteemide klassifitseerimine eesmärgi alusel
 - Automaatjuhtimissüsteemide klassifitseerimine dünaamilisuse järgi
- Teadmiste kontroll

Peatükk 4: Lineaarsete süsteemide mudelite põhitüübid

Selles peatükist esitatakse põhilised matemaatiliste mudelite tüübid, milliseid kasutatakse klassikalises juhtimisteoorias – diferentsiaalvõrrandid ja ülekandefunktsioon.

Õppeesmärgid

- Saada aru füüsiliste ja matemaatiliste mudelite erinevusest; To understand the difference between physical and mathematical model;
- Saada aru analüüsi ja sünteesi ülesannete põhimõttelisest erinevusest;
- Õppida tundma kaht lähenemisviisi süsteemi matemaatilise mudeli loomiseks: matemaatilise modelleerimise vahendite kasutamisega ja süsteemi määratlemine (identifitseerimine) katselisete meetodite abil.
- Määratleda viis matemaatilise mudeli tüüpi mida kasutatakse juhtimisteoorias;
- Tutvuda üksikasjalikult diferentsiaalvõrranditüüpi matemaatiliste mudelitega
- Tutvuda üksikasjalikult ülekandefunktsioonitüüpi matemaatiliste mudelitega.

Peatüki sisukord

- Lineaarsete süsteemide mudelite põhitüübid
 - Matemaatilised mudelid. Põhimõisted
 - Juhtimissüsteemide diferentsiaalvõrranditüüpi matemaatilised mudelid
 - Juhtimissüsteemide ülekandefunktsioonitüüpi matemaatilised mudelid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 5: Elementaarsed dünaamilised süsteemid. Dünaamiliste süsteemide ühendamise reeglid

See peatükk esitab mõtte, mille kohaselt Tautomaatjuhtimissüsteem on lihtsate alamsüsteemide kombinatsioon mida kutsutakse elementaarseteks süsteemideks. Vaadeldakse detailsemalt ka elementaarseid dünaamilisi süsteeme. Teises osas esitatakse kolm põhilist seose tüüpi süsteemide vahel.

Õppeesmärgid

- Turvustada õppuritele süsteemi väisemateks elementaarseteks osadeks jaotamise põhimõtet;
- Tutvustada õppuritele elementaarsete dünaamiliste süsteemide põhilisi tüüpe;
- Suudab aru saada dünaamiliste süsteemide seostamise reeglitest;
- Suudab lahendada ülesandeid, mille teostamisega kaasnevad ekvivalentsed struktuursed teisendused.

Peatüki sisukord

- Elementaarsed dünaamilised süsteemid. Dünaamiliste süsteemide seostamise reeglid
 - Elementaarsete dünaamiliste süsteemide põhitüübid
 - Proportsionaalne süsteem
 - Integreeriv süsteem

- Esimest järku aperioidiline süsteem
- Võnkuv süsteem
- Diferentseeriv süsteem
- Ideaalne hilistussüsteem
- Dünaamiliste süsteemide seostamise reeglid
 - Järjestikühendus
 - Paralleelühendus
 - Tagasisidega ühendus
 - Ekvivalentsed struktuursed teisendused
- Teadmiste kontroll

Peatükk 6: Lineaarsete süsteemide stabiilsus

See Peatükk selgitab stabiilsuse juhtimisega ja tagamisega seotud küsimusi juhtimissüsteemides. Stabiilsuse kriteeriumid. Hurwitz stabiilsuse kriteerium..

Õppeesmärgid

- Aru saada stabiilsuse mõistest ja stabiilsuse põhitingimusest;
- Määratleda põhilised nõudmised lineaarsete süsteemide stabiilsuse saavutamiseks;
- Määratleda põhilised stabiilsuse tingimused;
- Defineerida Hurwitz-i stabiilsuse kriteerium.

Peatüki sisukord

- Lineaarsete süsteemide stabiilsus
 - Stabiilsuse definitsioon. Süsteemi stabiilsuse põhitingimus
 - Hurwitz-i stabiilsuse kriteerium
- Teadmiste kontroll

Peatükk 7: Juhtimissüsteemide kvaliteedinäitajad. Lineaarregulaatorite põhitüübid

See Peatükk määratleb põhilised põhilised kvalitatiivsed indikaatorid juhtimissüsteemis. Põhilised lineaarsed regulaatorid on - P, I, PI, PD ning PID.

Õppeesmärgid

- Määratleda automaatjuhtimissüsteemide põhilised kvaliteedinäitajad nagu siirdeprotsessi kestus, ülereguleerimine, sumbuvus püsiseisundi viga jne;
- Määratleda automaatjuhtimissüsteemides kasutatavate kontrollrite põhitüübid;
- Määratleda erinevate kontrollrite eelised ja puudused.

Peatüki sisukord

- Juhtimissüsteemide kvaliteedinäitajad. Lineaarregulaatorite põhitüübid
 - Automaatjuhtimissüsteemide kvaliteedinäitajad
 - Automaatjuhtimissüsteemide regulaatorite põhitüübid
 - Proportsionaalregulaator (P-regulaator)
 - Integreeriv regulaator (I-regulaator)
 - Proportsionaal-integraalregulaator (PI-regulaator)
 - Proportsionaal-diferentsiaalregulaator (PD-regulaator)
 - Proportsionaal-integraal-diferentsiaalregulaator (PID-regulaator)
- Teadmiste kontroll

M004 - DIGITAALSÜSTEEMID

Ainekava

Õppeaine annab esmase ülevaate digitaalsete signaalidega juhitavate automaatikasüsteemide põhilistest elementidest ja komponentidest. Erinevalt digitaalsüsteemidest juhitakse analoogseadmeid analoogsignaalidega. Süsteemis edastatavad analoogsignaaliid on aga mõjutatavad kasutatavate etalonidest (etaloni täpsusest), signaalide sumbumisest ja välistest häiringutest. Digitaalsed juhtimismeetodid toimivad kindlapiirilisel viisil, võimaldades viia juhitavaid elektroonilisi seadmeid korduvalt ettenähtud olekusse (sisu saab piiritletud väärtuse).

Nüüdisajal on termin „digitaalne” igapäevases kasutuses. Digitaalseid seadmeid ja meetodeid kasutatakse laialdaselt kõikidel elualadel: arvutites, robotites, tootmise automatiseerimisel, meditsiinitehnikas, transpordis, telekommunikatsioonis, meelelahutustööstuses, kosmoseuuringutes jne.

Hariduse omandamisel tutvute algul digitaalsetes süsteemides kasutatavate põhimõistetega ja avastate uusi põhimõtteid alustades lihtsast sisse/välja lülitist kuni keerukate arvutite toimimiseni. Õppeaine läbimise järel peaksite suutma aru saada kuidas asjad töötavad, rakendada õpitut praktikas ning analüüsima digitaalsete süsteemide töös tekkivaid probleeme.

Õppeeesmärgid

Õppeaine omandamise järel õppurid:

- Saavad aru digitaalsete signaalide ja digitaalsete süsteemide põhialustest;
- Teavad, kuidas digitaalsüsteemid seostuvad analoogmaailmaga;
- Eristavad süsteemis erinevaid elemente ning kasutavad neid komplekssete digitaalsete ahelate ehitamisel;
- Projekteerivad keerukaid seadmeid kasutades tüüpilisi digitaalseid ehitusblokke (loogikablokke);
- Tunnevad ja kasutavad erinevaid arvustusüsteeme ning suudavad muundada arve üleviimisel ühest arvustusüsteemist teise;
- Eristavad mikrokontrollerite ja mikroprotsessorte olulisi omadusi ja rakendavad neid seadmeid käimasolevas arendusprojektis.

Autorid

Michał Smater, Tööstusautomaatika ja mõõtmistehnika instituut (PIAP)
Bogumiła Wittels, Tööstusautomaatika ja mõõtmistehnika instituut (PIAP)
Piotr Falkowski, Industrial Institute of Automation and Measurements (PIAP)

Õppeaine struktuur

Õpik on jaotatud kuueks peatükiks. Esimene Peatükk on sissejuhatus. Iga Peatüki juurde kuulub PowerPoint esitlus, viited iseseisvaks õppimiseks sobivatele (täiendavatele) ressurssidele, valikvastustega kontrollküsimused, et õppur saaks iseseisvalt omandatud teadmisi testida ja harjutusülesanded uute praktiliste oskuste omandamiseks.

Õppeaine sisaldab järgmisi sisulisi peatükke:

Peatükk 1: Analoo- ja digitaaltehnik

Õppeeesmärgid

- Saab aru mis on analoogsignaali;
- Saab aru mis on digitaalsignaali;
- Eristab analoogkujul signaali ja analoogseadet vastavalt digitaalkujul signaalist ja digitaalseadet;
- Loetleb digitaaltehnik eeliseid ja puudusi võrreldes neid analoogtehnikaga;
- Saab aru milleks on vaja analoogdigitaalmuundurit (ADM) ja digitaalanoogmuundurit (DAM).

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Analoo-signaal
- Digitaalsignaali
- Analoo- ja digitaaltehnik

Peatükk 2: Arvusüsteemid

Õppeeesmärgid

- Tunneb kahendsüsteemi põhiomadusi;
- Muundab etteantud kahendarvu vastava väärtusega;
- Arvutab kahendarvudega;
- Tunneb kaheksandarvusüsteemi ja kuueteistkümnendarvusüsteemi erinevusi;

- Märkab digitaalsüsteemides kasutatava kaheksandarvusüsteemi eeliseid kuueteistkümendarvusüsteemi ees;
- Muundab arve ühest arvusüsteemiest.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Kümnenndsüsteem
- Kahendsüsteem
- Kaheksandsüsteem
- Kuueteistkümnenndsüsteem
- Arvusüsteemid – mõned peamised terminid
- Teisendused arvude edastamisel arvusüsteemide vahel
- Kahendsuuruste väljendamine

Peatükk 3: Digitaallülitused/Loogikalülitused

Õppeeesmärgid

- Saab aru digitaallülituste töö põhimõtetest;
- Teostab kolme põhilist loogikatehet;
- Kirjeldab tõesustabeli abil loogikalülituste Ja, VÕI, EI, NING-EI-ventiil, VÕI-EI-ventiil, VÄLISTAV-VÕI-ventiil ja VÄLISTAV-VÕI-EI-ventiil toimimist;
- Kirjutavad Bool-i avaldisi loogikalülituste ja nende seostud kombinatsioonide kirjeldamiseks;
- Rakendavad loogikalülitusi kasutades põhiliselt JA, VÕI, EI lülisid;
- Kasutavad Bool-i avaldisega kirjeldatud funktsiooni realiseerimiseks universaalseid digitaallülitusi NING-EI-ventiil, VÕI-EI-ventiil, VÄLISTAV-VÕI-ventiil ja VÄLISTAV-VÕI-EI-ventiil.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Loogikaventiilid
- Peamised integraallülitused

Peatükk 4: Programmeeritavad loogikaseadmed

Õppeeesmärgid

- Kirjeldab põhimõiste „programmeeritav loogikaseade (PLD)” tähendust.

- On teadlik erinevatest programmeeritavate loogiliste seadmete tüüpidest (lihtsamatest ja keerukamatest).
- On võimeline eristama programmeeritavate loogiliste seadmete tüüpe.
- Kirjeldab PLD valdkonnas kasutatavate terminite tähendust.
- Võrdleb erinevate programmeeritavate loogiliste seadmete programmeerimiseks kasutatavaid programmeerimismeetodeid.
- Kirjeldab erinevate PLD ülesehitust ja suudab neid võrrelda.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Programmeeritavad püsimalud
- Programmeeritava loogikaga maatriks
- Programmeeritav maatriksloogika
- Üldine maatriksloogika
- Täisprogrammeeritav loogikaseade
- Programmeeritav ventiilmaatriks
- Programmeeritava loogikaga riistvara projekteerimine ja arendamine
- Programmeerimiskeeled

Peatükk 5: Mikrokontroller, mikroprotsessor

Õppeeesmärgid

- Saab aru mikrokontrolleri ja mikroprotsessori põhilisest erinevusest;
- On teadlik mikrokontrollerite tähtsamatest rakendusvaldkondadest;
- On võimeline kirjeldama tüüpilisi riistvara komponente milliseid kasutatakse mikrokontrolleri ja mikroprotsessori koostises;
- Võrdleb kaheksabitiseid, 16-bitiseid, 32-bitiseid mikrokontrollereid viidates riistvara sisemise ülesehituse (ehk arhitektuuri) erinevustele;

Kirjeldab neid parameetreid mida peab teadma loodava tehnilise rakenduse jaoks õige mikroprotsessori tüübi valikuks.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus mikrokontrollerite teemasse
- Rakendused
- Mikrokontrolleri siseehitus
- Sissejuhatus mikroprotsessorite teemasse
- Mikroprotsessorite areng
- Mikroprotsessori siseehitus

M005 - Manussüsteemid mehhatroonikas

Ainekava

Õppeaine esitab sissejuhatuse manussüsteemidesse milliseid kasutatakse mehhatroonikas. Õpiku sisu on fokuseeritud manussüsteemide töö kirjeldamiseks vajalike põhimõtete tutvustamisele. Selles esitatakse info manussüsteemide erinevate komponentide nagu mikroprotsessor, mälukiibid, andmesideliidesed jne. kohta. Õppematerjal on kohandatud eelkõige väikese ja keskmise suurusega ettevõtete töötajatele kes töötavad mehhatroonika ja tööstuse automatiseerimise valdkonnas, samuti erinevate kutseõppeasutuste õpilastele ja üliõpilastele kes soovivad oma teadmisi täiendada või uuendada.

Learning objectives

Õppeaine sisu läbimise ja omandamise järel õppurid:

- Saavad aru manussüsteemides (ehk sardsüsteemides) kasutatavate põhimõistete tähendusest;
- Tunnevad mikroprotsessorite ülesehituse kirjeldamiseks kasutatavaid klassifikaatoreid;
- Tunnevad manussüsteemides kasutatavate mäluseadmete põhiliike;
- Saavad aru analoog-digitaal- ja digitaal-analoogmuundurite töö põhimõtetest;
- Teavad enimkasutatud andmesidestandarddeid, milles esitatud protokollide kohaselt toimub mikrokiipide vaheline andmeside;
- Tunnevad manussüsteemides kasutatavate toiteallikate topoloogiat.

Kaasautorid

Professor Stefan Ivanov, Gabrovo tehnikaülikool (TUGAB)

Abiprofessor Todor Todorov, Gabrovo tehnikaülikool (TUGAB)

Õppeaine struktuur

Õpiku sisu on jaotatud 10 peatükiks. Iga Peatüki juurde kuulub PowerPoint esitus, viited iseseisvaks õppimiseks sobivatele (täiendavatele) ressurssidele, valikvastustega kontrollküsimused, et õppur saaks iseseisvalt omandatud teadmisi testida ja harjutusülesanded uute praktiliste oskuste omandamiseks.

