



SÄHKÖTEKNIikka ELECTRICAL ENGINEERING

(SATE- JA SATEC-KOODIN OPINTOJAKSOT)
(COURSE CODES SATE AND SATEC)

Opintojaksojen, jotka kirjataan opiskelijan opintorekisteriin osasuorituksina (esim. tentti, harjoitustyö, harjoitukset, laboratoriotyöt tms.) opintopisteet jaetaan siten, että osasuorituksista merkitään opintorekisteriin sen laajuus opintopisteinä. Kurssi voidaan merkitä opintorekisteriin kokonaissuorituksena (esim. SATE3550 5 op) tai opintopisteytettynä osasuorituksina (esim. SATE3551 tentti 3 op, SATE3552 harjoitustyö 1 op, SATE3553 laboratoriotyöt 1 op). Jos opiskelijalle on merkitty aikaisemmin (ennen lv 2008-2009) laajuuksia eri tavalla, merkitään tai korjataan osasuoritusten laajuudet siten, että ne yhteensä muodostavat opintojakson kokonaissuorituksen. Opintojaksosta ei voi saada enimmäismäärää enempää opintopisteitä. Opintojakso on suoritettu vasta, kun kaikki osasuoritukset on suoritettu.

Perusopinnot Core Studies

■ Muutosilmiöt *Transient Analysis*

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC1130

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja VY TkK-tutkinnon energia- ja informaatiotekniikan suunta

Laajuus: 2 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (Vamk): Vesa Verkkonen

Vastuuopettaja (VY) Maarit Vesapuisto

Opettajatiimi: Kari Jokinen, Timo Vekara, Vesa Verkkonen ja Maarit Vesapuisto

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2-K

Osaamistavoitteet: Opiskelija ymmärtää ja osaa ratkaista tasa- ja vaihtosähköpiireissä esiintyvät muutosilmiöissä esiintyvät virrat ja jännitteet; osaa analysoida piirien käyttäytymistä Laplace-muotoisen lausekkeen ominaisuuksien avulla; ratkaista piirejä, joissa esiintyy muutosilmiö, matemaattisten ohjelmien avulla.

Opiskelijan työmäärä: Työmäärä yhteensä: 56 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 28 h.

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: SATE1160 Piirianalyysi A 5 op (VY opiskelijat) (tai Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit (VAMK)) ja SATEC1200 Virtapiirien laskentamenetelmät.

Sisältö: Muutosilmiöitä tarkastellaan sekä DC- että AC-piireissä ensimmäisen asteen differentiaaliyhtälön tapauksissa differentiaaliyhtälön ratkaisuun perustuvilla menetelmillä, dynaaminen oikosulkuvirta ja sysäyskerroin, oikosulkuvirran yleinen yhtälö; toisen asteen differentiaaliyhtälön tapauksessa piiri lasketaan Laplace -muunnoksiin perustuvilla menetelmillä: piirien analysointi perustuu Laplace-muotoisen lausekkeen nimittäjän juurien tarkasteluun, L-muunnospiirien ratkaisu usean silmukan tapauksessa matriisilaskennalla, PC-harjoituksia.

Opiskelumateriaali: Vesa Verkkonen, opetusmoniste Teoreettinen sähkötekniikka 3, Muutosilmiöt ja taajuusanalyysi, 103 s.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot, kotitehtävät ja pakolliset PC-harjoitukset.

Arviointikriteerit:

5: osaa yhdistää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä eri asiayhteyksissä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

1: osaa ohjautusti hyödyntää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

Arviointimenetelmät: Tentti, PC-harjoitusten suoritus, kotitehtävät.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.



■ Piirianalyysi A

Circuit Analysis A

Rakennetyyppi: opintojakso

Koodi: SATE1160

Tyyppi: Pakollinen VY TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan suunnan opiskelijoille

Laajuus: 5 op

Vastuuorganisaatio: VY

Vastuopettaja (VY): Maarit Vesapuisto

Opettajatiimi: Maarit Vesapuisto, Timo Vekara

Opetuskieli: suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 1. vuosi kevät

Osaamistavoitteet: Opintojakson osan suoritettuaan opiskelija ymmärtää virtapiirejä koskevien peruslakien sisällöt ja osaa ratkaista yksinkertaisia jatkuvuustilassa olevia yksivaiheisia tasa- ja vaihtovirtapiirejä sekä osaa ratkaista pienehköjen tasa- ja vaihtovirtapiirien, jotka sisältävät ohjattuja lähteitä, muuntajia ja RLC-suodattimia toiminnan sekä piirin kompensoinnin tarpeen. Opiskelija osaa käyttää hyväkseen PC-laskentaohjelmia ja piirisimulointiohjelmaa yksinkertaisten virtapiirien ratkaisussa ja osaa laatia yksinkertaisen raportin tekemistään simuloinneista.

Opiskelijan työmäärä: Kokonaistyömäärä 135 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 60 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: Teknillisen matematiikan perusteet, Matematiikan peruskurssi, Lineaarialgebra I, (Lukion fysiikan kurssit: Sähkö ja Sähkömagnetismi), Sähkömittaustekniikka: tasasähkö.

Sisältö: Johdatus kompleksilukulaskentaan. Piirien peruskomponentit: resistanssi, kapasitanssi, induktanssi ja ideaaliset lähteet. Jatkuvan tilan tasavirtapiirien ja yksivaiheisten vaihtovirtapiirien ratkaisumenetelmät: piirimuunnokset, kerrostamismenetelmä, Theveninin ja Nortonin menetelmä, silmukka- ja solmumenetelmä. Jatkuvan tilan tasa- ja vaihtovirtapiirit: ohjattut lähteet, muuntajien keskinäisinduktanssin käsittely piirianalyysissä, yksinkertaiset ali-, yli-, kaistanesto- ja kaistanpäästösuodattimet, loistehon kompensointi, symmetristen kolmivaihejärjestelmien analyysi. PC-laskentaohjelman ja piirisimulointiohjelman käyttö

Opiskelumateriaali: 1. Valtonen, Martti. Opetusmoniste S-55.1210 Piirianalyysi 1. Soveltuvin osin. 2. Valtonen, M. ja Lehtovuori, A.: Piirianalyysi, Osa 1. Tasa- ja vaihtovirtapiirien analyysi. Valtonen, Lehtovuori. ISBN-10: 9529287208, 2011. Soveltuvin osin. 3. Moodle-ympäristössä oleva aineisto 4. Stack-ympäristössä oleva aineisto 5. Luennoilla ja laskuharjoituksissa jaettava oppimista tukeva materiaali.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot 26 h, laskuharjoitukset 26 h ja harjoitustyön ohjaus 8 h.

Arviointimenetelmät: Tentti, harjoitustyö ja hyväksytyt osallistuminen harjoituksiin (laskuharjoituksista laskettava 20 % ennen ko. välikoetta), tentti voidaan korvata välikokein. Osasuoritusten on liityttävä samaan toteutuskertaan. Opintojakso arvioidaan asteikolla 1-5 tai hylätty

■ Piirianalyysi B

Circuit Analysis B

Rakennetyyppi: opintojakso

Koodi: SATE1170

Tyyppi: Pakollinen VY TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan suunnan opiskelijoille

Laajuus: 5 op

Vastuuorganisaatio: VY

Vastuopettaja (VY): Maarit Vesapuisto

Opettajatiimi: Maarit Vesapuisto, Timo Vekara

Opetuskieli: suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2. vuosi syksy

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa analysoida piirien muutosilmiöitä Laplace-muunnoksen avulla ja tuntee systeemifunktioihin liittyviä käsitteitä, opiskelija kykenee analysoimaan yksinkertaisten siirtojohtopiirien toimintaa niin aika- kuin taajuusalueessakin. Opiskelija osaa käyttää hyväkseen PC-laskentaohjelmia ja piirisimulointiohjelmaa muutosilmiöiden ratkaisussa ja osaa laatia yksinkertaisen raportin tekemistään simuloinneista.

Opiskelijan työmäärä: Kokonaistyömäärä 135 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 64 h



Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: Pakollinen edeltävä opinto: Piirianalyysi A (tai yhdessä sekä Piirianalyysi, osa 1 että Piirianalyysi, osa 2). Sellaisille opiskelijoille, joilla ei ole hyväksytysti suoritettuna opintojaksoa Piirianalyysi A, järjestetään lähtötasotesti, jonka hyväksytysti suoritettuaan opiskelijalla on mahdollisuus osallistua tälle opintojaksolle Piirianalyysi B. Muita edeltäviä opintoja Teknillisen matematiikan perusteet, Matematiikan peruskurssi, Lineaarialgebra I, (Lukion fysiikan kurssit: Sähkö ja Sähkömagnetismi), Sähkömittaustekniikka: tasasähkö.

Sisältö: Muutosilmiöt. Piirien sovittaminen. Kaksiporttien z-, y- ja ketjuparametrit. Siirtojohtojen käsittely piirianalyysissä. Aika-alueanalyysi Laplace-muunnoksen avulla. Syöttöpiste- ja siirtofunktiot sekä piirien luonnolliset taajuudet ja stabiilisuus. Harmoninen analyysi. Piirisimulointiohjelman käyttö. PC-laskentaohjelman ja piirisimulointiohjelman käyttö

Opiskelumateriaali: 1. Valtonen, Martti. Opetusmoniste S-55.1220 Piirianalyysi 2. Soveltuvin osin. 2. Valtonen, M. ja Lehtovuori, A.: Piirianalyysi, Osa 2. Muutosilmiöt, systeemifunktiot ja siirtojohtot. Valtonen, Lehtovuori. ISBN: 9789529382408, 2017. Soveltuvin osin. 3. Moodle-ympäristössä oleva aineisto 4. Stack-ympäristössä oleva aineisto 5. Luennoilla ja laskuharjoituksissa jaettava oppimista tukeva materiaali.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot 26 h, laskuharjoitukset 26 h ja harjoitustyön ohjaus 12 h.

Arviointimenetelmät: Tentti, harjoitustyö ja hyväksytyt osallistuminen harjoituksiin (laskuharjoituksista laskettava 20 % ennen ko. välikoetta), tentti voidaan korvata välikokein. Osasuoritusten on liityttävä samaan toteutuskertaan. Opintojakso arvioidaan asteikolla 1-5 tai hylätty

■ Sähköenergiajärjestelmien perusteet

Introduction to Electrical Energy Systems

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC1160

Tyyppi: Pakollinen (VAMK ja TkK)

Laajuus: 3 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (VAMK): Mikko Västi

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Kimmo Kauhaniemi, Jari Koski, Timo Vekara, Mikko Västi

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 1. lukuvuoden syksy

Osaamistavoitteet: Opintojakson tavoitteena on auttaa opiskelijaa hahmottamaan sähköjärjestelmien rakenteen pääpiirteet, mikä helpottaa jatkossa opiskeltävien yksittäisten detallojen liittämistä osaksi isoa kokonaisuutta. Opiskelija tuntee teoriassa ja käytännössä sähköjärjestelmien tärkeimmät komponentit ja niiden toiminnallisuuden pääpiirteissään sekä pohjoismaisen sähköjärjestelmän. Opiskelija ymmärtää sähköjärjestelmiin liittyvät perusilmiöt ja -lait.

Opiskelijan työmäärä: 81 h, josta työjärjestykseen merkittyä lähiopetusta VAMK: 42 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: Ei vaadita esitietoja

Sisältö:

- Sähköjärjestelmien peruskomponentit kuten sähköntuotantolaitokset, sähkönsiirto- ja jakeluverkko sekä sähkönkäytön erilaiset muodot
- Tärkeimmät sähkötekniset perusilmiöt ja toimintaperiaatteet
 - generaattori (sähkömagneettinen induktio)
 - akku (sähkökemiallinen reaktio)
 - muuntaja ja sähkömoottori (sähkömagneettinen induktio)
 - loisteputkivalaisin (hallittu purkaus kaasussa)
 - oikosulku ja maasulku
- Sähkötekniset peruslait: Ohmin laki, Joulen laki, Coulombin laki, Kirchhoffin lait, Faradayn induktiolaki
- Suomessa käytettävä kolmivaihejärjestelmä ja sen pääperiaatteet
- Pohjoismaisen sähköjärjestelmä
- Tasasähköjärjestelmät
- Sähkövarastot ja -kulkuneuvot

Opiskelumateriaali:

- Valtonen, Lehtovuori: Piirianalyysi (soveltuvin osin)
- Opettajan toimittama materiaali

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot 28 h, laboraatiot 6 h ja referaatin tekeminen

Arviointikriteerit:



Arvosana 5: Opiskelija osaa luovasti soveltaa opintojakson asioita

Arvosana 3: Opiskelija osaa hyvin hyödyntää opintojakson asioita

Arvosana 1: Opiskelija osaa myöhempien opintojen ja työelämän kannalta välttämättömät opintojakson asiat
Arviointimenetelmät: Opintojakson arviointi perustuu tentistä ja referaatista saatujen arvosanojen painotettuun keskiarvoon.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Sähkömittaustekniikka: tasasähkö

Electrical Measurements: Direct Current (DC)

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC1170

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja TkK-tutkinnon energia- ja informaatiotekniikan suunta

Laajuus: 2 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (VAMK): Mikko Västi

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Jari Koski, Henrik Tarkkanen, Timo Vekara, Mikko Västi

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2. lukuvuoden syksy

Osaamistavoitteet: Opiskelija oppii tasavirtapiirien yleisimpien sähköisten suureiden mittausten menetelmät ja -kytkennät sekä käytettävien mittaus- ja valvontalaitteiden käytön ja toimintaperiaatteet. Opiskelija oppii valitsemaan kullekin sovellutukselle turvallisen ja mahdollisimman hyvin tarkoitukseen sopivan mittaustavan ja laitteet sekä arvioimaan mittauksen tarkkuutta.

Opiskelijan työmäärä: 54 h, josta työjärjestykseen merkittyä lähiopetusta VAMK: 28 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: SATEC0030 Työturvallisuus ja sähkötyöturvallisuus

Sisältö:

- Turvallisuusnäkökohdat sähköisiä mittauksia suoritettaessa
- Virran, jännitteen, tehon ja resistanssin mittaaminen tasavirtapiirissä
- Analogisten ja digitaalisten mittareiden rakenteet ja ominaisuudet
- Erilaiset siltamittauskytkennät
- Mittausten luotettavuusarviointi ja mittaustarkkuuden ilmoittaminen

Opiskelumateriaali:

- Aumala: Mittaustekniikan perusteet (Gaudeamus)
- Opintomoniste (jaetaan pdf-muodossa opiskelijoille)
- Heikki Esala: Sähkömittaustekniikka (soveltuvin osin)
- Opettajan toimittama esitysmateriaali (jaetaan pptx-muodossa opiskelijoille)

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot 20 h ja laboraatiot 8 h

Arviointikriteerit:

Arvosana 5: Opiskelija osaa luovasti soveltaa opintojakson asioita

Arvosana 3: Opiskelija osaa hyvin hyödyntää opintojakson asioita

Arvosana 1: Opiskelija osaa myöhempien opintojen ja työelämän kannalta välttämättömät opintojakson asiat

Arviointimenetelmät: Opintojakson arviointi perustuu tentistä ja laboratoriotyöselostuksista saatujen arvosanojen painotettuun keskiarvoon.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Sähkömittaustekniikka: vaihtosähkö

Electrical Measurements: Alternating Current (AC)

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC1180

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja TkK-tutkinnon energia- ja informaatiotekniikka

Laajuus: 3 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (VAMK): Jari Koski

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Jari Koski, Henrik Tarkkanen, Timo Vekara, Mikko Västi

Opetuskieli: Suomi



Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:

Osaamistavoitteet:

- Opiskelija oppii yleisimpien yksi- ja kolmivaiheisten vaihtosähkösuureiden mittausten menetelmät ja -kennät sekä käytettävien mitta- ja valvontalaitteiden käytön ja toimintaperiaatteen
- Opiskelija osaa valita kuhunkin mittaukseen parhaiten soveltuvan mittauksen ja laitteet huomioiden turvallisuusnäkökohdat ja mittauksen tarkkuusvaatimukset
- Opiskelija ymmärtää tietokonepohjaisen Labview-mittausjärjestelmän toimintaperiaatteen ja osaa konfiguroida kyseisen järjestelmän erilaisiin mittaussovelluksiin

Opiskelijan työmäärä: 54 h, josta työjärjestykseen merkittyä lähiopetusta VAMK: 42 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:

- SATEC1170 Sähkömittaustekniikka: tasasähkö
- SATE1160 Piirianalyysi A 5 op/ Vaihtovirtapiirit (VAMK) 3 op

Sisältö:

- Vaihtosähkön virta-, jännite-, teho-, tehokerroin-, energia- ja laatumittaukset
- Erilaiset menetelmät resistanssin, kapasitanssin ja induktanssin mittaamiseksi
- Oskilloskoopin turvallinen käyttö vaihtosähkösuureiden mittaamiseen
- Oskilloskoopin käyttö mittauskytkennöistä
- Mitta-arvon muuntimet
- Vianmääritys- ja -paikannusmittaukset
- Tietokonepohjaisen Labview-mittausjärjestelmän toimintaperiaate ja konfigurointi

Opiskelumateriaali:

- Aumala: Mittaustekniikan perusteet (Gaudeamus)
- Opintomoniste (jaetaan pdf-muodossa opiskelijoille)
- Heikki Esala: Sähkömittaustekniikka (soveltuvin osin)
- Opettajan toimittama esitysmateriaali (jaetaan pptx-muodossa opiskelijoille)

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot 28 h ja laboraatiot 16 h

Arviointikriteerit:

Arvosana 5: Opiskelija osaa luovasti soveltaa opintojakson asioita

Arvosana 3: Opiskelija osaa hyvin hyödyntää opintojakson asioita

Arvosana 1: Opiskelija osaa myöhempien opintojen ja työelämän kannalta välttämättömät opintojakson asiat

Arviointimenetelmät: Opintojakson arviointi perustuu tentistä ja laboratoriotyöselostuksista saatujen arvosanojen painotettuun keskiarvoon.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Sähkötekniikan erityiskysymyksiä I

Special Topics in Electrical Engineering I

Koodi: SATE1100

Laajuus: 4-5 op

Ajankohta:

Edellytykset: -

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tunnistaa, arvioida ja raportoida opintojakson sisällön, perehtyä ajankohtaiseen sähkötekniikan menetelmään tai sovellukseen. Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja ja kriittistä ajattelua sekä analyttisyyttä.

Sisältö: sisällöltään muuttuva-aiheinen opintojakso, tuo esille eräitä ajankohtaisia sähkötekniikan menetelmiä ja sovelluksia, voidaan sisällyttää opintoihin useamman kerran eri sisältöisenä

Oppimateriaali ja kirjallisuus: luennoilla ilmoitettava kirjallisuus

Toteutustavat: erikseen ilmoitettavat luennot, luennoidaan intensiivisesti, vierailuluentoja

Suoritustavat: ilmoitetaan erikseen

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hyväksytyt/hylätyt

Vastuhenkilö: Timo Vekara

Opettaja: vierailuluennoitsijoita

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: vierailuluennoitsijoita, mikäli järjestetään, niin siitä ilmoitetaan Lukkarin lisäksi erikseen sekä sähköpostilistalla että sähkötekniikan ilmoitustaululla



■ Taajuusanalyysi

Frequency Analysis

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC1190

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja VY TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan suunta

Laajuus: 2 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (Vamk): Vesa Verkkonen

Vastuuopettaja (VY): Maarit Vesapuisto

Opettajatiimi: Kari Jokinen, Timo Vekara, Vesa Verkkonen, Maarit Vesapuisto

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2-K

Osaamistavoitteet: Opiskelija osaa tarkastella piirien käyttäytymistä Laplace-muotoisen syöttöpiestimpedanssin ja siirtofunktion avulla, perehtyy moniaaltoisen sähköns edellyttämiin laskentamenetelmiin ja kulkuaaltojen periaatteisiin sekä teoreettisen sähkötekniikan ongelmien ratkaisemiseen PC:n avulla.

Opiskelijan työmäärä: Työmäärä yhteensä: 56 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 28 h.

Edellävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: SATE1160 Piirianalyysi A 5 op (VY opiskelijat) (tai Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit (VAMK)) ja SATEC1200 Virtapiirien laskentamenetelmät.

Sisältö: Laplace-muotoinen syöttöpiestimpedanssi, siirtofunktio; moniaaltoisen sähköns osuudessa opetellaan määrittämää yliaaltoja Fourier-sarjan avulla sekä määrittää superpositioperiaatteen avulla virrat ja jännitteet, tehollisarvot ja päto-, lois- ja särötehot moniaaltoisessa tapauksessa; sähköns laatua kuvaavat kertoimet: perusaaltosisältö, yliaaltosisältö, kokonaissärö (THD), muotokerroin, aaltoisuus, aaltoisuus (ripple); yliaaltojen käyttäytyminen verkon komponenteissa, yliaaltolähteet, yliaaltojen vaikutukset ja pienentäminen suodattimien ja imupiirien avulla; kulkuaalto-osuudessa käsitellään kytkentä-, syöksy- ja impulssimaisten jännitteiden ja virtojen käyttäytymistä, aaltoimpedanssi, kulkuaallon nopeus ja kulkuaika, siirtojohdon kuvaus kulkuaallon tapauksessa, kulkuaallon käyttäytyminen, heijastuva aalto, läpi menevä aalto, kaapelitutka, oikosulun kehittymisen kulkuaaltojen avulla, kondensaattorilla, kelalla tai vastuksella päätetty johto kulkuaallon kannalta, kulkuaallon sijaiskytkentäpiiri; Laplace-muunnoksen ja matriisin käyttö kulkuaaltopiireissä; venttiilisuojan etäisyyden mitoitus suojattavasta kohteesta, PC-harjoituksia.