Õppeaine sisaldab järgmisi sisulisi peatükke:

Peatükk 1: Manussüsteemide põhiomadused

Õppeesmärgid

- Saab aru manussüsteemide arengust ja nende koosseisu kuuluvate komponentide rakendamisest;
- Tunneb manussüsteemide ajaloolist arenguteed;
- Saab aru manussüsteemide arengu suundadest.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Manussüsteemide struktuur ja põhikomponendid
- Manussüsteemide ajalooline areng
- Suundumused manussüsteemide arengus

Peatükk 2: Mikroprotsessorid ja mikrokontrollerid manussüsteemides

Õppeesmärgid

- Saab aru mikroprotsessorite põhilistest koostisosadest ja ülesehitusest;
- Eristab põhimõisteid mikroprotsessor ja mikrokontroller;
- Tunneb erinevate mikroprotsessorite arhitektuuri;
- Tunneb mikroprotsessorite ja mikrokontrollerite ajaloolist arengut.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Mikroprotsessorite ajalooline areng
- Nüüdisaegsete mikroprotsessorite ja mikrokontrollerite arhitektuur
- Mikroprotsessorite ja mikrokontrollerite põhiomadused
- Mikrokontrollerite arengutrendid

Peatükk 3: Manussüsteemides kasutatavad hävi- ja säilmälud

Õppeesmärgid

- Saab aru hävi- ja säilmälude põhimõttelistest erinevustest;
- Teab manussüsteemides kasutatavate mälu kiipide põhilisi tüüpe;

- Tunneb muutmälu (RAM) tööpõhimõtet;
- Saab aru ROM, PROM, EPROM, EEPROM and välmälu erinevustest.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Mälud

Peatükk 4: Analoogsignaaliid ja elektroonilised ahelad nende töötlemiseks

Õppeesmärgid

- Saab aru analoogsignaaliid põhiomadustest;
- Tunnevad analoogsignaaliid töötlemiseks kasutatavaid skeeme;
- Saab aru operatsioonivõimendi tööpõhimõttest;
- Teab operatsioonivõimendi kasutamisel põhinevaid elektroonikaskeeme;

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Analoogsignaaliid ja analoogsignaaliid muundamine
- Operatsioonivõimendid
- Põhiskeemid operatsioonivõimenditega
- Analoog-komparaatorite tööpõhimõte.

Peatükk 5: Analoog-digitaal- ja digitaal-analoog-muundurid manussüsteemides

Õppeesmärgid

- Saab aru analoogsignaali muundamisest digitaalsignaaliiks (ADC) ja digitaalsignaali muundamisest analoogsignaaliiks (DAC) ;
- Saab põhimõtteliselt aru kuidas toimub muundamine digitaalkujult – analoogkujule;
- Tunneb erinevat tüüpi ADC muundureid;
- Tunneb erinevat tüüpi DAC muundureid;

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Signaaliid muundamine
- Analoog - digitaalmuundurid
- Digitaal - analoogmuundurid

Peatükk 6: Diskreetsed ja sageduslikud signaalid manussüsteemides

Õppeesmärgid

- Saab aru manussüsteemides kasutatavatest erinevate loogiliste nivoode mõistest;
- Saab aru impulsilaiusmodulatsiooni mõistest (PWM);
- Saab aru kuidas kaitstakse manussüsteemides tekkida võiva kõrge elektripinge eest sisendahelaid ja väljundahelaid;

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Diskreetsed ja sageduslikud signaalid
- Signaalide loogilised nivood
- Manussüsteemide digitaalsed sisendid ja väljundid

Peatükk 7: Sideprotokollid manussüsteemides

Õppeesmärgid

- Kirjeldab erinevaid sideliideseid ja nende töö põhimõtteid;
- Saab aru välise jadaliidese mõiste sisulisest tähendusest;
- Saab aru jadaliidese tähisega I²C sisulisest tähendusest;
- Saab aru UART tüüpi liidese sisulisest tähendusest;

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Väline jadaliides (SPI)
- Jadaliides tähisega I²C
- Universaalne asünkroon-transiiver (UART)

Peatükk 8: Displeid info visualiseerimiseks

Õppeesmärgid

- Kirjeldab erinevat tüüpi visuaalseid ekraane (displeidid);
- Teab LED-näidikuid (indikaatoreid);

- Saab aru LCD displeide tööpõhimõtteid;
- Saab aru OLED displeide tööpõhimõtteid;

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- LED – valgusdiodid märgutuled
- LCD – vedelkristallnäidikud
- TFT – aktiivmaatriksekraanid (kiletransistoritega)
- OLED – orgaaniliste valgusdiodidega ekraanid

Peatükk 9: Manussüsteemide elektritoide

Õppeesmärgid

- Kirjeldab erinevat tüüpi toiteallikaid;
- Saab aru elektripinget lineaarstabilisaatorite tööpõhimõtteid;
- Saab aru impulss-stabilisaatorite tööpõhimõtteid;
- Teab pinget madaldavate, pinget kõrgendavate, madaldav-kõrgendavate regulaatorite tööpõhimõtteid.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Lineaarstabilisaatorid
- Impulss-stabilisaatorid
- Erinevat tüüpi (mitmik) pingesüsteemide kasutamine manussüsteemides

Peatükk 10: Manussüsteemide programmeerimine

Õppeesmärgid

- Teavad manussüsteemide tarkvara arendamiseks kasutatavaid programmeerimiskeeli;
- Saab aru manussüsteemide programmide kompileerimise protsessist;
- Saab aru kuidas toimib programm operatsioonisüsteemiga ja reaalaajaoperatsioonisüsteemiga RTOS;
- Teab kuidas programmeerida manussüsteeme.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Programmeerimiskeeled
- Tarkvara loomine manussüsteemidele
- Tarkvara toimimise põhiprintsiibid
- Tarkvara silumine
- Manussüsteemide programmeerimine

M006 – Sideliidesed ja protokollid

Ainekava

Tootmise automatiseerimine tõstab tööstusettevõtete tootlikkust. Selleks tuleb projekterida automaatseid juhtimissüsteeme mitmesuguste valmistusprotsesside teostamisel kasutatavate töömasinate juhtimiseks. Tootmise automatiseerimise juhtimise mõiste hõlmab haldusjuhtimist, infotehnoloogiat ja sidetehnoloogiat.

Õppeaine "Sideliidesed ja -protokollid" võimaldab operaatoritel, kes töötavad väikese ja keskmise suurusega ettevõtetes, omandada alusteadmisi standardsete andmesideliidestest ja sidevõrkude rakendamise tootmise automatiseerimisel. Õppeaine sisu loomisel ja struktureerimisel püüdsid autorid edastada nüüdistehnika saavutusi, samas vähendades teoreetilisi seisukohti ja matemaatilisi valemeid miinimumini.

Õpiku sisu on jaotatud kümneks peatükiks.

Õppeeesmärgid

Õppeaine sisu omandamise järel on õppurid võimelised:

- Aru saada sideliidestest ja -protokollidest;
- Aru saada tüüpiliste andmesidevõrkude põhilistest omadustest;
- Aru saada võrgumodelite ja topoloogiatega alustest ja üldisest taustsüsteemist seejuures pöörates erilist tähelepanu füüsilistele seadmetele, sidevõrgu loogilisele ülesehitusele samuti ka ISO OSI ja DoD viitemudelitele;
- Aru saada ettevõtte tööväljaseadmete ja tööstussüsteemide juhtimise hierarhias loogiliselt kõige madalamal tasemel rakendatud sidevõrkude iseloomulikest omadustest;
- Aru saada tööväljasiinide Profibus ja CAN spetsifikatsioonis nimetatud omadustest;
- Kirjeldama tööstuses "juhtimise" loogilisel tasandil rakendatud ControlNet spetsifikatsiooni üldisi ja eriomadusi;
- Aru saada tööstuslikes võrkudes infotasandil rakendatud protokollist Ethernet ja tööstuslike automaatikasüsteemide vahelisest juhtmevabast andmevahetusest;

Kaasautorid

Assoc. Prof. Aldeniz Rashidoc, Gabrovo Tehnikaülikool (TUG),
Assoc. Prof. Stanimir Jordanov, Gabrovo Tehnikaülikool (TUG).

Õppeaine struktuur

Õppeaine sisu on jaotatud kümneks peatükiks. Iga peatükki on täiendatud PowerPoint esitlusega, testidega enda teemakohaste teadmiste kontrollimiseks ning harjutusülesannetega omandatud teadmiste praktiliseks rakendamiseks.

Õppeaine sisaldab järgmisi peatükke:

Peatükk 1: Tööstuslikud sidevõrgud. Sissejuhatus

Õppeeesmärgid

- Saab aru nüüdisaegse tootmissüsteemi eriomadustest;
- Seletab lahti nüüdisaegsete andmesidesüsteemi põhilised iseloomulikud omadused;
- Saab aru infosüsteemi andmesidevõrkude arhitektuurist;
- Saab aru kuidas ning milleks kasutatakse seadmete automaatjuhtimisel andmesidevõrke.

Peatüki sisukord

Sissejuhatus

- Nüüdisaegsete tootmissüsteemide tüüpilised omadused
- Sidesüsteemide arhitektuur
- Tänapäevaste sidesüsteemide omadused
- Hajusjuhtimissüsteemid – DCS
 - Detsentraliseeritud vertikaalselt integreeritud hajusjuhtimissüsteemi arhitektuur – I tüüp
 - Detsentraliseeritud vertikaalselt integreeritud hajusjuhtimissüsteemi arhitektuur – II tüüp
 - Horisontaalselt integreeritud hajusjuhtimissüsteemi arhitektuurid
- Võrgusidega automaatsed juhtimissüsteemid – ACSNC
- Võrgusidega jaotusvõrkude funktsionaalne jaotamine
 - Tööväljatasandi süsteemid
 - Juhtimistasandi (haldustasandi) süsteemid
 - Infotasandi süsteemid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 2: Sidevõrk

Õppeesmärgid

- Saab aru sidevõrkude mõiste tähendusest ja andmevahetuse tähtsusest;
- Tunneb sidevõrkude põhilisi tüüpe;

Peatüki sisukord

- Sidevõrk. Võrgutüübid
- Võrgutüübid
 - Võrdvõrk
 - Klient-server-tüüpi võrk
 - Liittüüpi võrgud
- Teadmiste kontroll

Peatükk 3: Võrgu topoloogiad ja mudelid

Õppeesmärgid

- Saab aru võrgu topoloogia füüsilise topoloogia mõistete tähendusest;
- Saab aru mis on võrgumudelid ja -seadmed ning kuidas neid mõisteid kasutatakse võrgu füüsiliseks ja loogiliseks struktureerimiseks.

Peatüki sisukord

- Võrgu topoloogiad
- Füüsiliste topoloogiate tüübid
 - Siinitopoloogia
 - Ringtopoloogia
 - Tähttopoloogia
 - Laiendatud tähttopoloogia
 - Hierarhiline topoloogia
 - Silmustopoloogia
- Võrgumudelid
 - OSI võrgumudel
 - DoD mudel
- Seadmed füüsilise ja loogilise võrgu struktureerimiseks
 - Passiivseadmed

- Aktiivseadmed
- Seadmed võrgu konfigureerimiseks segmentideks ja alamvõrkudeks
- Teadmiste kontroll

Peatükk 4: Tööstuslikud tööväljavõrgud. Üldised omadused

Õppeesmärgid

- Saab aru tööväljavõrkude omadustest ja funktsionaalsusest;
- Saab aru milliseid meetodeid kasutatakse informatsiooni edastamiseks tööväljavõrkudes;
- Saab aru millised on konkreetsed sidemehhanismid tööväljavõrkudes.

Peatüki sisukord

- Tööstuslike tööväljavõrkude omadused
- Tööväljavõrkude funktsioonid
- Tööväljavõrkudes kasutatavad andmeedastusmeetodid
- Tööväljavõrkudes kasutatavate seadmete klassid
- Tööväljavõrkude sidemehhanismid
- Nüüdisaegsed tööväljavõrkude spetsifikatsioonid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 5: Tööväljavõrgu Profibus spetsifikatsioon

Õppeesmärgid

- Saab aru Profibus tööväljavõrgu eriomadustest;
- Saab aru PROFIBUS-DP toimimisest (tööpõhimõttest) ja siini ajastamisest.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Protokoll kirjeldus
- PROFIBUS DP tööpõhimõte
- Siini ajastamine
- Teadmiste kontroll

Peatükk 6: Sideprotokollid CANBUS ja MODBUS

Õppeesmärgid

- Saab aru CANBUS sideprotokolli põhi- ja eriomadustest;
- Saab aru Modbus sideprotokolli põhi- ja eriomadustest.

Peatüki sisukord

- Sideprotokoll CANBUS
 - Protokolli kirjeldus
 - Tööpõhimõte (toimimise põhimõte)
 - Andmepaketi kirjeldus
 - Kaadrite tüübid
 - Arbitreerimine andmeedastuse ajal
 - Veatõrje
 - Edastuskiirus ja võrgu pikkus
 - Kõrgtaseme/kihi protokollid
 - CAN-i eelised
 - CAN-i puudused
- Sideprotokoll Modbus
 - Protokolli kirjeldus
 - Kaadri formaat
 - Funktsioonikoodide kategooriad
 - Standardiseeritud käsud
 - Kasutaja käsud
 - Reserveeritud käsud
 - Andmemudel
 - Veatõrje Modbus RTU protokollis
- Teadmiste kontroll

Peatükk 7: Juhtimistasandi tööstuslikud võrgud. ControlNet-võrgu spetsifikatsioon

Õppeesmärgid

- Saab aru tööstuslike juhtimistasandi võrkude põhiomadustest;
- Saab aru ControlNet tüüpi andmesidevõrgu toimimisest ja eriomadustest.

Peatüki sisukord

- Juhtimistasandi tööstuslikud võrgud

- ControlNet-võrgu spetsifikatsioon
- ControlNeti võrkude topoloogia
- Sõnumitüübid ControlNetis
- ControlNeti kaadri struktuur
- ControlNeti võrkude seadmete klassid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 8: Infotasandi tööstuslikud võrgud

Õppeesmärgid

- Saab aru infotasandi tööstuslike võrkude põhi- ja eriomadustest;
- Saab aru infotasandi tööstuslike võrkude tööst reaajatingimustes;
- Saab aru milliseid (võrgu)seadmeid kasutatakse infotasandi tööstuslikes võrkudes.

Peatüki sisukord

- Võrkude üldised omadused ja nõuded
- Infotasandi võrkude töö reaajas
- Infotasandi võrkudes kasutatavad seadmed
- Tarkvara sisu
- Infotasandi võrkude topoloogia
- Infotasandi andmevahetuse tüübid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 9: Etherneti võrgu spetsifikatsioon

Õppeesmärgid

- Saab aru Ethernet võrgu spetsifikatsioonist (reeglistikust);
- Saab aru kiire Ethernet (100 Mbit/s) ja ülikiire Ethernet (Gigabit Ethernet) võrgu omadustest ja põhiparameetrite nimiväärtustest;
- Saab aru millised protokollid kasutatakse Ethernet spetsifikatsioonis.

Peatüki sisukord

- Kiire Ethernet (100 Mbit/s)
- Ülikiire Ethernet (Gigabit Ethernet)
- Edastusmeedium
- Sideprotokollid

- Aadressiteisenduse protokoll (Address Resolution Protocol, ARP) ja võrguaadressi (sõlme) pöörd-aadressiteisenduse protokoll (Reverse Address Resolution Protocol, RARP)
- Protokollid TCP/IP
- Kasutajadatagrammi protokoll (User Datagram Protocol, UDP)
- Internetiprotokoll IP
- Teadmiste kontroll

Peatükk 10: Traadita side tööstuslikus keskkonnas

Õppeesmärgid

- Saab aru traadita võrkude sisulisest olemusest ja nende arengu taustast;
- Saab aru traadita võrkude põhirühmade tähendusest sides;
- Saab aru traadita võrkude loogilistst topoloogiatest, traadita võrkudes kasutatavast andmete jaotussüsteemist ja andmekaitse põhialustest.

Peatüki sisukord

- Traadita võrkude sisu ja taust
- Traadita võrkude rühmad
 - Suure läbilaskevõimega tehnoloogia
 - Keskmise läbilaskevõimega tehnoloogia
 - Bluetooth-tehnoloogia
 - Väikese läbilaskevõimega tehnoloogiad
 - Z-Wave
- Traadita võrkude loogilised topoloogiad
 - AD-HOC
 - Pääsupunkt-klient
 - Traadita jaotussüsteem (Wireless Distribution System, WDS)
 - Repiiter (sumbuva signaali taastaja kaugtsoonis)
 - Sild
- Andmekaitse
- Teadmiste kontroll

M007 - PLC süsteemid

Õppekava

Õppeaine PLC süsteemid annab õppjale alginfo tööstuskontrollerite (PLC) kasutamiseks masinate ja tootmisprotsesside automatiseerimiseks, fokuseerudes eelkõige PLC tööprintsiipide (tööpõhimõtete) selgitamisele, samas pakkudes ka praktilist infot kontrolleritega juhitavate mehhatrooniliste süsteemide seadistamiseks, programmeerimiseks ja eksploatatsiooniks. Õpiku PLC süsteemid eesmärk on pakkuda väikese ja keskmise suurusega ettevõtete töötajatele alustadmisi ja infot põhiteadmiste omandamiseks programmeeritava loogikaga tööstuskontrollerite programmeerimiskeeltest, programmeerimisel kasutatavatest funktsiooniblokkidest ja mehhatrooniliste seadmete ning süsteemide juhtimisalgoritmide koostamisest.

Õppeesmärgid

Õppeaine sisu omandamise järel õpilased suudavad:

- Aru saada tööstusseadmete automatiseerimise eesmärkidest ja programmeeritava tööstuskontrolleri mõistest;
- Aru saada programmeeritavate kontrolleriga juhtud süsteemide põhialustest;
- Eristada PLC riistvaralisi koostisosi, suudavad võrrelda erinevaid PLC tüüpe ja selgitada Siemens PLC töötamist;
- Aru saada automaatikaprojektis loodava tarkvara struktuurist, juhtimisprogrammi koostamisest, suudavad juhtimisprogrammi testida ning laadida Siemens S7-1200 PLC-sse;
- Rakendada põhilisi ja arenenud loogikaoperatsioone (sh. ka bit loogikat) PLC programmi koostamisel, arendamisel, silumisel, testimisel ning dokumenteerimisel, kasutades redellogika (Ladder) keelt;
- Diagnoosida ja parandada Siemens PLC töös esinevaid tõrkeid ja kasutada TIA Portal tarkvara;
- Üksikasjalikult kirjeldama ohutusega seotud nõudeid ja asjaolusid personalile, seadmetele ja automaatsetele tootmissüsteemidele.

Koostajad

Dots. Elmo Pettai, Tallinna Tehnikaülikool, TalTech
Ins. Margus Müür, TalTech,
Nooremteadur Vahur Maask, TalTech.

Õppeaine struktuur

Õppeaine sisuline tekst koosneb põhipeatükkidest ja laiendatud peatükkidest. Õppeaine põhiosa sisaldab viis (5) peatükki. Laiendatud sisu koosneb 12 peatükist. Iga peatüki juurde kuulub PowerPoint esitus, viited iseseisvalt läbitöötatavatele resurssidele (täiendavale õppematerjalile), enesekontrolli testid, mis koosnevad valikvastustega küsimustest, ja ülesanded/harjutused, et panna omandatud teadmised proovile.

Õppeaine sisu koosneb järgmistest peatükkidest:

Peatükk 1: Programmeeritav loogikakontroller

Õppeeesmärgid

- Aru saada tootmise automatiseerimise üldistest sotsiaalsetest eesmärkidest;
- Aru saada tööstusrakenduste automatiseerimise eesmärkidest ja programmeeritava tööstuskontrolleri mõiste tähendusest;
- Explain main terms used in the field of PLC;
- Selgitada programmeeritavate loogikakontrollerite (PLC) valdkonnas kasutatavate tehniliste mõistete tähendust;
- Aru saada programmeeritavate loogikakontrollertega süsteemide põhialustest;
- Kirjeldada PLC riistvaraosi, võrrelda olemasolevaid PLC tüüpe ja selgitada firma Siemens PLC-de töötamist.

Peatüki sisukord

Sissejuhatus

Lühendid

- Programmeeritav loogikakontroller
 - Automatiseeritud valmistussüsteem
 - Mõiste – programmeeritav loogikakontroller
 - Programmeeritava loogikakontrolleri riistvara
 - PLC toitemoodul
 - PLC keskuhtimismoodul
 - PLC signaalimoodul
 - Muud PLC moodulid
 - Siemens S7-1200 seeria PLC riistvara
 - PLC tüübid

- Kompakt-PLC
- Moodul-PLC
- Operaatorpaneeliga PLC
- Tööstusarvuti
- Kaart-PLC
- Tarkvaraline PLC
- PLC poolt töödeldavad signaalid
 - Binaarsignaali
 - Digitaalsignaali
 - Analoojsignaali
- Kuidas töötab SIMATIC S7-1200 PLC?
- Multitegumtöö
- Teadmiste kontroll

Peatükk 2: PLC programmeerimine

Õppeesmärgid

- Anda ülevaate PLC programmeerimiskeelte, programmi struktuuri, andmetüüpide ja muutujate adresseerimise kohta;
- Aru saada muutujate (andmete) tüüpidest ja adresseerimise mõistetest milliseid on vaja teada enne programmeerimise alustamist;
- Süvendada arusaamist juhtimisprogrammi struktuurist ja tööstuskontrolleris kasutatavatest andmetüüpidest;
- Kirjeldada PLC programmi erinevaid loomise etappe.

Peatüki sisukord

- PLC programmeerimine
 - Standard IEC 61131-3
 - Programmi ülesehituse plokid
 - PLC programmeerimiskeeled
 - Käsulist (Instruction List - IL)
 - Struktureeritud tekst (Structured Text - ST)
 - Funktsiooniplokk skeem (Function Block Diagram - FBD)
 - Kontaktaseskeem (Ladder Diagram - LD)
 - Järjestatud funktsioonide kaart (Sequential Function Chart – SFC)

- SIMATIC S7-1200 PLC programmeerimiskeeled
- Muutujate adresseerimine STEP 7 kohaselt
- PLC's kasutatavad andmetüübid
 - Elementaarsed andmetüübid
 - Kompleksandmetüübid
- Programmeerimine standardi IEC 61499 abil
- PLC juhtimisprogrammi loomine
- Teadmiste kontroll

Peatükk 3: Esimene projekt kasutades Siemens S7-1200 PLC

Õppeesmärgid

- Aru saada ja kirjeldada uue projekti avamist, kontrolleri programmeerimise alustamist arendusplatvormi TIA Portal (versioon 14) keskkonnas ning suudab laadida programmi tööstuskontrollerisse Siemens S7-1200.

Peatüki sisukord

- Esimene projekt Siemensi S7-1200 seeria PLC'ga
 - Uue projekti loomine
 - PLC riistvara seadistamine projektis
 - Muutujate deklareerimine
 - Programmi kirjutamine
 - Programmi testimine
 - Seadistuste ja programmi kontrollerisse laadimine

Peatükk 4: Binaarloogika funktsioonid

Õppeesmärgid

- Aru saada millised on peamised loogika (funktsioonide) plokid;
- Aru saada kuidas funktsionaalsed plokid PLC-s toimivad.

Content of the Lesson

- Binaarloogika funktsioonid
 - NING- ja VÕI-lülid
 - Eitus
 - VÄLISTAV-VÕI-lüli
 - SR- ja RS-trigerid
 - Signaali väärtuse muutuse avastamine
 - Loogikatehted mitmebitiliste operandidega
 - Ülesanded
 - Ühe nupuga ühe lambi välja lülitamine
 - Ühe lambi sisse lülitamine ühe või teise nupuga
 - Ühe lambi sisse lülitamine kolme nupuga
 - Kahe nupuga ühe lambi lülitamine
 - Kolme nupuga mitme lambi lülitamine
 - Ühe nupuga ühe lambi lülitamine
 - Ühe nupuga kahe lambi lülitamine
 - Teadmiste kontroll

Peatükk 5: Arenenud binaarloogika funktsioonid

Õppeeesmärgid

- Aru saada PLC programmeerimisel kasutatavatest numbrisüsteemiest;
- Aru saada mis on arenenud Bool loogika funktsioonid nagu taimerid, loendurid, võrdlussõlmed ja nihkefunktsioonid;

Peatüki sisukord

- Arenenud binaarloogika funktsioonid
 - PLC programmis kasutatavad numbrisüsteemid
 - Kümnersüsteem
 - Kahendsüsteem
 - Kaheksandsüsteem
 - BCD arvusüsteem
 - Kuueteistkümnersüsteem
 - Märgiga kahendarvud
 - Reaalarvud
 - Arvude esitus PLC mälus
 - Taimerid ehk viivituse teostajad
 - Sisselülitusviivitusega taimer

- Aja akumulaatoriga sisselülitusviivitusega taimer
- Väljalülitusviivitusega taimer
- Impulsstaimer
- Lisa funktsioonid taimerite kasutamiseks
- Loendur
- Komparaator
- Nihkefunktsioonid
- Ülesanded
 - Ühe lülitiga ühe lambi viitega väljalülitus
 - Ühe nupuga kahe lambi sisse lülitamine ajalise viitega
 - Ühe nupuga ühe lambi sisse lülitamine määratud ajaks
 - Ühe lambi vilgutamine
 - Lambi lülitamine kümnenadal vajutusel
 - Kolme lambi lülitamine kahe nupuga
- Teadmiste kontroll

Peatükk 6: Ülekande- ja programmi juhtimisfunktsioonid

Õppeeesmärgid

- Aru saada mis on ülekande- ja juhtimisfunktsioonid;
- Aru saada kuidas keskprotsessoris töödeldakse funktsioone ja andmeid;
- Tutvuda programmi juhtimisfunktsioonidega PLCprogrammeerimisel.

Peatüki sisukord

- Ülekande- ja programmi juhtimisfunktsioonid
 - Ülekandefunktsioonid
 - Programmi juhtimisfunktsioonid
 - Hüppefunktsioonid
 - Ploki aktiveerimine
 - Ploki töö lõpetamine
 - Lisa funktsioonid SCL keeles programmi juhtimiseks
 - Ülesanded
 - Ühe nupuga ühe lambi lülitamine
 - Ühe nupuga kahe lambi lülitamine
 - Ühe lambi vilgutamine
 - Kahe nupuga ühe lambi lülitamine
 - Kahe nupuga kolme lambi juhtimine
- Teadmiste kontroll

Peatükk 7: Matemaatilised ja teisendusfunktsioonid

Õppeeesmärgid

- Aru saada millised on põhilisi matemaatilisi funktsioone kasutatab PLC;
- Aru saada milliseid põhilisi andmetüüpe kasutatakse arvutustel PLCs;
- Ära tundma matemaatilistes funktsioonides kautatavaid andmetüüpe;
- Teab milliseid matemaatilisi funktsioone kasutatakse standardis IEC61131.

Peatüki sisukord

- Matemaatilised ja teisendusfunktsioonid
 - Aritmeetilised tehted
 - Arvfunktsioonid
 - Väärtuse märgi muutmine (NEG)
 - Väärtuse suurendamine ja vähendamine (INC, DEC)
 - Absoluutväärtuse leidmine (ABS)
 - Suurima ja väikseima tagastamine (MIN, MAX)
 - Väärtuse piiramine (LIMIT)
 - Ruut ja ruutjuur (SQR, SQRT)
 - Naturaallogaritm ja eksponentfunktsioon (LN, EXP, EXPT)
 - Trigonomeetriselised funktsioonid
 - Murdosa tagastamine (FRAC)
 - Matemaatilised tehted aja muutujatega
 - Teisendusfunktsioonid
 - Teisendusfunktsioon CONV
 - Komakohaga arvu ümardamine täisarvuks
 - Aja andmetüüpide teisendamiskfunktsioonid
 - Skaleerimine ja normeerimine (SCALE_X, NORM_X)
 - Ülesanded
 - Kolme lambi lülitamine kahe nupuga
 - Seadistatav ühe lambi vilkumine 1
 - Muutuva ajaga ühe lambi töötamine
 - Seadistatav ühe lambi vilkumine 2
 - Seadistatav kolme lambi vilgutamine
 - Teadmiste kontroll

Peatükk 8: PID-regulaator

Õppeesmärgid

- Aru saada mis on Proportsionaalne–Integraalne–Diferentsiaalne (PID) regulaator;
- Aru saada mis on suletud kontuuriga regulaatori roll juhtimissüsteemis;
- Aru saada tüüpilise pidevatoimelise (PID) regulaatori dünaamiline toime ja selle kolm komponenti: proportsionaalne, integraalne ja diferentsiaalne;
- Aru saada kuidas PID regulaatorit kui funktsionaalset komponenti saab kasutada keerukates juhtimisskeemides.

Peatüki sisukord

- PID-regulaator
 - Reguleeritav süsteem
 - Suletud kontuuriga reguleerimismeetod
 - Reguleerimissüsteemi dünaamilise toime kirjeldus
 - Regulaatori tüübid
 - PID regulaatori ajaline toime
 - Proportsionaalne regulaator
 - Integraalne regulaator
 - Diferentseeriv regulaator
 - Mitme tüüpregulaatori kombinatsioon
 - Häälestamise kriteeriumid ehk “Kuidas me teame, millal see on hääles?”
 - Ekstreemsused: ebastabiilsus või mittereageerimine
 - Mitteformaalsed meetodid
 - PID-reguleerimine S7-1200 PLC’s
 - Teadmiste kontroll

Peatükk 9: Ühe pneumosilindriga rakenduse juhtimine

Õppeesmärgid

- Dokumenteerida mehhatrooniliste süsteemide tehnoloogilisi protsesse;
- Koostada ja dokumenteerida pneumaatilisi ja elektrilisi skeeme;
- Defineerida, koostada ja dokumenteerida protsessi juhtimisel kasutatavaid muutujaid;
- Koostada (kirjutada) lihtsaid PLC programme kasutades (standardseid) PLC programmeerimiskeeli.

Content of the Lesson

- Pneumatic diagram
- Electric diagram
- PLC program

Peatükk 10: Kahe pneumosilindriga rakenduse juhtimine

Õppeeesmärgid

- Kirjeldada (dokumenteerida) mehhatroonilise protsessi toimimist, joonestada näidisrakenduse seadmete paigutusskeeme;
- Valida erinevaid pneumotäitureid mehhatroonilise protsessi automatiseerimiseks;
- Joonestada ja dokumenteerida mehhatroonilise süsteemi elektriskeemi;
- Aru saada programmeerimiskeeles GRAFSET määratletud põhireeglitest;
- Defineerida (määratleda) mehhatroonilise protsessi kirjelduse koostamisel vajalikke muutujaid ja sümboleid;
- Koostada GRAFSET keeles juhtimisdiagrammi näidisrakenduse automaatjuhtimiseks (mis sisaldab kahte pneumotäiturit (silindrit));
- Koostada ja dokumenteerida tööstuskontrolleri juhtimisprogrammi kasutades SCL, LAD ja FBD keeli.

Peatüki sisukord

- Kahe pneumosilindriga rakenduse juhtimine
 - Pneumoskeem
 - Elektriskeem
 - PLC Programm

Peatükk 11: Sagedusmuunduriga rakenduse juhtimine

Õppeeesmärgid

- Aru saada sagedusmuunduri kaudu toidetava elektrimootori (elektrijami) kiiruse seadistamise võimalustest;
- Kirjeldada erinevate mehhatrooniliste protsesside tööd ja automaatjuhtimist;
- Koostada mehhatroonilise rakenduse projektdokumentatsiooni ja joonestada elektriskeeme;
- Koostada ja dokumenteerida keeruka mehhatroonilise süsteemi, mis sisaldab erinevaid andureid, täitureid ja sagedusmuundurit, elektriskeeme;

- Koostada mehhatroonilise protsessi juhtimissüsteemi jaoks juhtimisalgoritmi ja määratleda selles kasutatavate muutujate nimekirja;
- Koostada pneumoklapi juhtimisalgoritmi;
- Kirjutada eelnevalt kirjeldatud mehhatroonilise protsessi juhtimiseks kontaktase-skeemi (LAD) keeles juhtimisprogrammi.