Opiskelumateriaali: Vesa Verkkonen, opetusmoniste Teoreettinen sähkötekniikka 3, Muutosilmiöt ja taajuusanalyysi, 103 s.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot, kotitehtävät ja pakolliset PC-harjoitukset.

Arviointikriteerit: Asteikko 1-5/Hylätty.

5: osaa yhdistää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä eri asiayhteyksissä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

Arviointimenetelmät: Tentti, PC-harjoitusten suoritus, kotitehtävät.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Tekninen piirtäminen

Technical Drawing

Rakennetyyppi: opintojakso

Koodi: SATE1070

Tyyppi: Pakollinen EE-suunnan TkK-opiskelijoille, valinnainen VY:n kaikille muille sekä VAMKin opiskelijoille.

Laajuus: 3 op

Vastuuorganisaatio: VY

Vastuuopettaja (Vamk): Timo Männistö

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Birgitta Martinkauppi, Timo Männistö, Maarit Vesapuisto ja Timo Vekara

Opetuskieli: suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:

Osaamistavoitteet: Opiskelija osaa tulkita teknisiä piirustuksia, tuntee piirustusten dokumentaation hierarkian, tuntee soveltuvien osien tekniikan standardit ja merkinnät, tunnistaa piirrosmerkit sekä hahmottaa piirustuksen kuvaaman kappaleen muodon, koon ja asennon.

Opiskelijan työmäärä: 81 tuntia

Edellävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:



Sisältö: Rakennus-, koneen-, automaatio- ja sähköpiirustuksen perusteet, yleisimmät piirrosmerkit, käytännöt ja standardit, mittakaavat, projektiot, leikkaukset, osa- ja kokoonpanokuvat ja niiden dokumentaatio

Opiskelumateriaali: 1. SI-opas: kansainvälinen suure- ja yksikköjärjestelmä, SFS (soveltuvin osin)

2. Hasari Heikki & Pekka Salonen, Teknillinen piirtäminen, Otava, 3. p. 2011 (soveltuvin osin)

3. Harju Pentti, Teknisen piirtämisen perusteet (soveltuvin osin) sekä

4. Moodle-ympäristössä oleva aineisto

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Opiskellaan kokonaan itsenäisesti verkko-opetuksena omaan tahtiin.

Arviointikriteerit: Asteikolla 1-5 tai hylätty.

5 opiskelija osaa yhdistää opittuja asioita eri asiayhteyteen,

3 opiskelija osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson asioita,

1 opiskelija osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson asioita

Arviointimenetelmät: Tentti, jonka opiskelija voi suorittaa itse valitsemana ajankohtana.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Virtapiirien laskentamenetelmät

Calculation Methods of Circuits

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC1200

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja VY TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan opintosuunta

Laajuus: 5 op

Vastuuorganisaatio: Vamk

Vastuuopettaja (Vamk): Vesa Verkkonen

Vastuuopettaja (VY): Maarit Vesapuisto

Opettajatiimi: Kari Jokinen, Timo Vekara, Maarit Vesapuisto ja Vesa Verkkonen

Opetuskieli: suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2. vuoden syksy

Osaamistavoitteet: Opiskelija hallitsee vaihtovirtapiirien osoitinlaskennan, osaa soveltaa sitä käytännön piireihin ja valita kuhunkin sovellutukseen parhaan ratkaisumenetelmän, osaa käyttää laskennassa hyväkseen PC-laskentaohjelmia.

Opiskelijan työmäärä: Työmäärä yhteensä: 140 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 70.

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: SATE1140 Piirianalyysi, osa 1 3 op ja SATE1150

Piirianalyysi, osa 2 2 op, (tai Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit (VAMK)), FYSI1180 Sähkö- ja magnetismi.

Sisältö: Resistanssi, induktanssi ja kapasitanssi AC-piirin osana; virrat, jännitteet, tehot ja energiat ajan funktiona; osoitinlaskenta ja sen soveltaminen piireihin; tehot vaihtosähköpiireissä; sarja- ja rinnakkaisresonanssi-piirit ja niiden sovellukset: laatukerroin ja kaistanleveys; matriisiyhtälöiden käyttö silmukka- ja solmupistemenetelmässä; superpositiomenetelmä ja Theveninin sekä Nortonin menetelmä; kahden navan ja neljän navan piirit; perussuodattimet; ohjatut lähteet virtapiirissä; desibeli; symmetrinen kolmivaihejärjestelmä.

Opiskelumateriaali: Vesa Verkkonen, opintomoniste Teoreettinen sähkötekniikka 2, Virtapiirien laskentamenetelmät/Piirianalyysi, 164 s.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot, kotitehtävät ja pakolliset PC-harjoitukset.

Arviointikriteerit:

5: osaa yhdistää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä eri asiayhteyksissä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä.

Arviointimenetelmät: Tentti, hyväksytty PC-työskentely, kotitehtävien suorittaminen.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

Aineopinnot Intermediate Studies

■ Battery Energy Storages in Smart Grids

Code: SATEB2010/3010

Credits: 5 ECTS (5 op)



Prerequisites: none

Learning Outcomes: After completing the course, the student is able to understand reasons for power system changes, impact of these changes and need for utilization of flexible resources like battery energy storages to manage the impacts. The student will understand the key role of battery energy storages in the future power system in which more flexibility and controllability will be needed at all voltage levels. In addition, the student will gain strong knowledge about basics of battery technologies their modeling and management and overview of battery storage solutions in Smart Grids, smart homes and hybrid power plants. In addition, the course will cover topics related to electric vehicles effects on Smart Grids and multi-objective management of batteries in future power systems. Course exercise(s) will enable student to obtain in depth understanding related to some relevant battery storage topic.

Content: Introduction to Smart Grids, Basics of Battery Technologies, Modeling and Management of Battery Energy Storages, Overview of Other Energy Storage Technologies for Smart Grids, Overview of Battery Energy Storage Solutions in Smart Grids, Energy Storages in Microgrids, Battery Storage Solutions for Smart Homes, Hybrid Power Plants with Battery Energy Storages, Electrical Vehicles Effects on Smart Grids, Multi-Objective Management of Battery Energy Storages in Future Power Systems

Study Materials:

Lecture material (and other material announced in lectures)

Tritonia's online version of the book 'Energy Storage in Power Systems' (<https://ebookcentral.proquest.com/lib/tritonia-ebooks/detail.action?docID=4443208>)

Teaching Methods / Modes of Study: Lectures (20 h), exercises (SATEB2010: written assignment, SATEB3010: written assignment and simulation exercises) & independent work (115 h) and final examination

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail (considering both final examination and exercises)

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Hannu Laaksonen, Chethan Parthasarathy, Hossein Hafezi, Omid Palizban, visiting lecturers

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2019-2020 (autumn 2019)

■ Business Models for Battery Storages

Code: SATEB2020/3020

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: By the end of the course, students will be able to apply existing theoretical and empirical evidence on business models to diverse cases in the battery storage industry. Specifically, students will be able to understand the business model logic of the main actors within both the battery storage and the energy value systems as well as the most common configurations of building blocks in battery storage-related business models. Thus, students will learn how to apply different frameworks, tools, and techniques to understand, analyze, evaluate, and even redesign and transform (innovate) the business models of different actors that are involved in both the battery storage ecosystem and the entire energy value system. Accordingly, students will recognize the core building blocks of a battery storage-related business model (e.g., value proposition, customer segments, key activities and resources, cost structure, and revenue streams) while identifying how these blocks interact and can be combined into different configurations to create, deliver, and capture value. In doing so, the scope of this course extends beyond the battery storage value system and adopts an ecosystem approach. The analysis considers different customer segments and both the role of different energy stakeholders, which may be partners, competitors, and, sometimes, coopetitors (e.g., utilities, distributed-energy-resource companies, technology manufacturers finance providers, and regulators) and the organization of the battery storage and the energy value systems while analysing the share of command and control between different players within the whole energy ecosystem. Finally, regarding its intended learning outcomes, the course will support the development of students' key skills in the areas of interpersonal, analytical, critical thinking, problem-solving, and decision-making skills.

Content: The course introduces students to the analysis of existing and forthcoming business models for battery energy storages and their applications through several managerially-oriented frameworks and tools to understand how companies generate and transform their business models. From such bases, participants will study how these frameworks work in the battery storage industry. The analysis of prospective business models for the battery storage industry also considers the impact of the so-called 'energy transition' and the business models in renewable energy as well as the potential new entrants that may offer a range of innovative energy service solutions (e.g., multi-use/-service approach, energy as a service, microgrid business models, reliability as a service, mobility as a service, participation on future electricity markets and technical service / flexibility



markets as well as business models for second-life batteries) based on both the current and forthcoming disruptive storage and digital technologies. This course is practical by its nature and students will apply the existing frameworks in the analysis of particular cases. The course includes the in-class teaching of the core strategy- and business-based analytical frameworks and tools; however, the students are expected to be familiar with the basic technical concepts related to battery storage before starting the course.

Study Materials:

Lecture material (and other material announced in lectures)

Selected book chapters and articles for the course.

Teaching Methods / Modes of Study: Lectures / in-class seminars (20 h), exercises (SATEB2020: group assignment and presentation, SATEB3020: individual written assignment & group assignment and presentation), and independent work (115 h) and final examination.

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Rodrigo Rabetino Sabugo

Teacher(s): Rodrigo Rabetino Sabugo, Arto Rajala, Petra Berg, Mika Kärkkäinen, visiting lecturers

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2019-2020 (spring 2020)

■ Energiajärjestelmän mallin rakentaminen

Building of Simulation Model for an Energy System

Koodi: SATE2120

Laajuus: 3 op

Ajankohta:

Edellytykset: Pakollinen edeltävä opinto Kenttäteorian perusteet tai Staattinen kenttäteoria (oltava suoritettu hyväksytysti)

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa laatia yksinkertaista energiajärjestelmää kuvaavan simulointimallin Comsol-ohjelmalla sekä mallintaa ja analysoida ko. järjestelmässä esiintyviä sähkö-, magneetti- tai virtauslämpökenttiä. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua, yhteistyötaitoja, elinikäistä oppimista, kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä, ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja ja IT-taitoja.

Sisältö: sähköjärjestelmien mallintaminen Comsol-ohjelman avulla

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. ilmoittautuneille pääsy verkkomateriaaliin
2. opiskelijan valitseman järjestelmän toimintaan liittyvä lähdemateriaali

Toteutustavat: ohjausluennot 8 h, verkkoaineisto, harjoitustyö, itsenäinen työ 73 h

Suoritustavat: kirjallinen raportti sähköjärjestelmän simuloinnista ja simulointituloksista

Opetus- ja suorituskieli: suomi

Arvostelu: asteikolla hyväksytty/hylätty

Vastuuhenkilö: Maarit Vesapuisto

Opettaja: Tero Käsäkangas

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:

■ Energy Production

Energian tuotanto

Code: SATE2020

Credits: 5 ECTS

Prerequisites: Introduction to Electrical Energy Systems is recommended

Learning Outcomes: To get a rough view of the global possibilities of technology for energy sector now and in future. Course develops written skills (reading, writing).