Peatüki sisukord

- Sagedusmuunduriga rakenduse juhtimine
 - Rakenduse näide
 - Elektriskeem
 - PLC Programm

Peatükk 12: PLC valik, ohutus ja kasutuselevõtt

Õppeeesmärgid

- Aru saada mehhatroonilise protsessi juhtimiseks kasutatava PLC valiku põhilistest kriteeriumitest;
- Aru saada ohutuse tagamise tähtsusest automatiseeritud süsteemi arendamise, valmistamise ja hoolduse etappides;
- Aru saada, et keeruka automatiseeritud süsteemi projekteerimise ja valmistamise käigus tuleb ohutuse tagamiseks arvestada väga paljude ja erinevate reeglitega;
- Aru saada Masinadirektiivi, Elektromagnetilise ühilduvuse (EMC) ja Mdalpinge-direktiivi nõuete tähendusest;
- Aru saada dokumenteerimise tähtsusest automaatikaprojekti koostamisel ja valmistatud mehhatroonilise süsteemi kasutamisel (sh. seadistamisel ja hooldusel).

Peatüki sisukord

- PLC valik, ohutus ja kasutuselevõtt
 - PLC valimine
 - PLC ohutus
 - Kasutuselevõtmine
 - Riistvara kontroll
 - Tarkvara ülekandmine ja testimine
 - Tarkvara optimeerimine
 - Kogu süsteemi kasutuselevõtmine
 - Teadmiste kontroll

M008 - Mõõtmine ja andmehõive

Ainekava

Õpik annab põhimõttelise ülevaate füüsikaliste suuruste mõõtmisest ja andmehõivest. Peatükid on koostatud ja üles ehitatud viisil, mis võimaldab õppuril näha mõõdetavaid asju kõige olulisemate vaatenurkade alt, mõista nendes toimuvaid sisulisi liikumisi ning liikumisel avalduvaid erinevaid nähtusi.

Õppeesmärgid

Õppeaine esitatava sisulise info omandamise järel õppurid:

- Tunnevad ära ja määratlevad sarnastes mõõdetavates nähtustes avalduvate (mõõdetavate) omaduste erinevusi;
- Suudavad märgata erinevusi suuruste mõõtmisel kasutatavates meetodites;
- Suudavad tuvastada erinevat tüüpi vigu, mis võivad mõõtmisel tekkida;
- Prognoosivad tüüpilisi mõõtmisvigu, mille tekkimist võib konkreetsel mõõtmisel ette näha;
- Teevad kindlaks suuruste mõõtmiseks kasutatavate signaalide erinevusi;
- Saavad aru mõõtemuundurite (andurite) iseloomulikest tunnusjoontest ja nende kindlaksmääramisel tekkivatest vigadest;
- Kasutavad suuruste väärtuste mõõtmisel ja andmehõivel antud tehnikavaldkonnas määratletud suuruste alusdefinitsioone.

Autorid

Michał Smater, Automaatika ja mõõtmise tööstuslik instituut (PIAP)
Bogumiła Wittels, Automaatika ja mõõtmise tööstuslik instituut (PIAP)
Piotr Falkowski, Automaatika ja mõõtmise tööstuslik instituut (PIAP)

Õppeaine struktuur

Õppeaine õpiku sisu on jaotatud viieks peatükiks. Iga peatüki juurde kuulub PowerPoint esitlus, viited teema kohastele lisaressurssidele milliseid saab kasutada iseseisval õppimisel, valikvastustega testid oma teadmiste kontrollimiseks ja mõned harjutused/koduülesanded, et rakendada oma teadmisi praktiliselt.

Õpik sisaldab järmisi peatükke:

Peatükk 1: Põhimõisted

Peatükk sisaldab ülevaate põhilistest definitsioonidest milliseid kasutatakse mõõtmisel ja andmehõivel. Näidatakse praktikas kõige enam kasutatud mõõtmissüsteemide omavahelisi erinevusi.

Õppeesmärgid

- Omab teadmisi mõõtmiste ja andmehõive valdkonnas kasutatavatest põhimõistetest.
- Saab aru mis on mõõtesüsteem ja mis on andmehõive(süsteem);
- Teab mis on rahvusvaheline mõõtühikute süsteem;
- On tuttav inglise ja ameerika tollimõõdustikuga ja nende tollimõõdustike erinevustega.

Peatüki sisukord

- Põhimõisted
- Staatiline mõõtmine ja dünaamiline mõõtmine
- Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem
- Inglise tollimõõdustik
- Ameerika tollimõõdustik

Peatükk 2: Signaaliteooria

See õpiku peatükk selgitab lähemalt signaali mõiste tähendust ja näitab erinevat liiki signaalide erinevusi.

Õppeesmärgid

- Tunneb signaali mõiste tähendust;
- Suudab erinevat liiki signaale üksteisest eristada;
- Suudab matemaatilisi võrrandeid kasutades kirjeldada lainekujulisi signaale;
- Saab aru analoogsignaali ja digitaalsignaali põhilisest erinevustest;

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Perioodilised signaalid (Harmoonilised ja polüharmoonilised signaalid)
- Fourier rida
- Mitteperioodilised signaalid / Peaaegu perioodilised signaalid
- Analoojsignaalid, diskreetsignaalid ja digitaalsignaalid

Peatükk 3: Mõõtemetodid ja mõõtevead

See Peatükk esitab mitmeid mõõtemetodeid ja esinevate vigade liike.

Õppeesmärgid

- Tunneb erinevusi praktiliselt kasutatavates mõõtemetodites;
- Paneb tähele erinevate mõõtmisvigade erinevusi;
- On tuttav mõõtevigade erinevate tüüpidega ja mõõtemääramatusega.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Mõõtemetodid (otsene mõõtmine, kaudne mõõtmine, kompleksne mõõtmine, mõõtmise põhimeetod, otsese võrdluse meetod, diferentsiaalmeetod, nullmeetodiga mõõtmine)
- Mõõtevigad (Absoluutviga, suhtviga, korduvmõõtmisega seotud mõõtevead, süstemaatilised vead, juhuslikud vead, liigvead).
- Mõõtemääramatus
- A-tüüpi mõõtemääramatuse hindamine
- B-tüüpi mõõtemääramatuse hindamine

Peatükk 4: Mõõtemuundur ja selle mõõtevead

Peatükk esitab mõõtemuundurite põhitunnuseid ja mõõtemuunduri tööga seotud erinevaid vigu.

Õppeesmärgid

- Saab aru, mis on mõõtemuundur ja missugust funktsiooni see mõõtesüsteemis täidab;
- Tunneb mõõtemuunduri erinevaid tööomadusi karakteristikute mõistet.
- On tuttav mõõtemuunduri täpsuse, kordustäpsuse, tundlikkuse ja lineaarsuse mõistetega ;
- On tuttav mõõtemuunduri lineaarsusvigade mõõtmisega (BFSL ja TBL);
- On tuttav mõõtemuunduri korratavusvea, stabiilsuse, ulatuse ja dünaamilise vea mõistetega.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Mõõtemuunduri mõiste
- Mõõtemuunduri omadused (täpsus, tundlikkus, lineaarsus, korratavusviga, reprodutseeritavus, resolutsioon, ulatus stabiilsus jne)
- Mõõtemuunduri lineaarsusvigade mõõtmine (BFSL ja TBL)
- Mõõtemuunduri dünaamiline viga

Peatükk 5: Mõõtesüsteemid

Peatükk esitab põhidefinitsioonid, mis on seitud mõõtesüsteemide kirjeldamisega.

Õppeesmärgid

- Teab olulisi asjaolusid milliseid tuleb arvesse võtta õige mõõtesüsteemi projekteerimisel või valikul;
- Leiab üles mõõtemääramatuse tekkimise võimalikud põhjused;
- Tunneb erineva stuktuuriga mõõtesüsteeme.

Peatüki sisukord

- Sissejuhatus
- Mõõtesüsteemi valimine
- Mõõtesüsteemi mõõtemääramatus
- Analoog-digitaalmuundur, (ADC)
- ADC-süsteem
- Digitaalsed mõõtesüsteemid
- Mõõtesüsteemide struktuurid

M009 - Andurid mehhatroonikas

Ainekava

See õppeaine esitab põhiteadmisi anduritest, milliseid kasutatakse automaatikasüsteemide ehitamisel ja töös. Õppematerjali saavad kasutada väikese ja keskmise suurusega ettevõtete töötajad oma teadmiste täiendamiseks ja samuti ümber kvalifitseerimisel. Nende alusteadmiste omandamine eeldab õppurilt põhiteadmisi matemaatikas ja füüsikas.

Õppeesmärgid

Õppematerjalide omandamise järel on õppurid võimelised:

- tundma ära erinevaid anduritüüpe, milliseid kasutatakse mehhatroonilistes süsteemides;
- teavad nende andurite iseloomulikke tunnusjooni ja parameetreid;
- teavad mehhatroonika valdkonnas kasutatavate andurite tööpõhimõtteid;
- valima andureid spetsiifilistesse rakendustesse.

Autorid

Prof. Zvezditsa Nenova, Gabrovo Tehnikaülikool (TU - Gabrovo)

Prof. Toshko Nenov, Gabrovo Tehnikaülikool (TU - Gabrovo)

Assoc. Prof. Stefan Ivanov, Gabrovo Tehnikaülikool (TU - Gabrovo)

Õppeaine struktuur

Õppeaine sisu on jaotatud üheksaks peatükiks. Iga peatüki juurde kuulub PowerPoint esitlus, viited teemakohastele lisaressurssidele milliseid saab kasutada iseseisval õppimisel, valikvastustega testid oma teadmiste kontrollimiseks ja mõned harjutused/koduülesanded, et rakendada oma teadmisi praktiliselt.

Õppeaine õpik koosneb järgmistest peatükkidest:

Peatükk 1: Andurite klassifikatsioon

Õppeesmärgid

Selle peatüki eesmärk on tutvustada õppureid andurite mõiste tähendusega, andurite kohaga automaatsüsteemi struktuuris ja andurite klassifikatsiooniga.

Peatüki sisukord

- Andurid
- Klassifitseerimispõhimõtted
- Teadmiste kontroll

Peatükk 2: Andurite karakteristikud

Õppeesmärgid

Selle peatüki mõte on tutvustada õppureid andurite staatiliste ja dünaamiliste omadustega ning põhiparameetritega.

Peatüki sisukord

- Staatilised karakteristikud ja parameetrid
 - Ülekandefunktsioon
 - Tundlikkus
 - Mõõtepiirkond
 - Väikseim tuvastatav signaal
 - Mõõtetäpsus ja -vead
 - Tundetuse- ja küllastuspiirkond
 - Stabiilsus
 - Töötemperatuuri vahemik
 - Dünaamilised karakteristikud ja parameetrid
 - Hüppekaja
 - Impulsskaja
 - Sageduskaja
 - Bode amplituudikarakteristik ja Bode faasikarakteristik
 - Anduri reageerimisaeg ja taastumisaeg
 - Piirsagedus
 - Faasinihe
 - Resonantsagedus
 - Teadmiste kontroll

Peatükk 3: Asendi- ja nihkeandurid

Õppeesmärgid

Selle peatüki põhieesmärk on tutvustada õppuritele erinevat tüüpi positsiooni ja nihkeanduritega, nende tööpõhimõttega, andurite alamtüüpidega, struktuuriga, ja põhiliste suurustega mille väärtuste mõõtmiseks neid kasutatakse.

Peatüki sisukord

- Kontaktandurid
- Potentsiomeetrilised andurid
 - Mehaaniliste kontaktidega potentsiomeetrilised andurid
 - Mehaaniliste kontaktideta potentsiomeetrilised andurid
- Induktiivandurid ja vastastikku induktiivsed andurid
 - Muutuva õhupiluga magnetsüdamikuga andurid
 - Õhupilu muutuva pindalaga magnetsüdamikuga andurid
 - Liikuva südamikuga andurid
- Mahtuvuslikud andurid
 - Elektroodide muutuva vahekaugusega mahtuvuslikud andurid lineaarnihke mõõtmiseks
 - Elektroodide muutuva pindalaga mahtuvuslikud andurid lineaar- ja nurknihe mõõtmiseks
 - Muutuva dielektrilise läbitavusega ϵ mahtuvuslikud andurid väikeste nihete ja nivoode mõõtmiseks
- Absoluutandurid
- Optilised andurid
 - Optilised asendiandurid
 - Optilised inkrementaalandurid (suhtelised andurid)
- Püsimagnetandurid
 - Liikuva mähisega püsimagnetandurid
 - Liikuva magnetiga püsimagnetandurid
 - Kolmanda elemendi liikumisel põhinevad püsimagnetandurid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 4: Jõu-, tenso- ja puuteandurid

Õppeesmärgid

Selle peatüki põhieesmärk on tutvustada õppureid põhilist tüüpi jõu-, tenso-, ja puuteanduritega, nende tööpõhimõttega, andurite alamtüüpidega, eriomadustega ning struktuuriga.

Peatüki sisukord

- Tensoandurid
 - Voolujuht-tensoandurid
 - Foolium-tensoandurid
 - Pooljuht-tensoandurid
- Piesoandurid
- Magnetoelastsed andurid
 - Magnetoelastsed induktiivandurid
 - Vastastikku induktiivsed magnetoelastsed andurid
 - Magnetoanisotroopsed andurid
- Taktiilandurid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 5: Inertsiaalanderid

Õppeeesmärgid

Selle peatüki eesmärk on tutvustada õppureid inertsiaalanderite põhitüüpidega uurides erinevat tüüpi kiirendusandurid, güroskoobe ja inklinomeetreid.

Peatüki sisukord

- Kiirendusandurid
 - Mahtvuslikud kiirendusandurid
 - Piesotakistuslikud kiirendusandurid
 - Piesoelektrilised kiirendusandurid
 - Termilised kiirendusandurid
- Güroskoobid
 - Pöördgüroskoop
 - Vibratsioongüroskoop
 - Optilised güroskoobid (lasergüroskoobid)
- Inklinomeetrid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 6: Rõhuandurid

Õppeeesmärgid

Selle peatüki põhieesmärk on tutvustada õppuritele põhilisi rõhuandureid vastavalt nendes kasutatavale mõõtemetodile ja tööpõhimõttele. Kirjeldamisel võetakse arvesse nende ehitusviisi, struktuuri ning sobivust rõhu mõõtmiseks automatiseeritavates protsessides.

Peatüki sisukord

- Mõõtemetodi alusel eristatavad rõhuandurid
 - Absoluutväärtuse mõõtmine
 - Suhtelise väärtuse mõõtmine
 - Rõhuerinevuse mõõtmine
- Tööpõhimõtte alusel eristatavad anduritüübid
 - Vastastikku induktiivsed andurid
 - Mahtuvuslikud andurid
 - Piesoandurid
 - Tensoandurid
 - Optilised andurid
- Teadmiste kontroll

Peatükk 7: Vooluhulgaandurid

Õppeeesmärgid

Selle peatüki eesmärk on tutvustada õppuritele erinevat tüüpi vooluhulga andureid, nende alamtüpe ja sisemist struktuuri vastavalt nende andurite tööpõhimõttele ja rakendamise spetsiifikale.

Peatüki sisukord

- Vooluhulgaandurid
 - Pöördelemendiga vooluhulgaandurid
 - Tiivikuga vooluhulgaandurid
 - Turbiini ja induktiivmuunduriga andurid
- Rõhu mõõtmisel põhinevad vooluhulgaandurid
 - Kalibreeritud avaga andur
 - Venturi toruga andur
 - Düüsiga andur
- Ultraheliga vooluhulgaandurid
 - Pideva ultrahelisignaali andur
 - Ultraheliimpulssidega andur
 - Doppleri efekti kasutav andur
- Magnetinduktiivsed vooluhulgaandurid
- Kalorimeetrilised vooluhulgaandurid
- Vooluhulga keerisandurid
- Avatud kanalite vooluhulgaandurid
- Coriolisi tüüpi vooluhulgaandur
- Teadmiste kontroll

Peatükk 8: Lähedusandurid, objektide tuvastamise andurid ja tasemeandurid

Õppeeesmärgid

Selle peatüki põhieesmärk on tutvustada õppureid erinevat tüüpi läheduseanduritega, objektide tuvastamise anduritega ja nivooanduritega, kirjeldada nende tööpõhimõtet, alamtüpe ning tööviise erinevates rakendustes.

Peatüki sisukord

- Objektide tuvastamise kontaktandurid
- Lähedusandurid
 - Muutuva magnetakistusega induktiivandurid
 - Pöörivooluandurid
 - Mahtvuslikud lähedusandurid
 - Halli efektil põhinevad lähedusandurid
- Optilised andurid objektide tuvastamiseks
- Ultraheliandurid
- Radarandurid
- Nivooandurid
 - Nivoo piirväärtuste tuvastamine
 - Nivoo pidev mõõtmine
- Teadmiste kontroll

Peatükk 9: Temperatuuriandurid

Õppeeesmärgid

Selle peatüki põhieesmärk on tutvustada õppuritele temperatuuriandurite põhitüpe, nende tunnusjooni, eripära, tööparameetreid ning lubatud temperatuurivahemikke rakendustes.

Peatüki sisukord

- Termoelektrilised andurid
- Termotakistuslikud andurid
 - Metallilised termotakistid (RTD)
 - Termistorid
- Termiodiidid, termotransistorid ja integreeritud temperatuuriandurid
- Kontaktivaba temperatuuriandur
- Teadmiste kontroll

M010 - Täiturid mehhatroonikas

Õppekava

Õpik „Täiturid mehhatroonikas” on mõeldud eelkõige väikese ja keskmise suurusega ettevõtete töötajatele aga ka kutseharidusasutuste õpilastele ja üliõpilastele kes omandavad iseseisvalt uusi teadmisi mehhatroonika valdkonnas. Info esitamisel on fookus suunatud põhiliste mehhatrooniliste täituritüüpide ehituse ja tööpõhimõtte tutvustamisele. Mehhatroonilisi täitureid rakendatakse nüüdisajal laialdaselt tööstustootmise automatiseerimisel. Tutvustatakse tüüpiliste elektrimootorite, elektrooniliste muundurite ja samuti hüdrauliliste silindrite baasil ehitatavate täiturite (pöörlevate ja lineaarsete) põhiomadusi.

Õppeesmärgid

Õppeaine sisu omandamise järel õpilased suudavad:

- Aru saada täiturseadmete töös avalduva füüsilise liikumise ja energia muundumise protsessidest, selgitada teistele mehhatroonikas rakendatavate täiturite tööpõhimõtet;
- Aru saada ja kirjeldada täiturite põhiomadusi ja võrrelda erinevaid täituritüüpe;
- Aru saada elektriajamites kasutatavate elektrimootorite tööpõhimõttest, eritada erinevaid mootoritüüpe (sammootorid, kommutaatoriga alalisvoolumootorid, harjadeta alalisvoolumootorid, püsomagnetitega sünkroonmootorid ja asünkroonmootorid);
- Kirjeldada asünkroonmootorite rakendamise valdkondi;
- Teha vahet erinevat tüüpi pöörlevate ja lineaarmootoritega täituritel;
- Aru saada pneumaatiliste ja hüdrauliliste ajamite põhiomadustest;
- Seadistada tüüpilise mehhatroonilise täituri asendi- ja kiiruseparameetreid ning reguleerida mootoriga ajami kiirust.

Autorid

Professor Tõnu LEHTLA, Tallinna Tehnikaülikool (TalTech);

Dotsent Elmo PETTAI, Tallinna Tehnikaülikool (TalTech)

Õppeaine struktuur

Õpik koosneb 5 peatükist. Õpiku sisuliste peatükkide juurde kuuluvad vastavalt allpool toodud tabelis esitatud loetelule veel erinevaid teemasid selgitavad ja täiendavad PowerPoint esitlused, valikvastustega kontrollküsimused, et õppur saaks iseseisvalt oma teadmisi täiendada ja testida ning harjutusülesanded uute praktiliste oskuste omandamise jaoks. Õpiku peatükkides ja esitlustes toodud teemade juurde kuulub veel ka ressursside (veebilinkide) nimekiri, mille kaudu õppur saab otsida täiendavaid õppematerjale internetis.

Tabel. Õppeaine Täiturid mehhatroonikas peatükkide nr. ja nendes kajastatud teemade nr.

Õpiku peatüki number	PowerPoint esitluse (teema) number	Koduülesande number	Enesekontrolli testi number
Peatükk 1	1,	1	1
Peatükk 2	2, 3, 4, 5, 6, 7	2, 3, 4, 5, 6, 7	2, 3, 4, 5, 6, 7
Peatükk 3	8	8	8
Peatükk 4	8, 9	8,9	8,9
Peatükk 5	10	10	10

Õppeaine sisu koosneb järgmistest peatükkidest:

Peatükk 1: Sissejuhatus

Õppeeesmärgid

- Aru saada elektriagamitega süsteemides toimuvatest energiamuunduse protsessidest ja füüsilistest nähtustest;
- Aru saada lüliti kui energiamuunduri funktsionaalsetest omadustest;
- Kirjeldada jõuelektroonika ajaloolist arengut ja elektriagamite arengusuundi;
- Määratleda ja klassifitseerida tüüpilisi elektriagameid;
- Kirjeldada täiturite põhiomadusi ja oskab neid omavahel võrrelda.

Peatüki sisukord

- Saateks
- Ülevaade elektromehaanilistest energiamuundusprotsessidest

- Lüliti kui energiamuundur
- Ülevaade jõuelektroonika arengust
- Elektriajamite arengusuunad

Peatükk 2: Elektromehhaaniline muundamine

Õppeesmärgid

- Õppida tundma elektromehaaniliste energiamuundusprotsesside olemust täiturites;
- Õppida tundma püsिमagnetite tehnilisi omadusi;
- Õppida tundma elektrimootorite põhilisi tehnilisi omadusi ja osata erinevaid mootoreid omavahel võrrelda;
- Kirjeldada alalisvoolumasina tööpõhimõtet;
- Kirjeldada asünkroonmasina tööpõhimõtet;
- Kirjeldada sünkroonmasinate ja sammumootorite tööpõhimõtet;
- Aru saada kuidas tekib kolmefaasiline pöördmagnetväli asünkroonmasinas;
- Loetleda elektrimasinate kiiruse ja momendi reguleerimise meetodeid;
- Eristada erinevaid meetodeid elektrimootorite pidurdamiseks;
- Aru saada eri tüüpi mootorite kasutusvõimalustest erinevates rakendustes.

Peatüki sisukord

- Üldised põhimõtted
- Alalisvoolumasin
- Asünkroonmasin
- Sünkroonmootorid ja sammumootorid
- Kolmefaasiline pöördmagnetväli
- Elektrimasinate kiiruse ja momendi reguleerimine
- Elektrimasinate dünaamikamudelid
- Elektrimasinate piduri- ja generaatoritalitus

Peatükk 3: Jõupooljuhtmuundurid

Õppeesmärgid

- Aru saada pulsilaiuse juhtimise meetodi (pulsilaiusmodulatsiooni printsiipide) kasutamisest pooljuhtlülititega elektritarbijates (koormusseadmetes);

- Koostada erinevaid jõupooljuhte sisaldavaid elektriahelaid, milliseid kasutatakse energiavoogude (võimsuse) juhtimiseks;
- Kirjeldada vahelduvpingeregulaatori tööpõhimõtet;
- Kirjeldada kolmeafaasilise pingeregulaatori kasutamist elektriajames;
- Kirjeldada pinget vähendava muunduri tööpõhimõtet;
- Kirjeldada pinget suurendava pulsilaiusmuunduri tööpõhimõtet;
- Kirjeldada neljakvadrantilise pulsilaiusmuunduri tööpõhimõtet;
- Liigitada vaheldite (inverterite) ja sagedusmuundurite skeemilahendusi ning põhilisi omadusi.

Peatüki sisukord

- Jõupooljuhtlülid
- Toitevõrguga sünkroniseeritud reguleeritavad alaldid ja vaheldid
- Vahelduvpingeregulaatorid
- Alalispinge muundurid ja regulaatorid
- Elektriajames kasutatavad alalispingemuundurid
- Vaheldid
- Sagedusmuundurid

Peatükk 4: Elektriajamid

Õppeesmärgid

- Määratleda elektriajami struktuuri põhilised koostisosad;
- Aru saada elektriajami kontrolleri põhifunktsioonidest;
- Aru saada ja kirjeldada neljakvadrantilist pulsilaiusmuundurit ja alalisvoolumasinat sisaldava elektriajami tööpõhimõtet;
- Kirjeldada sujuvkäiviti kasutamist asünkroonmasina juhtimiseks;
- Aru saada ja kirjeldada sagedusmuundurite kasutamist induktsioonmasinate juhtimisel;
- Aru saada elektrimasinate vektorjuhtimise põhimõtetest;
- Loetleda jõumuunduritest tingitud (tüüpilisi) juhtivus- ja kiirgushäireid.

Peatüki sisukord

- Üldkirjeldus
- Alalisvoolumasinatega elektriajamid

- Asünkroonmootorite sujuvkäivitid
- Sagedusjuhtimisega ajamid
- Poojuhtmuunduri elektromagnetiline ühilduvus

Peatükk 5: Pneumaatilised ja hüdraulilised täiturid

Õppeeesmärgid

- Õppida tundma pneumaatiliste ja hüdrauliliste täiturite tööpõhimõtteid ja füüsikalisi nähtusi;
- Aru saada pneumaatiliste ja hüdrauliliste täiturite eelistest ja puudustest ning osata neid võrrelda;
- Aru saada eri tüüpi pneumaatiliste ja hüdrauliliste täiturite tehnilistest omadustest ja tunnussuurustest;
- Liigitada hüdraulilisi silindreid ja mootoreid;
- Kirjeldada pneumaatiliste ja hüdrauliliste täiturite kasutusvaldkondi;
- Kirjeldada ühesuunalise ja kaesuunalise toimega silindrite tööpõhimõtteid;
- Analüüsida konkreetsete silindri võimekust iseloomustavaid parameetreid;
- Valida sobivaid pneumaatilisi ja hüdraulilisi täitureid mehhatroonilise protsessi automatiseerimiseks.

Peatüki sisukord

- Pneumaatilised täiturid Pneumatic cylinders and motors
 - Ühepoolse toimega silindrid
 - Kahepoolse toimega silindrid
 - Silindri amortisaatorid
 - Kolvivarreta silindrid
 - Magnetilise ülekandega silinder
 - Pöördsilindrid
 - Rotary cylinders
 - Pneumosilindrite karakteristike jõudude määramine
- Hüdraulilised täiturid
 - Hüdrosilindrid
 - Hüdromootorid
- Kokkuvõte

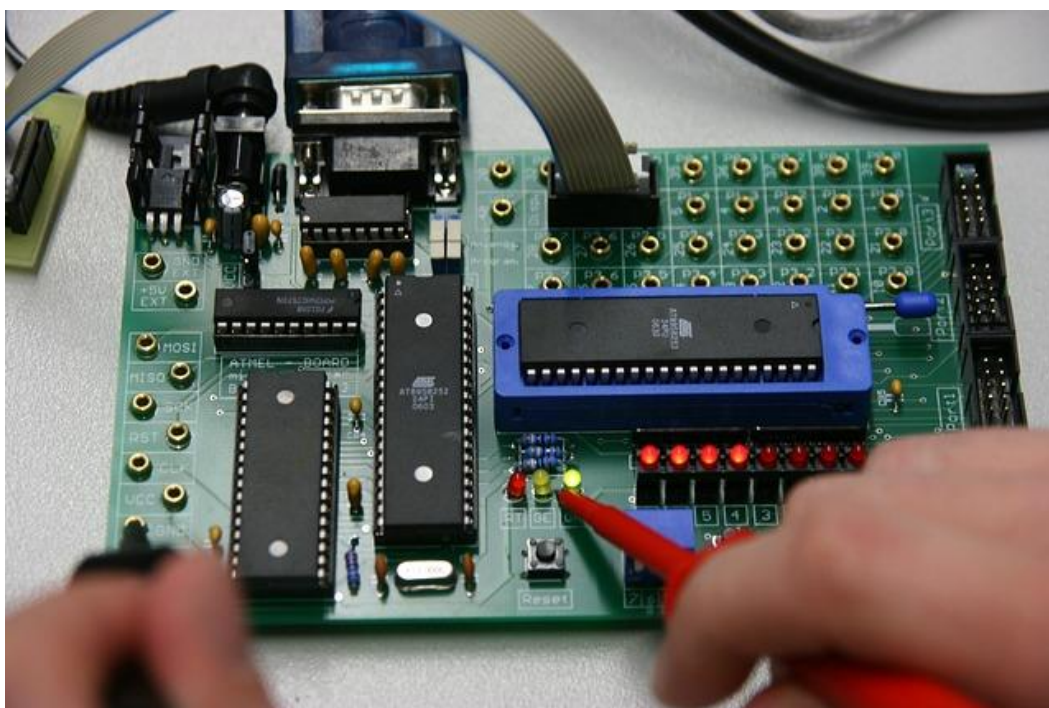


Erasmus+



Strateegiline partnerlus mehhatroonika valdkonnas Euroopa väikese ja keskmise suurusega tootmisettevõtete innovatiivseks ja nutikaks kasvuks (MechMate)

MECHMATE KASUTUSJUHISED VÄIKESE JA KESKMISE SUURUSEGA ETTEVÕTETE TÖÖTAJATELE JA KUTSEHARIDUSE OSUTAJATELE



TOETAJAD

ADMIRA BOSHNYAKU – EUROOPA KVALITEEDIKESKUS (ECQ)
BIANKA IVANOVA – EUROOPA KVALITEEDIKESKUS (ECQ)
PROF. DR. ENG. TOSHO NENOV, GABROVO TEHNIKAÜLIKOO (TUGAB)
ASST. PROF. DR. ENG. STEFAN IVANOV, GABROVO TEHNIKAÜLIKOO (TUGAB)
PROF. ELMO PETTAI, TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO (TALTECH)
DR. POLYXENI ARAPI, KREETA TEHNIKAÜLIKOO (TUC)
DIPL.-ENG., M.SC. NIKOS PAPPAS, KREETA TEHNIKAÜLIKOO (TUC)
M.Sc. MICHAŁ SMATER, AUTOMAATIKA JA MÕÕTMISE TÖÖSTUSLIK INSTITUUT (PIAP)
M.Sc. JACEK ZIELIŃSKI, AUTOMAATIKA JA MÕÕTMISE TÖÖSTUSLIK INSTITUUT (PIAP)

Dokumendist

See dokument on MechMate konsortsiumi intellektuaalomand. Seda dokumenti ei või kopeerida, paljundada ega muuta tervikuna või osade kaupa ükskõik mis otstarbeks, ilma MechMate konsortsiumi kirjaliku loata.