Content: Global challenges and their implications for the energy sector, energy use, energy conservation technologies, energy resources, supply systems and scenarios on energy futures

Study Materials: Energy Visions 2050, VTT Edita, 380 pages, copies of the book are available in Tritonia Library

Teaching Methods: Introduction lectures (4 hours) are given twice a year, exam, detailed information via the WebOodi system for the registered students

Modes of Study: Exam



Languages: language(s) of instruction: English; completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Timo Vekara

Teacher(s): Timo Vekara, Svetlana Marmutova

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: Suits not only students of engineering but also students aiming at B.Sc. degree or for example students majoring in economics, Finnish book "Energia Suomessa" may help to get started

■ Kandidaatintutkielma Sähkö- ja energiatekniikka

Bachelor's Thesis

Huom. Energia- ja informaatiotekniikan tutkinto-ohjelman sähkö- ja energiatekniikan opintosuunnan tekniikan kandidaatin tutkinnon opiskelijoille

Koodi: TECH2980

Laajuus: 10 op

Ajankohta: 3. vuosi, opiskelija valitsee itse tutkielmansa aiheen ja aloittaa tutkielmatyöskentelyn osallistumalla aloitusseminaariin joko syys- tai kevätlukukauden alussa, seminaareja järjestetään kerran kuukaudessa tai tarpeen mukaan keskiviikkoisin klo 16:15 alkaen

Edellytykset: Vaasan yliopistossa järjestettävät sähkö- ja energiatekniikan suunnan opintojaksot tutkielman aihepiiriin alalta

Osaamistavoitteet: opiskelija osaa itsenäisesti etsiä tutkittua tietoa valitsemastaan aiheesta, osaa verrata tutkielman aihepiiriin liittyviä asioita keskenään, osaa rajata aihetta ja osaa raportoida sekä suullisesti että kirjallisesti annettujen ohjeiden mukaisesti. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua, suullista ilmaisua (esitelmä) ja elinikäistä oppimista.

Sisältö: Alkuraportti (n. 1 sivu): sisältää tutkielman alustavan otsikon, lyhyen kuvauksen työstä ja aiheesta, aiheen keskeisimmät kirjallisuuslähteet sekä aikataulusuunnitelman.

Väliraportti (10–15) sivua: Vastaa työmäärältään noin 1/3 koko kandidaatin tutkielmasta. Väliraportissa edellytetään olevan: luonnos tiivistelmäsiivoksi, tutkielman sisällysluettelo, johdanto, jossa tavoite ja rajoitus, kirjallisuustyössä kirjoitettuna keskeisiä tekstikohtia/empirisessä työssä yksityiskohtainen toteutussuunnitelma, hahmotelma johtopäätöksistä. Hyväksytystä väliraportista kirjataan 3 opintopistettä.

Loppuraportti viimeistellään kirjoitusohjeiden mukaisesti. Kandidaatin tutkielma kansitetaan ja tarkastetaan Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä. Tutkielmasta pidetään pienryhmässä seminaariesitys.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: tutkielman aiheeseen liittyvät tieteelliset tekstit

Toteutustavat: aloitusluennot syys- ja kevätlukukauden alussa 2 h, ohjaus ja pienryhmätyöskentely 15 h.

Suoritustavat: aloitusluennot tai yhteydenotto omaan aihepiiriin vastuuohjaajaan, alkuraportti, väliraportti (TECH2981, 3 op), seminaariesitys ja Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä tarkastettu kirjoitusohjeiden mukainen loppuraportti (TECH2982, 7 op), lisäksi kypsyysnäyte (KNÄYxxxx, 0 op). Osallistuminen vähintään kahteen seminaarilaisuuteen ennen omaa esitystä. Opiskelija voi myös halutessaan edetä suoraan loppuraporttiin ja seminaariesitykseen.

Opetus- ja suorituskielet: tutkielman kieli voi olla suomi, ruotsi tai englanti

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilöt: Janne Koljonen, Kimmo Kauhaniemi, Seppo Niemi, Timo Vekara, ja Maarit Vesapuisto

Opettajat: Janne Koljonen, Kimmo Kauhaniemi, Seppo Niemi, Timo Vekara, ja Maarit Vesapuisto

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: ks. tekniikan alan kandidaatin tutkielman laadintaohjeet, yksikön kirjoitusohjeet ja sähkö- ja energiatekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi SATE kirjalliset), ilmoittaudu kurssille, tarkemat tiedot kurssi-ilmoittautumisjärjestelmän kautta, esityksistä ilmoitetaan lisäksi sekä "s-perus" -sähköpostilistalla että sähkötekniikan ilmoitustaululla, kandidaatin tutkielmat tarkistetaan Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä

■ Kenttäteorian perusteet

Introduction to field theory

Rakennetyyppi: opintojakso

Koodi: SATE2180

Tyyppi: Pakollinen TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan suunnassa

Laajuus: 3 op

Vastuuorganisaatio: VY

Vastuupettaja (VY): Maarit Vesapuisto

Opettajatiimi: Maarit Vesapuisto, Timo Vekara



Opetuskieli: suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 3. vuosi syksy

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa:

- selittää sähkö-, magneetti- ja lämpökenttien ominaisuudet niihin liittyvät suureet käyttäen usean muuttujan analyysiä,
- laskea kenttälaskuja peruskoordinaatistoissa
- kuvailla haasteita ja sovelluksia, joissa kenttäteorian osaamista tarvitaan.

Opintojakso kehittää suullista ilmaisua, kirjallista ilmaisua, elinikäistä oppimista, kriittistä ajattelua ja analyyt-tisyyttä, ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja.

Opiskelijan työ määrä: Kokonaistyömäärä 80 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 36 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: Aallot, optiikka ja termodynamiikka, Sähkö ja mag-netismi, Usean muuttujan analyysi

Sisältö: Staattinen sähkökenttä ja magneettikenttä, sähkömagneettinen induktio ja siirrosvirta, Maxwellin yh-tälöt, lämpökenttä, esimerkkejä ja sovelluksia.

Opiskelumateriaali:

1. Cheng: Field and Wave Electromagnetics, Addison-Wesley 1989. Soveltuvin osin.
2. Lindell, Sihvola: Sähkömagneettinen kenttäteoria 1, Staattiset kentät. Soveltuvin osin.
3. Sihvola, Lindell: Sähkömagneettinen kenttäteoria 2, Dynaamiset kentät. Soveltuvin osin.
4. Edminister: Schaum's outline of theory and problems of electromagnetics, 2nd edition, Schaum's outlines McGraw-Hill, 1993. Soveltuvin osin.
5. Moodle-ympäristössä oleva aineisto.
6. Muu luennoilla ja laskuharjoituksissa jaettava oppimista tukeva materiaali.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot 18 h, laskuharjoitukset 18 h.

Arviointimenetelmät: Tentti ja hyväksytyt osallistuminen harjoituksiin (laskuharjoituksista laskettava 20 % ennen tenttiä). Osasuoritusten on liityttävä samaan toteutuskertaan. Opintojakso arvioidaan asteikolla 1-5 tai hylätty

Lisätietoja:

■ Mallintaminen ja simulointi

Introduction to Modelling and Simulation

Koodi: SATE2130

Laajuus: 5 op

Edellytykset:

Integraalimuunnokset/Kompleksianalyysi ja integraalimuunnokset ja Mekaniikka. Lisäksi suositellaan Piiri-analyysi, osa 1.

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata yksinkertaisen sähköisen tai mekaani-sen järjestelmän dynaamisen käyttäytymisen differentiaaliyhtälöihin avulla ja laatia yhtälöiden perusteella jär-jestelmää kuvaavan simulointimallin, simuloida sen avulla järjestelmän ilmiöitä ja dokumentoida tulokset ku-vaajien avulla. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua (harjoitustyö) ja IT-taitoja (Matlab/Simulink).

Sisältö: jatkuvien mekaanisten ja sähköisten järjestelmien dynaaminen mallintaminen tietokoneella, simu-loinnin numeeriset menetelmät, yleiskäyttöisen simulointiohjelmiston käyttö

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Kulakowski B.T., Gardner J.F., Shearer J.L.: Dynamic modeling and Control of Engineering Systems (Third Edition), Cambridge University Press, 2007, 486 s
2. Moodle-oppimisympäristössä oleva luentoaineisto

Toteutustavat: luennot 16 h, harjoitukset 16 h ja harjoitustyö, itsenäinen työ 103 h

Suoritustavat: tentti (SATE2131 4 op) ja harjoitustyö (SATE2132 1 op)

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuhenkilö: Kimmo Kauhaniemi

Opettaja: Kimmo Kauhaniemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:



■ Ohjelmoitavat logiikat

Programmable Logic Controllers

Rakennetyyppi: opintojakso

Koodi: SATEC2240.A

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja valinnainen TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan suunta

Laajuus: 5 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (Vamk): Olli Tuovinen

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Koljonen Janne, Nieminen Juha, Tuovinen Olli, Vekara Timo

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:

Osaamistavoitteet: Opiskelija ymmärtää erilaisten toimilaitteiden toiminta- ja ohjausperiaatteet sekä niiden liitännän automaatiojärjestelmään. Opiskelija tuntee säätötekniikan perusteet. Opiskelija hallitsee nykyaikaisen automaatiojärjestelmien rakenteet ja tiedonsiirron perusteet. Opiskelija ymmärtää ohjelmoitavien logiikoiden toimintaperiaatteet ja osaa suunnitella sovellusohjelmia pienten prosessien ohjaukseen. Opiskelija osaa tulkita automaatio-suunnittelun dokumentteja. Opiskelija ymmärtää mittaustekniikan perusteet, osaa valita mittalaitteita (instrumentteja) sekä hallitsee niiden asennustavat.

Opiskelijan työmäärä: 135 h, josta lukujärjestykseen merkittyä lähiopetusta 70 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: Anturi- ja säätötekniikka on vaihtoehtoinen opintojakso

Sisältö: Sähkö- ja voimakoneiden pyörimisnopeuden mittaaminen. Sähköiset, pneumaattiset ja hydrauliset toimilaitteet sekä niiden ohjauspiirit. Pumppu- ja puhallinkäytöt sekä niiden ohjauspiirit. PID-säädön perusteet. Automaatiojärjestelmien komponentit ja niiden tehtävät sekä tiedonsiirron periaatteet eri osien välillä. Logiikka-ohjelmointi käyttäen IEC61131-standardin mukaista lohko-ohjelmointikieltä. PI- ja toimintakaavioiden merkinnot. Paine-, virtaus-, lämpötila- ja pintamittausten toimintaperiaatteet, valintakriteerit ja asennustavat. Laboratorio-harjoituksissa perehdytään instrumenttien ja toimilaitteiden liittämiseen ohjaavaan järjestelmään sekä laaditaan sovellusohjelmia osaprosessien hallintaan.