MechMate projekti toetati rahaliselt Euroopa Komisjoni Erasmus+ programmist.

See dokument esitab ainult autorite seisukohti. Euroopa Komisjon ei vastuta selle igas vormis kasutamise ja selles sisalduva info sisu ja terviklikkuse eest.

See dokument nagu ka kõik teised MechMate projekti tooted on välja arendatud arvestades eeluuringu tulemusi, mis saadi sihtgruppide vajadusi kaardistades Poolas, Bulgaarias, Eestis ja Kreekas. Kasutusjuhised, nagu ka kõik teised intellektuaalsed tulemused mis sisalduvad MechMate õppematerjalides ja metoodilistes juhistes, peegeldavad teadmiste nüüdistaset ja hoolitsevad projekti sihtgruppide koolitusvajaduste rahuldamise eest mehhatroonika ja uue tehnoloogia valdkonnas selleks, et anda neile oma töös vajalikke oskusi tagamaks kompetentsi mehhatroonikal põhineva tehnoloogia rakendamiseks igapäevases tööelus.

Sisukord

Dokumendist	5
Jooniste loetelu	8
Tabelite loetelu	8
Sissejuhatus	9
1 Ülevaade MechMate projektist	10
2 Ülevaade MechMate õppekavast, metoodikast ja õppematerjalidest	11
3 Kasutusjuhised VKE töötajatele ja kutsehariduse osutajatele MechMate E-õppe platvormi Coursevo kasutamiseks	12
3.1 Mis on Coursevo?	12
3.2 Õppeainele registreerimine ja sisu kasutamise poliitika	13
3.3 MechMate e-õppe programmi ülesehitus Coursevo platvormil	15
3.4 Kompetentside tunnustamine: Õppeaine läbimise tõend/saavutuste sertifikaat	17
4 Kirjanduse viited.....	19

JOONISTE LOETELU

Joonis 3.1 MechMate e-õppe platvorm (pealeht)	13
Joonis 3.2 Registreerumine MechMate e-õppe platvormile	14
Joonis 3.3 Uue konto loomine.....	14
Joonis 3.4 MechMate e-õppe programmid, saadaval 5 keeles: inglise, bulgaaria, kreeka, eesti ja poola.....	15
Joonis 3.5 MechMate õppeaine (kursuse) avaleht Coursevos.....	16
Joonis 3.6 MechMate õppeainete (kursuste) ülesehitus Coursevos	17
Joonis 3.7 Juurdepääs õppeaine eduka läbimise järel väljastatud tõenditele/sertifikaatidele	18
Joonis 3.8 Sertifikaadi ülevaade. Sertifikaat luuakse ja väljastatakse õppurile automaatselt e-õppe platvormil (Coursevo) pärast tema poolt valitud õppeaine lõpetamist.	18

TABELITE LOETELU

No table of figures entries found.

SISSEJUHATUS

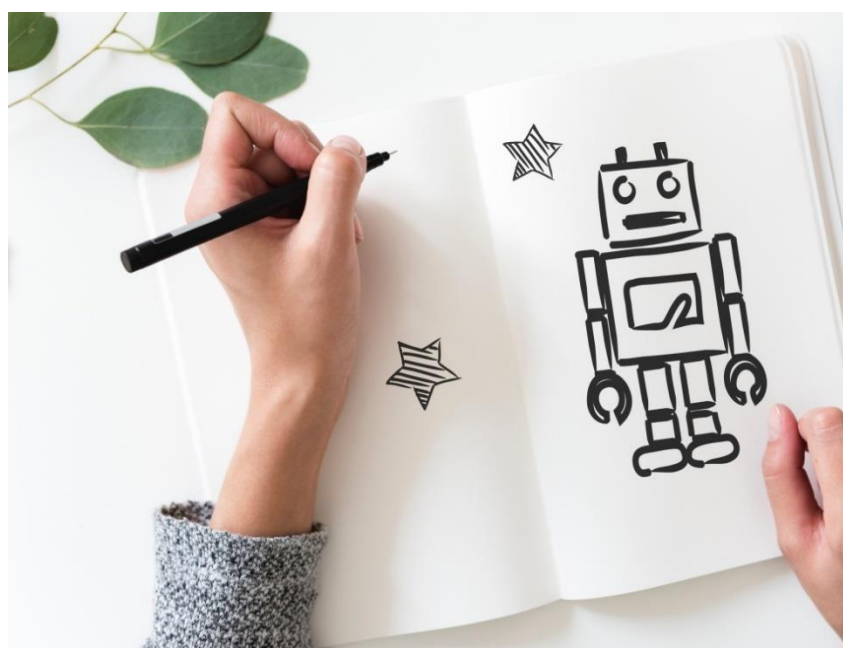
MechMate kasutusjuhised (IO5) väikese ja keskmise suurusega ettevõtete töötajatele (VKE) ja kutsehariduse andjatele on välja töötatud Erasmus+ projekti “Strateegiline partnerlus mehhatroonika valdkonnas Euroopa väikeste ja keskmise suurusega tootmisettevõtete innovatiivseks ja nutikaks kasvuks” (MechMate, nr: 2016-1-PL01-KA202-026350) partnerite poolt.

Projekti peamine eesmärk on pakkuda interaktiivset koolitusvõimalust mehhatroonika valdkonnas ja abistada eesrindliku mehhatroonikaga seotud tehnoloogia kasutuselevõtmist Euroopa piirkonna VKE-s. Eesmärk on saavutatud uute õppematerjalide, õppimismetoodika ja MechMate interaktiivse õppeplatvormi käivitamisega.

Kasutusjuhend koosneb 5 osast, pakjudes:

- Ülevaate MechMate projektist;
- Põhjused miks kasutada MechMate õppematerjale ja tööriistu;
- Ülevaate MechMate õppematerjalide ja interaktiivse weebi-põhisest platvormist;
- Juhised MechMate e-õppeplatvormi kasutamiseks.

Me loodame, et need kasutusjuhised aitavad tööstuslike VKE juhtidel ja tehnikaala töötajatel (tehnikud, administraatorid) samuti kutseharidusasutuste koolitajatel, õpilastel, üliõpilastel, treeneritel/õpetajatel kasutada tõhusalt uusi mehhatroonika valdkonna õppematerjale ja interaktiivset õppeplatvormi.

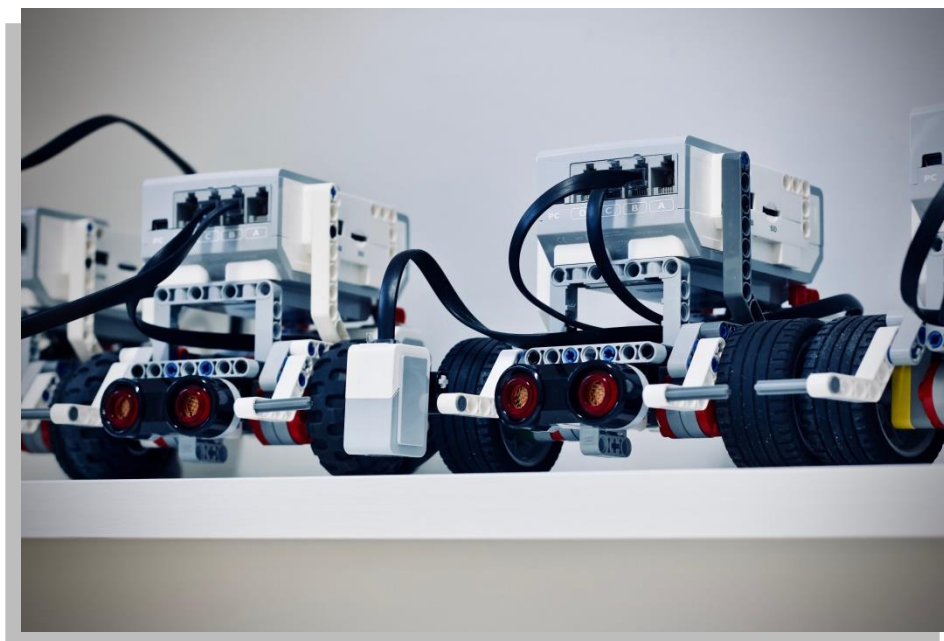


1 ÜLEVAADE MECHMATE PROJEKTIST

Miks on MechMate vajalik?

Tootmine on Euroopa majanduse keskne kandev samm – Euroopa Liidu tootmisektor hõlmab 2 miljonit ettevõtet, milles on 33 miljonit töökohta. Uute tarkade tehnoloogiate esilekerkimine, mis põhinevad uudsel robotikal ja mehhatroonilistel ajamitel, on põhjalikult muutnud tööstuslikku tootmist ja energia salvestamise meetodeid. Selleks, et uusi tehnoloogiaid kasutada, vajavad VKE-d kõrgelt kvalifitseeritud personali, kes on kompetentne ja võimeline kasutama uut tehnikat, arenenud protsesse ning mehhatroonilisi rakendusi. Seega meie väljakutseks on tagada, et kõik tööstussektorid kasutaksid parimal viisil uusi mehhatroonilisi masinaid ja haldaksid pööret kõrge lisaväärtusega toodete ning protsesside kasutuselevõtuks.

MechMate projekt püüab ülalmainitud tööstuslike mehhatrooniliste süsteemide kasutuselevõtu probleeme lahendada interaktiivsete koolitusmaterjalide loomisega ja kasutuselevõtuga. Kõik loodud materjalid on paigutatud interaktiivsele veebiplatvormile. Väljapakutud e-õppe meetod on kergesti kohandatav paljude väikese ja keskmise suurusega valmistusettevõtete, kutse- ja kõrgharidusasutuste vajadustele.



See projekt on rahvusvahelise meeskonna ühine kontsentreeritud pingutus, et luua lisaväärtust Euroopa majanduse jaoks. Konsortsiumi koosseisus on viis partnerit neljast Euroopa Liidu maast:

Poolast, Bulgaariast, Kreekast, ja Eestist. Kõik partnerid omavad vajalikku kogemust mitte ainult oma kutseala valdkonnas vaid ka rahvusvahelises koostöös, osaledes erinevates EL projektides ja programmides.

MechMate projekt käsitleb probleeme, mille ees seisavad EL tootmisettevõtete juhid, VKE töötajad (tehnikud, haldusjuhtkond) aga ka õpilased ja treenerid/õppejõud kui neil on vaja uudseid mehhatroonika alaseid koolitusmaterjale. Projekti peaeesmärk on pakkuda mehhatroonika alal interaktiivset koolitust ja abistada arenenud mehhatroonilise tehnika kasutuselevõttu Euroopa väikese ja keskmise suurusega tootmisettevõtetes. Seega projekti teostamine aitab suurendada VKE-de innovaativsust ja lõpuks märkimisväärselt suurendada nende konkurentsivõimet Euroopa ja globaalsel turul.

Püstitatud eesmärkide saavutamiseks panustab MechMate projekt EL VKE toetamise ja töökohtade loomisse Euroopas.

Projekti veebileht on: www.mechmate.eu

2 ÜLEVADE MECHMATE ÕPPEKAVAST, METOODIKAST JA ÕPPEMATERJALIDEST

MechMate projektis väljatöötatud intellektuaalsed tulemused/õppematerjalid koosnevad:

1. MechMate õppekava – moodulite vormis MechMate õppekava mehhatroonika ala õppematerjalide rakendamiseks VKE haldusjuhtide ja töötajate, kutseõppe pakkujate aga ka kõrgkoolide üliõpilaste ja õppejõudude täiendkoolitamiseks. See on projekti üks põhiline väljund, mille sisu toetub eeluuringule, mis tehti sihtgrupi esindajate seas Poolas, Bulgaarias, Eestis ja Kreekas. Õppekava võtab kokku põhilised teemad, mis on kaasatud MechMate õppematerjalidesse.

2. MechMate metoodika – üksikasjalik metoodiline juhend mis on spetsiaalselt loodud MechMate koolituskursuse jaoks mehhatroonikas. See metoodika kombineerib klassikalise ja e-õppe võimalused. Dokument annab õppurile üldise ettekujutuse, mida saab rakendada e-õppematerjalide sisu struktureerimisel, koostööl põhineval õppimisel, aga samuti detaile ülevaate MechMate e-õppeplatvormist (Coursevo) selle ülesehitusest, pakutavatest teenustest ja õppeainete sisu haldusest.

3. MechMate õppematerjalid – sisulised koolitusmaterjalid aga samuti teised informatiivsed materjalid, mis on kaasatud MechMate sihtgruppide mehhatroonika ja arenenud tehnoloogia alasesse koolitusse ning varustavad õppureid oskusteega igapäevatoos ja tehnoloogiliste protsesside teostamisel vajaliku kompetentsi saavutamiseks.

MechMate koolitusprogrammi õppeained (moodulid) katavad olulisi teemasid mehhatroonikas:

Õppeaine 1 "Mehhaanika ja masinaelemendid";

Õppeaine 2 "Elektrotehnika ja elektroonika alused";

Õppeaine 3 "Signaalid, süsteemid ja Juhtimine mehhatroonikas";

Õppeaine 4 "Digitaalsüsteemid";

Õppeaine 5 "Manussüsteemid mehhatroonikas";

Õppeaine 6 "Sideliidesed ja protokollid";

Õppeaine 7 "PLC süsteemid";

Õppeaine 8 "Möötmise ja andmehõive";

Õppeaine 9 "Andurid mehhatroonikas";

Õppeaine 10 "Täiturid mehhatroonikas".

3 KASUTUSJUHISED VKE TÖÖTAJATELE JA KUTSEHARIDUSE OSUTAJATELE MECHMATE E-ÕPPE PLATFORMI COURSEVO KASUTAMISEKS

3.1 Mis on Coursevo?

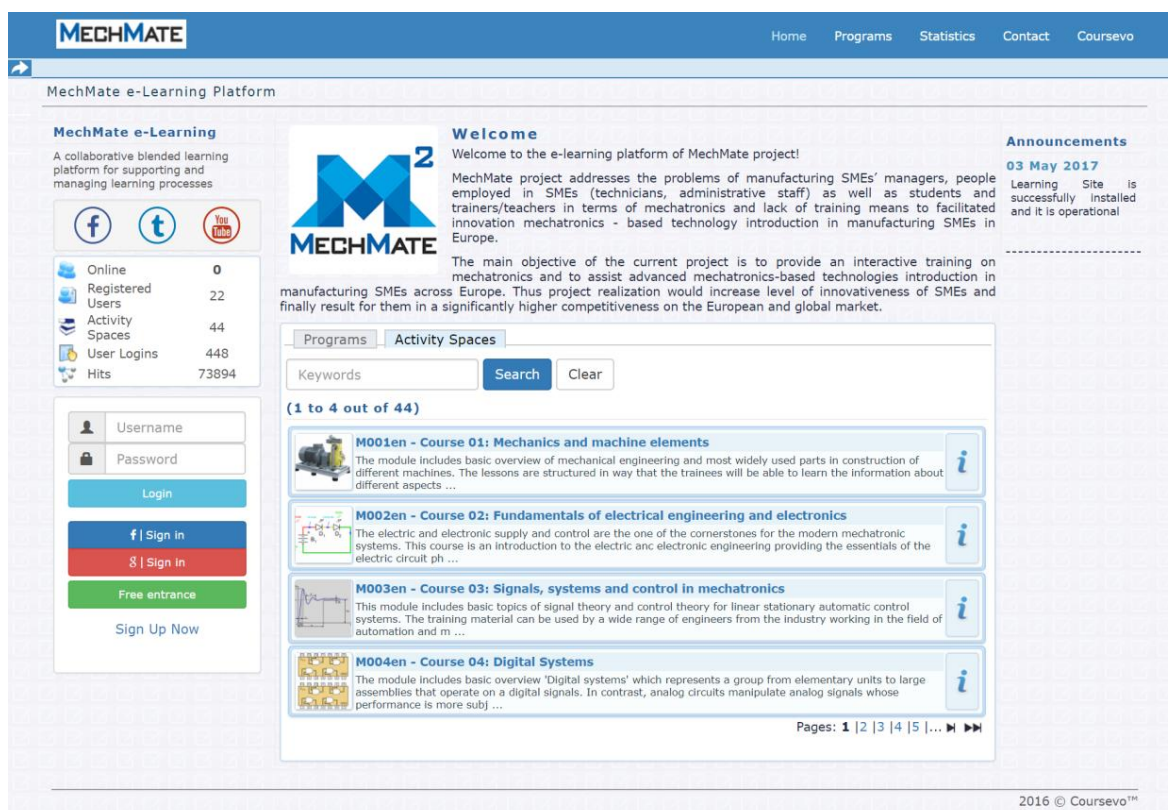
Coursevo on MechMate e-õppe platvormi nimetus. Coursevo on mitme keelne multimeedia infosüsteem õppekava halduseks, veebipõhise õppimisprotsessi toetuseks õppimiskogukondades. See on välja arendatud Kreeta Tehnikaülikooli Hajutatud Multimeedia Informatsioonisüsteemide ja Rakenduste Laboratoriumis. (TUC/MUSIC) [1]. See kasutab kaas-aegseid pedagoogilisi meetodeid ja toetab seagaõpet.