Opiskelumateriaali: Opetusmonisteet, laboratoriotyöohjeet, harjoitustyöohjeet

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot, PC-harjoitukset ja laboraatiot

Arviointikriteerit:

5: osaa yhdistää opittuja asioita eri asiayhteyksissä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson asioita

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson asioita

Arviointimenetelmät: Tunti, harjoitukset, laboraatiot.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

Rinnakkainen/vaihtoehtoinen opintojakso Anturi- ja säätötekniikka -opintojakson kanssa, vain toisen voi sisällyttää tutkintoihin.

■ Sähköasennukset

Electrical installations

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC2150

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka, valinnainen VY TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan suunta

Laajuus: 5 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (VAMK): Tapani Esala

Vastuuopettaja (VY): Henrik Tarkkanen

Opettajatiimi: Timo Männistö, Mikko Västi

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 3-S

Osaamistavoitteet: Opiskelija perehtyy keskeisiin erilaisten kohteiden sähköistyksissä esiintyviin suunnitteluun ja asennusten toteutusperiaatteisiin. Valaistustekniikasta ja sähkölämmityksestä opiskelija osaa suunnitella ja laitevalintoihin liittyvät menetelmät. Opiskelija saavuttaa perustiedot tavanomaisten kohteiden sähkösuunnittelussa.

Opiskelijan työmäärä: Työmäärä yhteensä: 135 h

- mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 60 h

- mistä itsenäistä opiskelua: 75 h



Edeltävät opinnot:

SATExxxx Sähköalan piirustukset (3 op) ja SATExxxx Tietokoneavusteinen sähkösuunnittelu (2 op) tai SATE1070 Tekninen piirtäminen (3 op) ja SATEC2220 Tietokoneavusteinen sähkösuunnittelu (2 op)

Sisältö: Standardien ja St-kortiston ohjeiden soveltaminen sähköistyksen suunnitteluun ja -urakointiin. Kiinteistöjen sähkö- ja televerkkojen rakenteet, suojauksen ja jännitteen aleneman mitoitusperiaatteet, asennustavat ja käyttöönottotarkastukset.

Valaistustekniikan perusteet, valonlähteet, valaisinrakenteet.

Sähkölämmityksen mitoitusperiaatteet ja erilaiset lämmitysmenetelmät.

Sähköistyksen varustelutasot, suunnitteludokumentit, sähkötyöselitykset sekä urakka-asiakirjat.

Opiskelumateriaali:

SFS6000 standardi, D1 käsikirja, Sähköasennukset 1, St-kortisto, opettajan luoma materiaali Moodlessa.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot, laboraatiot ja suunnitteluharjoitus.

Arviointikriteerit:

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

5: osaa yhdistää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä eri asiayhteyksissä

Arviointimenetelmät: Kirjallinen koe, harjoitustyön ja laboratoriotyöraportin arviointi.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Sähkölaitokset

Elements of Power Systems

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC2160

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja TkK-tutkinnon energia- ja informaatiotekniikan suunta

Laajuus: 3 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (VAMK): Jari Koski

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Kimmo Kauhaniemi, Jari Koski, Mikko Västi, Timo Vekara

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2. lukuvuoden syksy (VAMK ja VY)

Osaamistavoitteet: Opiskelija saa yleiskäsityksen eli tunnistaa sähkölaitostekniikassa käytettävien kojeiden, kojeistojen ja sähköasemien rakenteet, tekniset ominaisuudet, valintaperusteet ja kehitysnäkymät. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua ja yhteistyötaitoja (laboratoriotyöt).

Opiskelijan työmäärä: 81 h, josta työjärjestykseen merkittyä lähiovetusta 36 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: 1. vuoden sähkötökniiikan opinnot

Sisältö:

- Sähkönjakeluverkon laitteille asetetut vaatimukset ja niiden todentaminen
- Sähkölaitteiden suurjännitekoestukset
- Tehomuuntajien ominaisuudet, rakenne, sijaiskytkentä ja valintaperusteet
- Tehomuuntajan sijaiskytkennän arvojen kokeellinen määrittäminen
- Katkaisijoiden, erottimien, mittamuuntajien, sensorien, sulakkeiden ja ylijännitesuojien rakenteet ja valintaperusteet
- Jakelumuuntamoiden, kojeistojen ja sähköasemien rakenteet sekä tekniset ominaisuudet

Opiskelumateriaali:

- Elovaara, Haarla: Sähköverkot 1 & 2 (Gaudeamus)
- Opintomonisteet (jaetaan pdf-muodossa opiskelijoille)
- Olavi Mäkinen: Sähkölaitokset (luvut 9-12, 15-17)
- Vesa Verkkonen: Sähkökojeet - muuntajat (osittain luvut 3 ja 4 sekä kaavakokoelma)
- Opettajan toimittama esitysmateriaali (jaetaan pptx-muodossa opiskelijoille)

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:

Luennot 20 h, laboratorioharjoitukset 16 h. (Lisäksi VY:llä ylimääräinen mittalaitteharjoitus 2 h)

Sähkölaitostekniikkaan liittyvien laitteiden ominaisuudet ja valintaperiaatteet opetellaan luentotunneilla. Osaamista syvennetään harjoituksilla sekä laboraatioilla, missä tiettyjen laitteiden ominaisuuksia mitataan ja tutkitaan käytännössä.

Arviointikriteerit:



Arvosana 5: Opiskelija osaa luovasti soveltaa opintojakson asioita

Arvosana 3: Opiskelija osaa hyvin hyödyntää opintojakson asioita

Arvosana 1: Opiskelija osaa myöhempien opintojen ja työelämän kannalta välttämättömät opintojakson asiat

Arviointimenetelmät: Opintojakson arviointi perustuu tentistä, harjoitustehtävistä ja laboratoriotyöselostuksista saatujen arvosanojen painotettuun keskiarvoon. Hyväksytyt suoritukset edellyttävät aktiivista osallistumista laboratorioharjoituksiin.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Sähkökoneet

Electric Machines

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC2170

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja VY TkK-tutkinnon energia- ja informaatiotekniikan suunta

Laajuus: 5 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (Vamk): Vesa Verkkonen

Vastuuopettaja (VY) Timo Vekara

Opettajatiimi: Timo Vekara Vesa Verkkonen, Kari Jokinen

Opetuskieli: Suomi,

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2-K

Osaamistavoitteet: Opiskelija perehtyy tärkeimpiin sähkökoneisiin sekä niiden toiminta- ja käyttöominaisuuksiin käyttäjän kannalta. Opiskelijalla on valmiudet laskea moottoreiden eri toiminta-arvoja eri käyttötilanteissa sijaiskytkentöjen avulla. Opiskelijalla on valmiudet moottorin mitoittamiseen jatkuvassa käytössä. Opiskelija oppii hyödyntämään mitoituksessa laitevalmistajilta saatavia taulukkoarvoja.

Opiskelijan työmäärä: Työmäärä yhteensä: 140 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 70 h.

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: SATE1160 Piirianalyysi A 5 op (VY opiskelijat) (tai Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit (VAMK)) ja SATEC1200 Virtapiirien laskentamenetelmät.

Sisältö: Magneettipiirit sähkökoneiden kannalta; tasasähkö-, epätahti- ja tahtikoneiden rakenne, käyttöominaisuudet, toiminta-arvot, toimintatilan määrittäminen erilaisissa tilanteissa; moottoreiden sijaiskytkennän määrittäminen ja toiminnan tarkastelu sijaiskytkentöjen avulla; moottorilta vaadittavan tehon määrittäminen erilaisissa käytöissä; moottorin suoritusarvoja ja rakennetta kuvaavat normien mukaiset merkinnät; moottorin mitoitusmomentin riittävyden, lämpenemisen ja käynnistysajan mukaan jatkuvassa käytössä.

Opiskelumateriaali: Vesa Verkkonen: Sähkömoottorikäytöt opetusmonisteet, osa 1: Sähkökoneiden perusteita ja tasasähkökoneet 77 s, osa 2: Epätahtikoneet 105 s, osa 3: Tahtikoneet 62 s, osa 4: Moottorien valinta, 72 s.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot, kotitehtävät, pakolliset PC-harjoitukset ja laboratoriotyöt.

Arviointikriteerit:

5: osaa yhdistää opittuja asioita eri asiayhteyksissä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson asioita

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson asioita

Arviointimenetelmät: Tentti, PC-harjoitusten hyväksytyt suoritukset, kotitehtävät sekä laboratoriotyöskentely

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Sähkötekniikan erityiskysymyksiä II

Special Topics in Electrical Engineering II

Koodi: SATE2090

Laajuus: 4-10 op

Ajankohta:

Edellytykset: -

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tunnistaa, arvioida ja raportoida opintojakson sisällön sekä osaa tehdä siihen liittyviä vertailuja ja analyyskejä, perehtyä ajankohtaiseen sähkötekniikan menetelmään tai sovellukseen. Opintojakso kehittää ongelmanratkaisua ja päätöksentekotaitoja ja kriittistä ajattelua sekä analyttisyyttä.

Sisältö: sisällöltään muuttuva-aiheinen opintojakso, tuo esille eräitä ajankohtaisia sähkötekniikan menetelmiä ja sovelluksia, voidaan sisällyttää opintoihin useamman kerran eri sisältöisenä

Oppimateriaali ja kirjallisuus: luennoilla ilmoitettava kirjallisuus

Toteutustavat: erikseen ilmoitettavat luennot, luennoidaan intensiivisesti, vierailuluentoja



Suoritustavat: ilmoitetaan erikseen

Opetus- ja suorituskielet:

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hyväksytyt/hylätyt

Vastuuhenkilö: Timo Vekara

Opettaja: vierailuluennoksijoita

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: vierailuluennoksijoita, mikäli opintojakso järjestetään, niin siitä ilmoitetaan Lukkarin lisäksi erikseen sekä sähköpostilistalla että sähkötekniikan ilmoitustaululla

■ Sähköturvallisuustutkinto (S1)

Electrical Safety Examination

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC2230

Tyyppi: Pakollinen (VAMK), vapaasti valittava (VY)

Laajuus: 2 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (VAMK): Tapani Esala

Vastuuopettaja (VY): Kimmo Kauhaniemi

Opettajatiimi: Timo Männistö

Opetuskielet: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:

Osaamistavoitteet: Opiskelija saavuttaa valmiudet osallistua TUKESin järjestämään valtakunnalliseen sähköturvallisuustutkintoon (S1). Tutkinto kuuluu yhtenä osana sähkötöiden johtajan pätevyysvaatimukseen.

Opiskelijan työmäärä: Työmäärä yhteensä: 54 h

- mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 24 h

- mistä itsenäistä opiskelua: 30 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:

Kaikki sähkönjakelun ja rakennussähköistyksen opintojaksot.

Sisältö: Kurssilla käsitellään laajasti sähkönjakelujärjestelmien suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät standardit, ohjeet ja viranomaismääräykset.

Opiskelijalla on halutessaan mahdollisuus osallistua valtakunnalliseen sähköturvallisuustutkintoon. TUKES perii tutkintoon osallistumisesta n. 50 euron tutkintomaksun, jonka opiskelija joutuu maksamaan. Opiskelija voi kurssin läpäistyään saada TUKESin antaman S1-tutkintotodistuksen.

Opiskelumateriaali: TUKES-ohje S5-10 määrittelee vuosittain materiaalin.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Ohjattu tutustuminen aikaisempien tenttien tehtäviin. Harjoitusten avulla tapahtuva orientointi ja selviämistästrategian luonti tulevan valtakunnallisen tentin suorittamiseksi.

Arviointikriteerit:

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

5: osaa yhdistää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä eri asiayhteyksissä

Arviointimenetelmät: Tentti/valtakunnallinen sähköturvallisuustutkinto (S1).

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Sähköverkot

Power Systems

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC2190

Tyyppi: Pakollinen (VAMK ja TkK)

Laajuus: 3 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (VAMK): Jari Koski

Vastuuopettaja (VY): Kimmo Kauhaniemi

Opettajatiimi: Kimmo Kauhaniemi, Jari Koski, Mikko Västi, Timo Vekara

Opetuskielet: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2. lukuvuoden talvi (VAMK ja VY)

Osaamistavoitteet:

- Opiskelija saa yleiskäsityksen sähkön tuotanto-, siirto- ja jakelujärjestelmän toiminnasta



- Opiskelija tuntee sähköverkkojen ilmiöiden perusteet
- Opiskelijalla on käsitys sähköverkkojen analysoinnissa käytettävistä laskentamenetelmistä
- Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua ja yhteistyötaitoja (laboratoriotyöt), ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja, elinikäistä oppimista ja IT-taitoja (Mathcad).

Opiskelijan työmäärä: 81 h, josta työjärjestykseen merkittyä lähiopetusta 36 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:

- SATEC1180 Sähkömittaustekniikka: vaihtosähkö
- SATEC1200 Virtapiirien laskentamenetelmät
- SATEC2160 Sähkölaitokset

Sisältö:

- Sähköjärjestelmän rakenne, sähkön tuotanto sekä sähkönsiirto- ja -jakelujärjestelmät
- Sähköverkon ja -johdon kuormitettavuuden ominaisuuksien laskenta
- Sähköverkon hyväksytyyn jännitetasoon kriteerit ja verkon jännitteen laskenta erilaisissa tilanteissa
- Sähköverkon yleisimmät vikatilanteet ja niihin liittyvien ominaisuuksien laskenta
- Matematiikkaohjelman (Mathcad) käyttö sähköverkon normaali- ja vikatilanteiden ominaisuuksien laskennassa

Opiskelumateriaali:

- Elovaara, Haarla: Sähköverkot 1 & 2 (Gaudeamus)
- Opintomoniste (jaetaan pdf-muodossa opiskelijoille)
- Olavi Mäkinen: Sähkölaitokset (luvut 1-8)
- Opettajan toimittama esitysmateriaali (jaetaan pptx-muodossa opiskelijoille)

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:

Luennot 24 h, PC-harjoitukset 6 h, laboraatiot 6 h

Sähköjärjestelmän rakenteeseen ja sen sähköisiin ominaisuuksiin liittyvät ilmiöt opetellaan teoreettisesti luentotunneilla. Osaamista syvennetään PC-harjoituksilla sekä laboraatioilla, missä tiettyjä sähköverkon ilmiöitä mitataan ja tutkitaan käytännössä.

Arviointikriteerit:

Arvosana 5: Opiskelija osaa luovasti soveltaa opintojakson asioita

Arvosana 3: Opiskelija osaa hyvin hyödyntää opintojakson asioita

Arvosana 1: Opiskelija osaa myöhempien opintojen ja työelämän kannalta välttämättömät opintojakson asiat

Arviointimenetelmät:

Opintojakson arviointi perustuu tentistä ja laboratoriotyöselostuksista saatujen arvosanojen painotettuun keskiarvoon. Hyväksytyt suoritukset edellyttävät aktiivista osallistumista PC-harjoituksiin ja laboratorioharjoituksiin.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Tehoelektroniikka

Power Electronics

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC2200

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja VY TkK-tutkinnon energia- ja informaatiotekniikan suunta

Laajuus: 5 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (Vamk): Kari Jokinen

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Em.

Opetuskieli: suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:

Osaamistavoitteet: Opiskelija saa perustiedot nykyaikaisten säädettävien sähkökäyttöjen suuntaajasovelluksista kuten taajuusmuuttajan verkkotasasuuntaajasta ja invertteristä. Opiskelija ymmärtää tehokomponenttien toimintaperiaatteet osana suuntaajakytkentää. Opiskelija perehtyy suuntaajien verkkovaikutuksiin, kuten virtayliaaltojen ja loistehon syntyyn. Opiskelija osaa mitoittaa suuntaajan erilaisiin kuormitustilanteisiin.

Opiskelijan työmäärä: 133 h

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot: Virtapiirien laskentamenetelmät, Muutosilmiöt, Taajuusanalyysi



Sisältö: Tehoelektronikassa käytettävien puolijohde-komponenttien toiminta. Tehoelektronikkakomponenttien tärkeimmät ominaisuudet, kuten jännitekestoisuus ja tehohäviöt. Verkkokommutoitujen tasa- ja vaihtosuuntaajien rakenteet ja toimintaperiaatteet. Pakkokommutoitujen suuntaajien kuten invertterien ja tasavirtakatkajien toiminta. Suuntaajien aiheuttamat virta- ja jänniteylläallot ja loistehevo sekä niiden pienentämistavat. Suuntaajien kuormitettavuus lämpömallitarkastelulla. Laboratorio-osuudella perehtyminen tehoelektronikkalaitteiden toimintaan mittaus- ja testaus toimenpiteillä.

Opiskelumateriaali: Opetusmonisteet, laboratoriotyöohjeet, harjoitustyöohjeet

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Luennot, laboratorioharjoitukset

Arviointikriteerit: 5: osaa yhdistää opittuja asioita eri asiayhteyksissä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson asioita

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson asioita

Arviointimenetelmät: Tentti, harjoitukset, laboraatiot.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

■ Teknologiaseminaari

Seminar on Technology

Rakennetyyppi: opintojakso

Koodi: SATE2210

Tyyppi: Pakollinen TkK-opiskelijoille EE-suunnassa

Laajuus: 2 op

Vastuuorganisaatio: VY

Vastuuopettaja (VY): Timo Vekara

Opettajatiimi: Sähkö- ja energiatekniikan opettajat

Opetuskieli: suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 3. lukuvuosi

Osaamistavoitteet: opiskelija osaa monipuolisesti ja itsenäisesti etsiä hakukoneilla oman alansa erityisesti tieteellisiä mutta myös kaupallisia lähteitä ja kritisoida niitä; osaa tuottaa eettisesti laadukasta suullista ja kirjallista materiaalia annettujen ohjeiden mukaisesti. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua, suullista ilmaisua (esitelmä) ja elinikäistä oppimista.

Opiskelijan työmäärä: 52 tuntia

Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:

Sisältö: Opiskelijan oman energia-alan aihepiiriin liittyvät tieteellisesti uusimmat ja ajankohtaiset kaupallisen hyödyntämisen näkymät. Tutustuminen oman teknologia-alan tieteelliseen tai muuhun ammatilliseen julkaisuun tai muuhun ammatilliseen kirjallisuuteen (referointi ja lähdekritiikki) sekä esittäminen sekä suullisesti että kirjallisesti annettujen ohjeiden mukaisesti.

Opiskelumateriaali: Suoritusohjeet Moodle-ympäristössä

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Opiskellaan omaan tahtiin ohjaajan ohjeiden mukaisesti.

Suullinen esitys seminaaritalaisuudessa.

Arviointikriteerit:

5 opiskelija osaa yhdistää opittuja asioita uuteen asiayhteyteen ja suhtautua lähteisiin kriittisesti

3 opiskelija osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson asioita

1 opiskelija osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson asioita

Arviointimenetelmät: Hyväksytysti suoritettu suullinen ja kirjallinen esitys.

Lisätietoja:

■ Tietokoneavusteinen sähkösuunnittelu

Computer-aided engineering

Rakennetyyppi: Opintojakso

Koodi: SATEC2220

Tyyppi: Pakollinen VAMK sähkötekniikka, Valinnainen VY TkK-tutkinnon sähkö- ja energiatekniikan suunta

Laajuus: 2 op

Vastuuorganisaatio: VAMK

Vastuuopettaja (Vamk): Esala, Tapani

Vastuuopettaja (VY): Henrik Tarkkanen

Opettajatiimi: Timo Männistö, Mikko Västi

Opetuskieli: Suomi

Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi: 2-K



Osaamistavoitteet: Opiskelija perehtyy tietokoneissa toimiviin teknisen - ja sähkötekni- sen suunnittelun kau- pallisiin CAD-järjestelmiin, niiden ominaisuuksiin ja käyttömahdollisuuksiin. Opintojakson suoritettuaan opis- kelija osaa erilaisten yksinkertaisten rakennuksen sähköpiirustusten laatimiseen CAD-ohjelmilla.

Opiskelijan työmäärä: Työmäärä yhteensä: 54 h

- mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 28 h

- mistä itsenäistä opiskelua: 26 h

Edeltävät opinnot:

SATExxxx Sähköalan piirustukset tai SATE1070 Tekninen piirtäminen

Sisältö: Harjoitustöitä tekemällä opitaan suunnittelemaan ja piirtämään rakennusten sähköpiirustuksia ja suorittamaan valaistusvoimakkuuslaskelmia tietokoneavusteisen laskentajärjestelmän avulla. Samalla perehdy- tään CAD-järjestelmien toimintoihin.

Opiskelumateriaali: St-kortisto, opettajan luoma materiaali Moodlessa.

Opetusmuoto / Opetusmenetelmät: Ohjattuja harjoituksia jatkuvan palautteen periaatteella CAD-opetus- tilassa.

Arviointikriteerit:

1: osaa ohjatusti hyödyntää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

3: osaa oma-aloitteisesti käyttää hyödyksi opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

5: osaa yhdistää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä eri asiayhteyksissä

Arviointimenetelmät: Koe ja harjoitustöiden arviointi.

Lisätietoja: Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

Syventävät opinnot Advanced Studies

■ Future Electricity and Energy Markets & Business Concepts

Code: SATE3190

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: after completing this course successfully, the student understands drivers to change electricity and energy market models and business concepts, and the student has knowledge about new poten- tial market actors, peer-to-peer markets, local energy communities related market solutions and has knowledge about flexibility markets and potential of block chain technologies in the new management and market solu- tions as well as understands possible new business concepts (e.g. different service concepts) and future electric- ity market related regulation. In addition, the course will support the development of students' key skills in the areas of interpersonal, analytical, critical thinking, problem-solving, and decision-making skills.