Coursevo pakub komplekti teenuseid:

- Digitaalse haridusliku iseloomuga sisu koostamine ja haldus:** Loengute esitlused ja salvestised, märkmed, harjutused, laboratoorsete tööde tehniline materjal, õppekirjandus, sageli esitatavad küsimused jne.
- Kursusest osavõtt:** Teated, meilid, kalendergraafik, enesehindamine, harjutuste ja tähtaegade jälgimine, sisu uuendamise teated, õppeaine õppekava, õppimise kava, enesehindamise testid ja kursuse sertifikaatide väljastamine.
- Õppiva kogukonna infovahetus ja koostöö:** Õppeaine ja grupi meililistid, jututoad, foorumid, küsitlused, personaalsed sõnumid, kiirsõnumid, kommenteerimise tööriistad, failivahetus, videokonverentsi ja koostöö vahendid.
- Koolitustegevused:** Õppeainele registreerimine, labori meeskondade koostamine, harjutuste aruannete üleslaadimine ja tähtaegade haldus, hindamistestid, multimeediaesitlused, ressursside reserveerimine ja kasutamise plaanimine.
- Õppeaine seire:** Õppeaine külastamise statistika ja klassi edukuse indikaatorid.
- Ühildatavus** teiste hariduslike platvormidega kasutades SCORM pakette.

MechMate e-õppeplatvormi/kursusi/õppeaineid saab külastada internetis:

<http://mechmate.coursevo.com>



Joonis 3.1 MechMate e-õppe platvorm (pealeht)

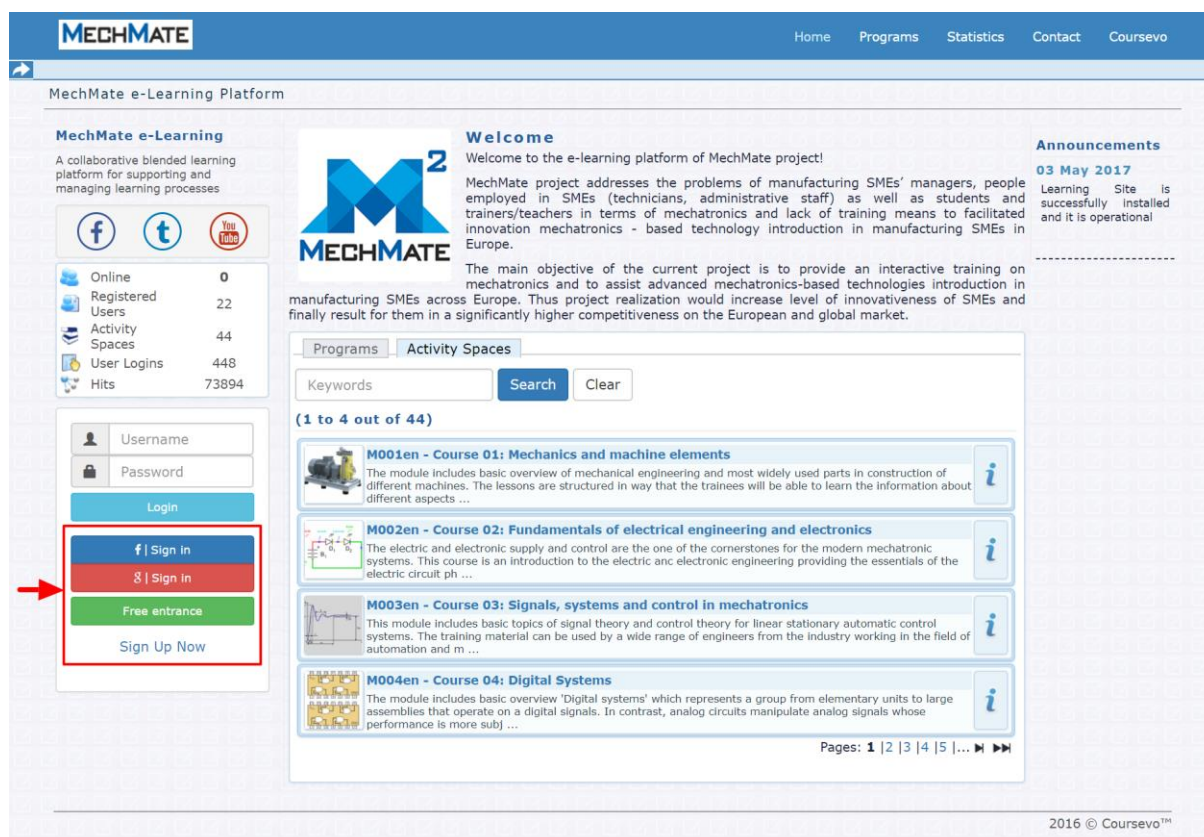
3.2 Õppeainele registreerimine ja sisu kasutamise poliitika

Te võite vabalt külastada MechMate e-õppe platvormi ja sellel olevaid õppeaineid (kursusi). Selleks peaksite te:

- 1) Registreeruma platvormil avades uue konto valides Coursevo platvormi pealehel valides "Sign Up New" (Joonis 3.2).

Teil tuleks täita väljad oma andmetega vormil "Sign Up" (Joonis 3.3). Teile poolt antud e-maili kontole saadetakse ajutine salasõna, samuti link konto aktiveerimiseks (kui te ei ole saanud sellist meili oma postkasti siis palun kontrollige ka nn. spämm kausta). Seejärel saate te logida sisse platvormile ja soovi korral muuta saadud salasõna oma profiili lehel.

- 2) Alternatiivselt saate te külastada Coursevo platvormi kasutades oma Google või Facebook kontot.



MechMate e-Learning
A collaborative blended learning platform for supporting and managing learning processes

Online	0
Registered Users	22
Activity Spaces	44
User Logins	448
Hits	73894

Welcome
Welcome to the e-learning platform of MechMate project!
MechMate project addresses the problems of manufacturing SMEs' managers, people employed in SMEs (technicians, administrative staff) as well as students and trainers/teachers in terms of mechatronics and lack of training means to facilitated innovation mechatronics - based technology introduction in manufacturing SMEs in Europe.
The main objective of the current project is to provide an interactive training on mechatronics and to assist advanced mechatronics-based technologies introduction in manufacturing SMEs across Europe. Thus project realization would increase level of innovativeness of SMEs and finally result for them in a significantly higher competitiveness on the European and global market.

Announcements
03 May 2017
Learning Site is successfully installed and it is operational

Programs | **Activity Spaces**

Keywords

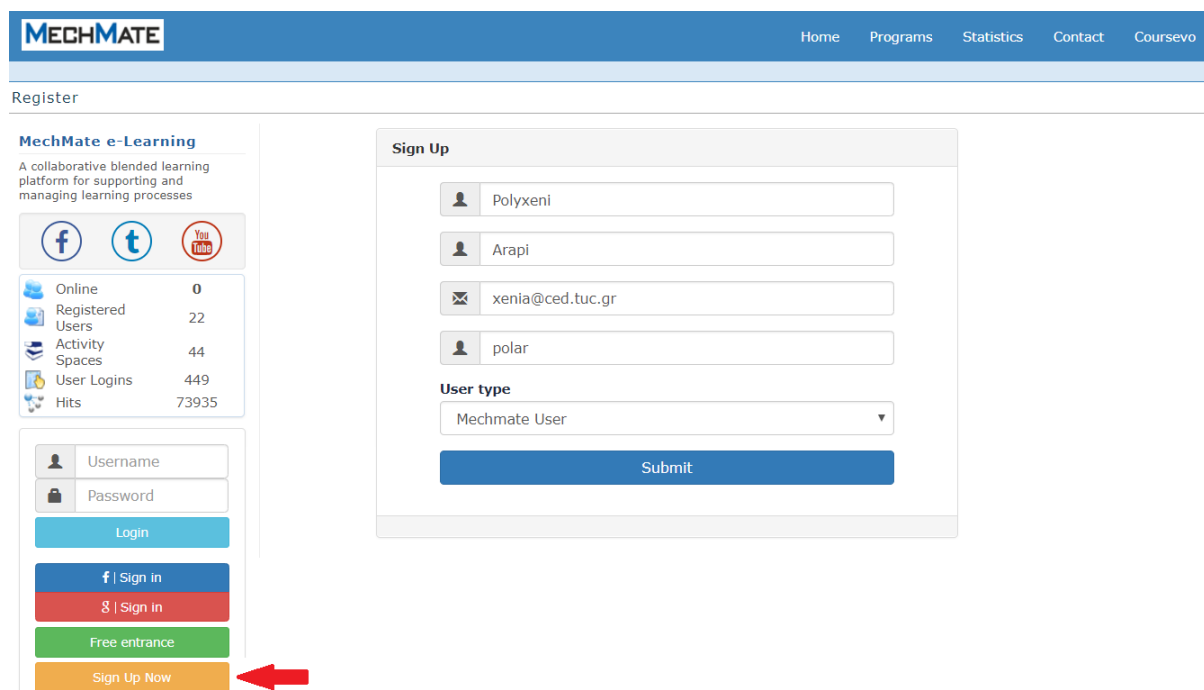
(1 to 4 out of 44)

- M001en - Course 01: Mechanics and machine elements**
The module includes basic overview of mechanical engineering and most widely used parts in construction of different machines. The lessons are structured in way that the trainees will be able to learn the information about different aspects ...
- M002en - Course 02: Fundamentals of electrical engineering and electronics**
The electric and electronic supply and control are the one of the cornerstones for the modern mechatronic systems. This course is an introduction to the electric and electronic engineering providing the essentials of the electric circuit ph ...
- M003en - Course 03: Signals, systems and control in mechatronics**
This module includes basic topics of signal theory and control theory for linear stationary automatic control systems. The training material can be used by a wide range of engineers from the industry working in the field of automation and m ...
- M004en - Course 04: Digital Systems**
The module includes basic overview 'Digital systems' which represents a group from elementary units to large assemblies that operate on a digital signals. In contrast, analog circuits manipulate analog signals whose performance is more subj ...

Pages: [1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | ...

2016 © Coursevo™

Joonis 3.2 Registreerumine MechMate e-õppe platvormile



MechMate e-Learning
A collaborative blended learning platform for supporting and managing learning processes

Online	0
Registered Users	22
Activity Spaces	44
User Logins	449
Hits	73935

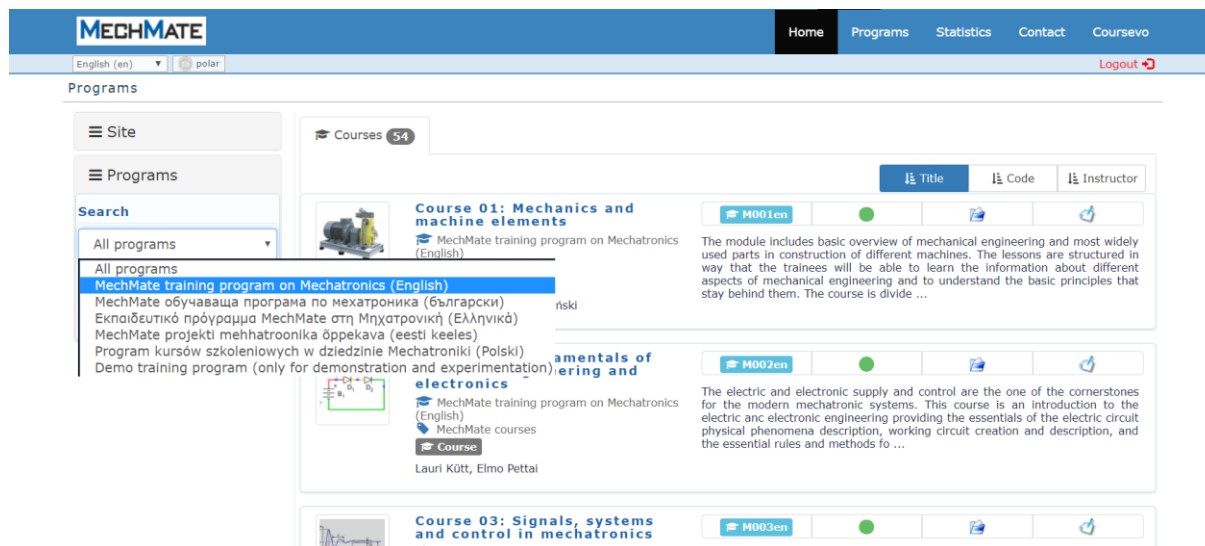
Sign Up

User type
Mechmate User

Joonis 3.3 Uue konto loomine

Pärast teie sisse logimist sellele platvormile saate juurdepääsu MechMate õppeprogrammidele (Programs), milline koosneb 10 õppeainest (moodulist), mis on loodud 5 erinevas keeles: inglise, bulgaaria, kreeka, eesti ja poola. Te saate valida millist keeleversiooni soovite kasutada

valides rippmenüü nupul “Programs” vajutades seejärel avaneva sobivas keeles programmi (Joonis 3.4).



Joonis 3.4 MechMate e-õppe programmid, saadaval 5 keeles: inglise, bulgaaria, kreeka, eesti ja poola

The next step is to select a course developed under the selected program. To attend the course and access the course material elements and services, you have to register in the course first (registration is free), by pressing the green button “Register in Course” (Joonis 3.5).

3.3 MechMate e-õppe programmi ülesehitus Coursevo platvormil

Nagu juba mainitud, sisaldab MechMate e-õppe programm kokku 10 õppeainet (moodulit). Iga moodul on iseseisev õppeüksus MechMate platvormil Coursevo mis toetab õppimist paljude sidet ja koostööd toetavate teenustega. (Joonis 3.5).

Iga õppeaine (moodul) on jaotatud mitmeks peatükiks. Iga peatükk sisaldab esitlust, lisaressursse edaspidiseks uurimiseks (sisaldades materjale nagu videod ja animatsioonid), enese teadmiste hindamise teste (teemakohased, valikvastustega), koduülesandeid- harjutusi omandatud teadmiste rakendamiseks praktikas. Iga õppeaine sisaldab õpikut koos vastava õppekavaga mis on platvormilt alla laetavad. Õppekava ja materjalid sisaldavad autorite nimed, eesmärgid, sisu ülesehituse ja samuti sisulise osa.

Valides menüüst “Course Structure” (“Õppeaine struktuur”) saate läbida õppeaine viisil (Joonis 3.6).