Content:

- Potential new electricity and energy market models (based on utilization of distributed, flexible energy resources) and market actors (like aggregator, flexibility operator, virtual-power-plant, prosumer)
 - Compatibility with Smart Grid management and control architecture (taking into account po- tential concepts like networked advanced, grid-interactive microgrids, web-of-cells, virtual power plants, FlexZone etc.)
 - Role of Peer-to-peer market, blockchain technology, energy as a service, microgrid business models, reliability as a service, electric vehicles and mobility as a service
 - Flexibility markets and related revenue models including also, for example, potential demand response eXchange (DRX) market and the new actors of this market as well as applications DRX in future smart grids
 - Potential new tariffs (capacity tariff, dynamic tariff etc.) and different customers / prosumers
 - Role of different forecasts (weather, market, flexibility)
- Local energy communities related market models
- Future electricity markets related legislation and regulation
 - For example, related to active utilization of flexibility from distributed energy resources
- Potential integration of electricity markets with other energy markets (heat, gas)
- Business cases, value chains and revenue models for demand based flexibilities (prosumers, SMEs, EVs etc.) in smart grids
 - New service-based business models for DSOs or new actors, customer acceptance for new market and business models in key role
 - Role of circular and sharing economy in future smart grids and smart energy systems



Study Materials:

Lecture material (and other material announced in lectures)

Selected book chapters and articles for the course.

Teaching Methods / Modes of Study: Lectures (16 h), exercises (written assignment and/or simulations) & independent work (119 h) and final examination

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Miadreza Shafiekhah, Arto Rajala, Petra Berg, visiting lecture

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2020-2021 (autumn 2020)

■ Control and Simulation of Modern Electric Drives and Systems

Code: SATE3180

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: after completing this course successfully, the student understands the latest development in electronics, machines and modern control theories enable the students to develop and understand the machine models with power electronics, the course also develops the students analytical abilities for understanding electrical machines dynamics and gives the students a general approaches for modeling of electromechanical devices, after the course student also has an overview about simulation of drives in power systems as well as about the dynamics and control of grid-connected inverters. Course develops lifelong learning and interpersonal skills.

Content: The generalized machine theory is the subject of modeling the electric machines and drives as well as the power system and it needs understanding of e.g. electrical machines in space phasor models, axes transformations, dynamic modeling. The theory given in this course will be applied on the machines and drives.

This course will cover following topics:

- The matrix equation of the basic rotating machines
- Reference frame theory
- Theory of symmetrical induction machines
- Theory of synchronous machines
- Simulation of induction and synchronous machines
- Reference frame theory used in the analysis and simulation of power systems and drives
- Simulation of drives in power systems (motor drives, wind turbines with full-scale power converter, control of wind turbines with doubly-fed induction generator, DFIG, with partial-scale power converter)
- Dynamics and control of grid-connected inverters (PV inverters, battery energy storages, loads with AC/DC-inverter interface)

Study Materials:

1. Lecture material
2. Other material announced in lectures
3. Text books: Krause, P.C., Wasynczuk, O., Sudhoff, S. D. Analysis of Electric Machinery, IEEE Press, 1994, Hancock N.N. "Matrix Analysis of Electrical Machinery", Pergamon Press, Jones, C. V. "The unified theory of electrical machines", Butterworths,

Teaching Methods / Modes of Study: lectures 20 h, simulation / laboratory exercises & independent work (115 h) and final examination

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Hossein Hafezi

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2019-2020 (autumn 2019)

■ Diplomityö

Master's Thesis

Koodi: SATE3990

Laajuus: 30 op



Ajankohta:

Edellytykset: sähkötekniikan syventävät opinnot

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija on oppinut johtamaan omaa diplomityöprojektiin, osaa etsiä itsenäisesti uutta tieteellistä tietoa valitsemansa diplomityön aihepiiristä, osaa luoda sen pohjalta oman näkemyksensä tutkimusongelmastaan ja osaa raportoida siitä sekä kirjallisesti että suullisesti annettujen ohjeiden mukaisesti. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua, suullista ilmaisua (esitelmä) ja kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä.

Sisältö:

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

Toteutustavat: diplomityön laatiminen (SATE3990), diplomityöesitelmä (SATE3991) ja kypsyysnäyte (KNÄY300x), itsenäinen työ 810 h

Suoritustavat:

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilöt: Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara, Hannu Laaksonen

Opettajat: Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara, Hannu Laaksonen

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: ks. diplomityön laadintaohjeet, kirjoitusohjeet ja sähkötekniikan kirjallisten töiden ohjeet, tärkeimmät tiedot diplomityöseminaarista löytyvät kurssi-ilmoittautumisjärjestelmän kautta. diplomityöesityksistä ilmoitetaan myös sähköpostilistalla. Diplomityöt tarkistetaan Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä

■ Master's Thesis

Code: SATE3970

Credits: 30 ECTS

Prerequisites: master's level studies of Smart Energy

Learning Outcomes: student will be able to conduct independent research work and practically apply the skills attained in the multidisciplinary fields of Master's Programme in Smart Energy and to use the relevant literature to support the student's own research work and written report. Course develops critical and analytical thinking, interpersonal skills and organisational operation (Generic skills).

Content: The thesis consists of the following parts:

SATE3971 Research Plan and Presentation 10 ECTS

SATE3972 Master's Thesis 20 ECTS

SATE3973 Master's Thesis Presentation 0 ECTS

The topic can be specified from a project in a company or organization, a research in the School of Technology and Innovations (Electrical Engineering or Energy Technology) or a subject of the student's own choosing. The topic must always be agreed upon with the thesis supervisor. After the topic is chosen a research plan has to be made. The research plan contains at least an overview of the topic area, preliminary research questions, constraints, required theories, description of data collection and analyses methods, time table and a preliminary table of contents. Research plan presentation in the seminar is recommended. The research plan is presented in the beginning of the thesis work and the results also in the seminar at the end of thesis work. Thesis seminars are good occasions to find a topic or discuss the challenges in the thesis process. Master's Thesis must be written according to the Master's Thesis instructions and writing instructions. The final version of the thesis is submitted according to the guidelines given by University. The thesis is graded by the Dean on the basis of the thesis evaluators' recommendations. In addition, a maturity exam has to be written about a subject specified by the thesis supervisor. The maturity exam is made in the electronic EXAM service according to separate guidelines.

Study Materials: presentations

Teaching Methods: personal supervision, thesis seminars, independent work 810 h

Modes of Study: independent research and writing work, SATE3971 research plan including personal presentation, SATE3972 thesis work, SATE3973 research results including a personal presentation

Languages: English

Grading: assessment scale for thesis: sufficient, satisfactory, good, very good, excellent

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): professors and lecturers at the School of Technology and Innovations (Electrical Engineering and Energy Technology)

Responsible Unit: School of Technology and Innovations



Additional Information: all Master's Theses will be checked with the Turnitin plagiarism detection software

■ Power Systems – Analysis and Design Principles

Code: SATE3210

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: after completing this course successfully, the student understands main components of traditional power systems and has knowledge about calculation of power flows, control of traditional power systems (frequency control, voltage control), transient (angle) stability, voltage stability, protection of transmission networks, and the student has basic knowledge about traveling waves, HVDC systems, grid code requirements as well as challenges of future power systems and possibilities of new technologies. Course develops lifelong learning and interpersonal skills.

Content: Main components of traditional power systems (synchronous generators, power transformers, transmission lines), power flow calculation, control of traditional power systems (frequency control, voltage control), transient (angle) stability, voltage stability, protection of transmission networks, traveling waves (Bewley Lattice diagram), HVDC systems, grid code requirements (like ENTSO-E requirements), challenges of future power systems (lower inertia, need for technical services from distributed energy resources like battery energy storages and demand response) and possibilities of new technologies (PMU/synchrophasor measurements, digital substations, big data-analytics)

Study Materials:

1. Lecture material
2. Text book(s): J. Duncan Glover, Thomas J. Overbye, Mulukutla S. Sarma, "Power System Analysis & Design", Sixth Edition, SI Edition, CENGAGE Learning, USA, 2016.
3. Other material announced in lectures

Teaching Methods / Modes of Study: lectures 18 h, simulation / laboratory exercises 6 h, visiting lecture(s) and final examination, independent work 111 h

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Omid Palizban, Hannu Laaksonen

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2020-2021 (spring 2021)

■ Power Electronic Applications in Smart Grids

Code: SATE3200

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: after completing this course successfully, the student understands the control dynamics and design for power electronic devices / interfaces and has knowledge about power electronic applications and power quality, power electronics based circuit-breakers, power electronics based solid-state transformers for future smart grids, electrical vehicles effects on Smart Grids and model predictive control (MPC) of power electronic systems. Course develops lifelong learning and interpersonal skills.

Content:

This course will cover following topics:

- Control dynamics and design for power electronic devices / interfaces (AC/DC, DC/DC converter/inverter interfaces of distributed energy resources) in smart grids and in different type of microgrids (AC-, DC- and hybrid AC & DC)
- Power electronic applications and power quality (Grid side filters of inverters/converters and their design), PQC – Power quality conditioners, Charging of electric vehicles and effect of power quality, FACTS, SVC, STATCOM
- Power electronics based circuit-breakers e.g. for future microgrids
- Power electronics based solid-state transformers for future smart grids
- Electrical Vehicles Effects on Smart Grids
- Model predictive control (MPC) of power electronic systems

Study Materials:

1. Lecture material

2. Other material announced in lectures

Teaching Methods / Modes of Study: lectures 20 h, simulation / laboratory exercises & independent work (115 h), visiting lecture and final examination

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Hossein Hafezi, Omid Palizban

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2020-2021 (autumn 2020)

■ Smart Cities and Communities

Code: SATE3220

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: after completing this course successfully, student understands what are smart cities and their smart transportation systems, smart energy systems, advanced ICT and data-analytics solutions and the student has knowledge about role of people, technologies, data-analytics, policy, new planning methods and business models related to smart cities and communities as well as understands new businesses and business models in smart cities, transition processes towards smart cities and role of circular and sharing economies in smart cities. In addition, the course will support the development of students' key skills in the areas of interpersonal, analytical, critical thinking, problem-solving, and decision-making skills.

Content:

Course focuses on role of people, technologies, data-analytics, policy, new planning methods and business models in the transition towards smarter and more sustainable cities

- What are smart cities and how they will transform future urban environments and living, different smart city concepts, potential barriers and challenges for smart cities
- Role of people in smart cities, data produced by people and related to their behavior planning co-creation and innovation of new areas and services
- Smart transportation systems for smart cities, electric vehicles, electric busses, electric ships and ferries, smart harbours, charging infrastructure for electric transportation, driverless vehicles, electric aircrafts, sharing economy aspects related to transportation and cars
- Smart energy systems in smart cities, energy transition to renewables based, sustainable and integrated energy systems with energy storages (electricity, heat, gas), role of local energy communities, energy positive districts, smart buildings and zero energy buildings, smart homes and household energy management systems
- Smart city infrastructure and technology needs also for smart social services, hospitals and smart factories with smart manufacturing
- Role of ICT technologies in smart cities, possibilities of future monitoring and control systems with IoT, data-analytics and cloud-computing, air-quality measurements outside and inside in buildings, data and information flows related to different services in smart cities, smart city information systems, challenges related to data ownership, privacy and ethics
- New businesses and business models in smart cities
- Role of city governance and leadership, different stakeholders, policy and standards in development and planning of smart cities
- Smart city examples, ongoing development and pilot projects
- Transition processes and roadmaps towards smart cities
- Role of circular and sharing economy in smart cities and communities

Study Materials:

Lecture material (and other material announced in lectures)

Selected book chapters and articles for the course.