MECHMATE
Home Programs Statistics Contact Coursevo

English (en) | polar | Logout

Course 05: Embedded systems in mechatronics

- M005en
- Course Page
- Course Structure
- Digital Content
- Workspaces
- Assessment
- Search
- Announcements
- Course Mail
- Forums
- Chat
- Classrooms

- Site
- Programs



Free registration
Register in Course

Registration Deadline
Open

Registered Users 0

Hits 1225

Course 05: Embedded systems in mechatronics

This course is an introductory to embedded system used in mechatronics, focusing on the underlying principles of how embedded systems work. In the module are presented the main parts of one embedded system and is given brief information about its main parts as microprocessor, memory, interfaces, etc. The information included in the course is prepared for personnel working in small and medium enterprises and concerns basic topics related to the fields of mechatronics and industry automation. The course book is divided into 10 lessons. The lessons are accompanied by a presentation, a number of resources for further study, a self-assessment consisting of multiple-choice questions to assess your knowledge on the subject, and assignments for gathering of new theoretical knowledge.

Objectives
Upon completion of this course the students will be able to:

- understand the main principles of embedded systems;
- know the main components included in the structure of one embedded system;
- know the main classifications of microprocessor architectures;
- know the main types of memories used in embedded systems;
- understand the principles of operation of analog-to-digital and digital-to-analog converters;
- know the most often used communication standards for inter chip communication;
- know the main topologies of power supply systems used in embedded systems.

Keywords
embedded systems mechatronics

Stefan Ivanov

Todor Todorov

Course Structure

- Lesson 1. Main characteristics of the embedded systems
- Lesson 2. Microprocessors and microcontrollers in embedded systems
- Lesson 3. Volatile and non-volatile memories used

Program - Category

- MechMate training program on Mechatronics (English)
- MechMate courses

Hits



Course Syllabus

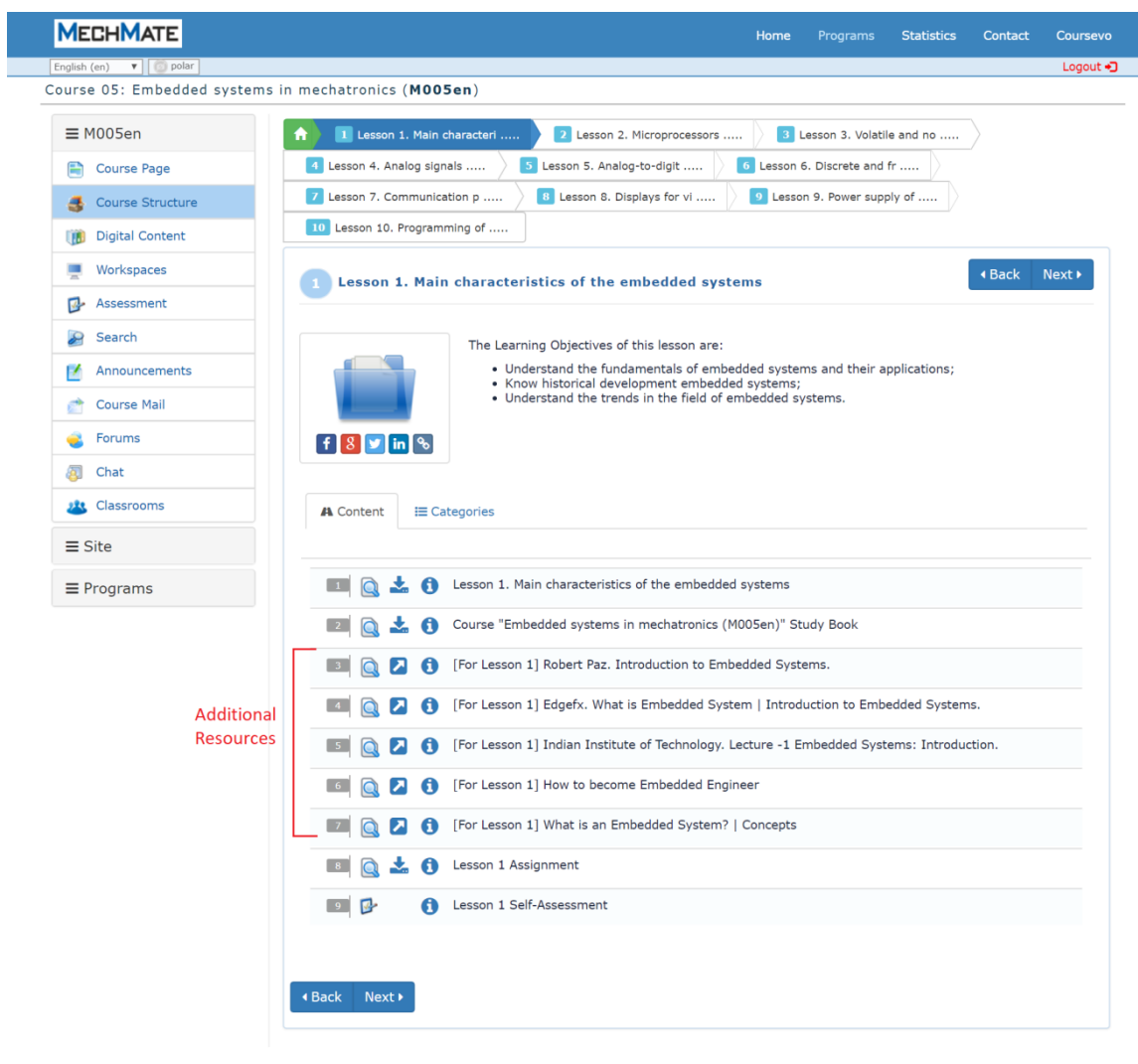
Download file

References - Links

2016 © Coursevo™

Joonis 3.5 MechMate õppeaine (kursuse) valeht Coursevos

- 16 -



The screenshot shows the MECHMATE Coursevo interface. At the top, there is a navigation bar with 'MECHMATE' logo, 'Home', 'Programs', 'Statistics', 'Contact', and 'Coursevo'. Below this, there is a language selector (English (en)) and a user profile (polar) with a 'Logout' button. The main content area is titled 'Course 05: Embedded systems in mechatronics (M005en)'. On the left, there is a sidebar menu with options like 'M005en', 'Course Page', 'Course Structure', 'Digital Content', 'Workspaces', 'Assessment', 'Search', 'Announcements', 'Course Mail', 'Forums', 'Chat', 'Classrooms', 'Site', and 'Programs'. The main content area displays a progress bar for 10 lessons. Lesson 1 is selected and expanded, showing its title 'Lesson 1. Main characteristics of the embedded systems' and learning objectives: 'Understand the fundamentals of embedded systems and their applications;', 'Know historical development embedded systems;', and 'Understand the trends in the field of embedded systems.'. Below the objectives, there is a list of resources for Lesson 1, including a study book, an introduction by Robert Paz, a video by Edgefx, a lecture by Indian Institute of Technology, a video on how to become an embedded engineer, a video on concepts of an embedded system, an assignment, and a self-assessment. A red box highlights the resources list, with the text 'Additional Resources' written next to it. At the bottom right of the interface, there is a copyright notice: '2016 © Coursevo™'.

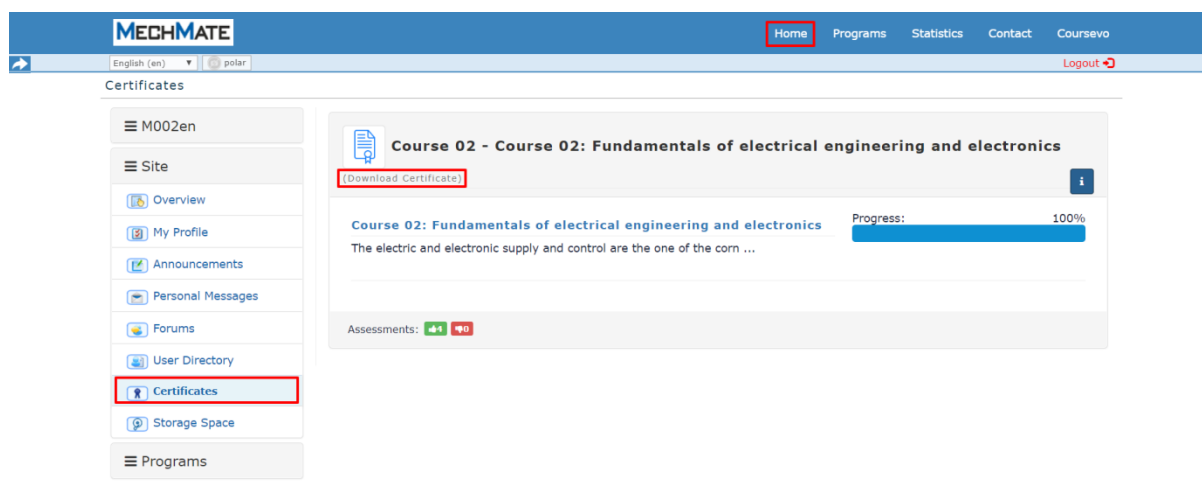
Joonis 3.6 MechMate õppeainete (kursuste) ülesehitus Coursevos

3.4 Kompetentside tunnustamine: Õppeaine läbimise tõend/saavutuste sertifikaat

Õppeaine eduka lõpetamise järel luuakse ja väljastatakse õppuritele automaatselt e-õppe platvormilt MechMate tõend/sertifikaat (Joonis 3.8).

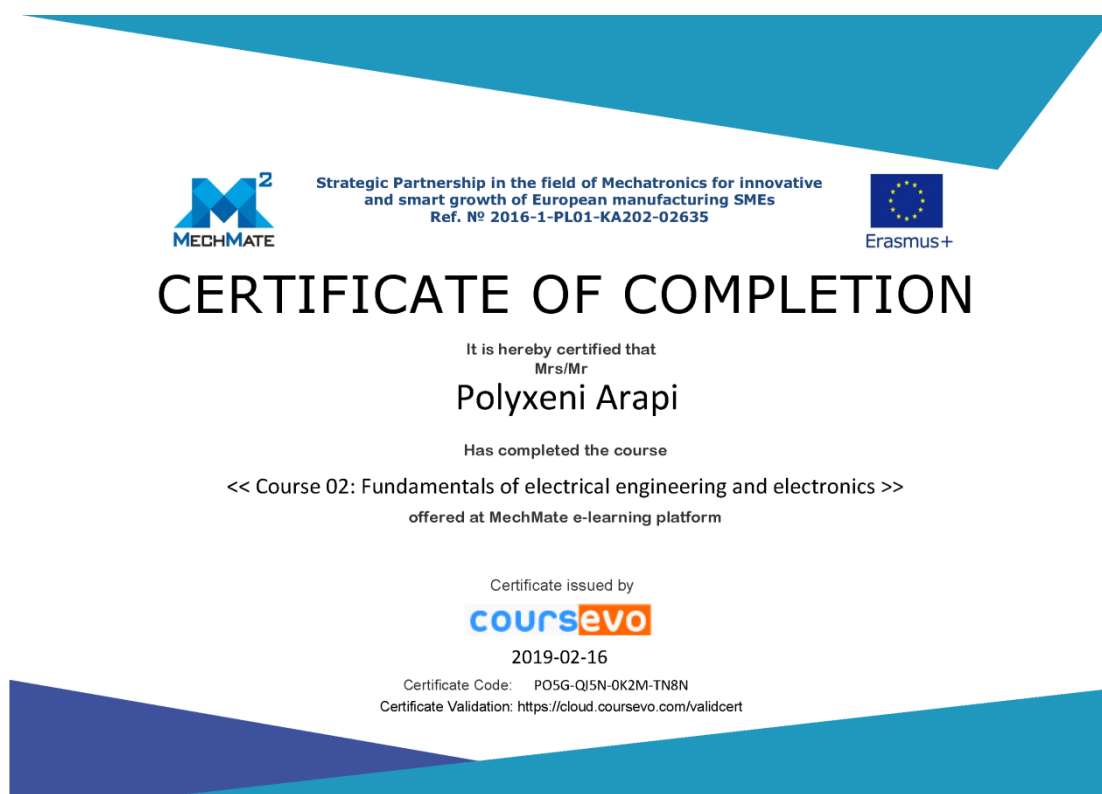
Otsus õppeaine eduka lõpetamise (või mitteläbimise) kohta põhineb õppuri saavutustel kõigi peatükkide enesekontrolli testide (mitme valikvastusega) teostamise tulemustel. Kui õppur on edukalt vastanud 70% või enam küsimusele igas enesekontrolli testis siis genereeritakse tõend. Igale tõendile/sertifikaadile omistatakse unikaalne number, nii, et oleks selle kehtivust võimalik vajadusel kinnitada igal ajamomendil kasutades Coursevo platformi spetsiaalset tõendamisteenust. See teenus on kättesaadav aadressilt:

<https://cloud.coursevo.com/validcert>.



Joonis 3.7 Juurdepääs õppeaine eduka läbimise järel väljastatud tõenditele/sertifikaatidele

Õppur saab laadida alla sertifikaadi, mis on omistatud pärast tema valitud ja läbitud õppeaine (testide) edukat täitmist, valides peamenüüs “Home” ja siis vasakpoolsest menüüst “Certificates” (Joonis 3.7). Pärast seda saab ta laadida alla õppeaine (kursuse) sertifikaadi valides menüüs õppeaine (Joonis 3.8) ja siis valides “Download Certificate”.



MECHMATE Strategic Partnership in the field of Mechatronics for innovative and smart growth of European manufacturing SMEs Ref. N° 2016-1-PL01-KA202-02635 Erasmus+

CERTIFICATE OF COMPLETION

It is hereby certified that
Mrs/Mr
Polyxeni Arapi
Has completed the course
« Course 02: Fundamentals of electrical engineering and electronics »
offered at MechMate e-learning platform

Certificate issued by
coursevo
2019-02-16
Certificate Code: PO5G-QJ5N-0K2M-TN8N
Certificate Validation: <https://cloud.coursevo.com/validcert>

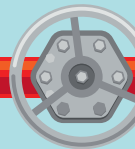
Joonis 3.8 Sertifikaadi ülevaade. Sertifikaat luuakse ja väljastatakse õppurile automaatselt e-õppe platvormil (Coursevo) pärast tema poolt valitud õppeaine lõpetamist.

4 KIRJANDUSE VIITED

- [1] Pappas N., Arapi P., Moumoutzis N., and Christodoulakis S. (2017): “Supporting Learning Communities and Communities of Practice with Coursevo”, In Proc. of the Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE, April 2017, Athens, Greece, ISSN: 2165-9567, doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942862.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Project partners



Poland

Project coordinator
Industrial Research Institute for Automation
and Measurements (PIAP)
Contact: M.Sc. Michał Smater
@: msmater@piap.pl
W: www.piap.pl



Greece

Technical University of Crete
Laboratory of Distributed Multimedia Information
Systems and Applications (TUC/MUSIC)
Contact: Prof. Em. Stavros Christodoulakis,
Dr. Polyxeni Arapi
@: stavros@ced.tuc.gr, xenia@ced.tuc.gr
W: www.music.tuc.gr



Bulgaria

Technical University of Gabrovo (TUGAB)
Contact: Prof. Toshko Nenov
@: tnenov@tugab.bg
W: www.tugab.bg



Estonia

Tallinn University of Technology (TalTech)
Contact: Assoc. Prof. Em. Elmo Pettai
@: elmo.pettai@taltech.ee
W: www.ttu.ee



Bulgaria

European Center for Quality Ltd. (ECQ)
Contact: Ms. Bianka Ivanova
@: bivanova@ecq-bg.com
W: www.ecq-bg.com