Teaching Methods / Modes of Study: Lectures (16 h), exercises (written assignment and/or simulations) & independent work (119 h) and final examination

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Miadreza Shafiekhah, Arto Rajala, Petra Berg, visiting lecture

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2020-2021 (spring 2021)



■ Smart Grids - Active Networks and Microgrids

Code: SATE3170

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: after completing this course successfully, the student understands drivers for smart grids and can identify impacts of large-scale integration of renewable energy resources (RES) on power systems in transmission and distribution level, has knowledge about distributed energy resources (DER), like generation, energy storages, demand response and electric vehicles, at different voltage levels in smart grids and how flexibility of DER can be controlled actively to support the power system reliable and stable operation locally and system-wide, and the student has basic knowledge about DER units control and management needs during steady-state and fault situations in active networks and microgrids, and has knowledge about dynamics, control, protection of microgrids during different operation modes (grid-connected and islanded), the student is familiar with different grid codes related to DER and smart grids and understands their need as well as effect on active network management and protection during different operation modes, has knowledge about need for increased cooperation between distribution networks and transmission networks in order to enable needed new active and flexible management and operation schemes, student understands power quality and network planning aspects due to large-scale integration of DER in MV and LV distribution networks, and has basic knowledge about new service operators (aggregators, flexibility operators) and new market and business models of future active network concepts (like microgrids and virtual power plants, VPPs) which are based on active utilization of DER, and the student can apply simulation tools to study the network interconnection and control effects of DER during different situations. Course develops lifelong learning and interpersonal skills.

Content: Impact of RES on power systems, active control potential of DER, microgrids and VPPs, effect of DER and low / variable inertia on dynamics, protection and active network management of smart grids and microgrids during normal and islanded operation, grid code requirements and their effects, increased cooperation between distribution and transmission network operators (DSOs and TSO), planning of future smart grids based on active utilization of DER and different type of subsystems (microgrids and local energy communities)

Study Materials:

1. Lecture material
2. Other material announced in lectures

Teaching Methods / Modes of Study: lectures 18 h, simulation / laboratory exercises 6 h, visiting lecture(s) and final examination, independent work 111 h

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Hannu Laaksonen, Omid Palizban

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2019-2020 (spring 2020)

■ Smart Grid Communication

Älyverkkojen tietoliikenne

Code: SATE3130

Credits: 6 ECTS (6 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: after completing this course successfully, the student will be able to identify main elements and functionalities of Smart Grids, and he has basic knowledge about the communication protocols applied in Smart Grids and the used automation systems, the student is familiar with the IEC 61850 standard and has basic skills to configure the communication between protection relays. Course develops lifelong learning and interpersonal skills.

Content: Smart Grids and their functionalities, communication protocols applied in power systems, cybersecurity consideration, IEC 61850 standard data models and communication

Study Materials:

1. Lecture material at Moodle
2. Other material announced in lectures

Teaching Methods / Modes of Study: lectures 16 h, laboratory exercises 8 h and final examination, independent work 135 h

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English



Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Kimmo Kauhaniemi

Teacher(s): Kimmo Kauhaniemi, Mike Mekkanen, visiting lecturers

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2020-2021

■ Sähköjärjestelmien suojaus

Protection of Electric Systems

Koodi: SATE3160

Laajuus: 6 op

Ajankohta:

Edellytykset: Sähköverkot

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla sähköjärjestelmän eri osien suojausperiaatteet, käytettävät suojalaitteet ja niiden toimintaperiaatteet, hän osaa määrittää suojauslaitteiden asennukset käytettäessä käänteisaikavirtareleitä, differentiaalireleitä tai distanssireleitä, lisäksi opiskelija osaa selittää keskeisimmät relesuojaustekniikkaan liittyvät termit. Opintojakso kehittää yhteistyötaitoja (laboratoriotyöt).

Sisältö: suojausperiaatteet ja niiden toimintaperiaatteet, erityyppisten kohteiden suojausperiaatteiden toteutustavat ja suunnitteluperiaatteet, numeeristen suojausperiaatteiden ohjelmointi, suojausperiaatteissa käytetyt algoritmit ja signaalinkäsittelyn menetelmät, sovellusten kehitys ja testaus

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Moodle-oppimisympäristössä oleva luentoaineisto ja muu luennoilla ilmoitettava kirjallisuus

Toteutustavat: luennot 12 h, harjoitukset 12 h, laboratoriotyöt 12 h, vierailuluento, itsenäinen työ 126 h

Suoritustavat: harjoitustehtävät ja tentti (SATE3161 5 op) sekä laboratoriotyöt (SATE3162 1 op)

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Kimmo Kauhaniemi

Opettaja: Kimmo Kauhaniemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: järjestetään joka toinen vuosi, järjestetään lukuvuonna 2019-2020, laboratoriotyöosuuteen erillinen ilmoittautuminen Weboodissa koodilla SATE3162

■ Sähkön jakelu ja sähkömarkkinat

Electric Power Distribution and Electricity Markets

Koodi: SATE3150

Laajuus: 6 op

Ajankohta:

Edellytykset: Sähköverkot

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla erilaiset sähkönjakeluverkkojen kehittämisvaihtoehdot, niiden vaikutukset ja suunnittelussa huomioon otettavat seikat, ml. johtojen teknisen mitoituksen, hän osaa laskea säteittäisen verkon käyttövarmuutta kuvaavat tunnusluvut ja keskeytyskustannukset, opiskelija osaa käyttää annuiteetti- ja nykyarvomenetelmää verkostoinvestointien erilaisten kustannuserien laskentaan ja kannattavuuden arviointiin, hän osaa lisäksi selittää hajautetun sähköntuotannon vaikutukset verkon suunnitteluun ja käyttöön ja tuntee sähkönjakeluverkon käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksia koskevat säännökset, sähköverkkoliiketoimintaa ohjaavan valvontamallin sekä sähköverkkoihin ja -markkinoihin liittyvät toimijat ja liiketoiminnalliset mallit. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua (harjoitustyö), ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja ja elinikäistä oppimista.

Sisältö: sähköverkon eri osien ominaispiirteet ja suunnitteluperiaatteet, taloudellisten seikkojen huomioonottaminen, sähkönjakelun luotettavuuden arviointi, tietokoneavusteinen verkkosuunnittelu, sähköverkkoliiketoiminta ja verkosto-ominaisuuden hallinta, sähköverkkoliiketoiminnan sääntely, sähkömarkkinat

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Lakervi E., Partanen J.: Sähkönjakelutekniikka Otatieto 609 Helsinki, 2008, 285 s

2. Lakervi E.: Electricity distribution network design, 2. painos, Peter Peregrinus Ltd, England, 1995, 325 s

3. Moodle oppimisympäristössä oleva luentoaineisto

4. muu luennoilla ilmoitettava kirjallisuus

Toteutustavat: luennot 26 h, harjoitukset 8 h ja harjoitustyö, vierailuluento, itsenäinen työ 121 h

Suoritustavat: tentti (SATE3031 5 op) ja harjoitustyö (SATE3032 10p)

Opetus- ja suorituskielet:



Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Kimmo Kauhaniemi

Opettaja: Kimmo Kauhaniemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: järjestetään joka toinen vuosi, järjestetään seuraavan kerran lukuvuonna 2020-2021, toteutus voi osin perustua verkko-opetukseen

■ Sähkötekniikan erikoistyö

Project Work in Electrical Engineering

Koodi: SATE3140

Laajuus: 4-10 op

Ajankohta:

Edellytykset: sähkötekniikan suunnan opintojaksot

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa etsiä itsenäisesti uutta tieteellistä tietoa, luoda ratkaisun annettuun sähkötekniikan tehtävään ja raportoida siitä kirjallisesti, perehdyttää pienimuotoisen tehtävän avulla itsenäiseen projektityöskentelyyn. Opintojakso kehittää kirjallista ilmaisua ja elinikästä oppimista.

Sisältö: erikoistyö käsittää jonkin sähkötekniikan liiketoiminnan patentti-, tutkimus-, selvitys- tai suunnittelu-tehtävän, työstä tehdään kirjallinen suomen- tai englanninkielinen raportti, joka voi olla yrityksen aiheesta

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Hirsjärvi S., Sinivuori E., Remes P., Sajavaara P.: Tutki ja kirjoita, Tammi, 13. p. 2007

2. Nykänen, O.: Toimivaa tekstiä: opas tekniikasta kirjoittaville, TEK, 2002

3. Moodlessa oleva ohjeistus

Toteutustavat: työnohjaus, itsenäinen työ 108-270 h

Suoritustavat: kirjallinen raportti 15-50 s

Opetus- ja suorituskielet: suomi tai englanti

Arvostelu: asteikolla hyväksytty/hylätty

Vastuuhenkilöt: Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara, Hannu Laaksonen

Opettajat: Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara, Hannu Laaksonen

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: sähkötekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi Sähkötekniikan kirjalliset työt)

■ Sähkötekniikan erityiskysymyksiä III

Special Topics in Electrical Engineering III

Koodi: SATE3110

Laajuus: 4-10 op

Ajankohta:

Edellytykset:

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tunnistaa, arvioida ja raportoida opintojakson sisällön sekä etsiä siihen liittyvää uusinta tieteellistä tietoa, perehtyä ajankohtaiseen sähkötekniikan menetelmään tai sovellukseen. Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja ja kriittistä ajattelua sekä analyttisyyttä sekä tuotekehityksen tuntemista.

Sisältö: sisällöltään muuttuva-aiheinen opintojakso, tuo esille eräitä ajankohtaisia sähkötekniikan menetelmiä ja sovelluksia, voidaan sisällyttää opintoihin useamman kerran eri sisältöisenä

Oppimateriaali ja kirjallisuus: luennoilla ilmoitettava kirjallisuus

Toteutustavat: erikseen ilmoitettavat luennot, luennoidaan intensiivisesti, vierailuluentoja

Suoritustavat: ilmoitetaan erikseen

Opetus- ja suorituskielet:

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hyväksytty/hylätty

Vastuuhenkilö: Timo Vekara

Opettaja: vierailuluennoitsijoita

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: vierailuluennoitsijoita, mikäli kurssi järjestetään, niin siitä ilmoitetaan Lukkarin lisäksi erikseen sekä sähköpostilla että sähkötekniikan ilmoitustaululla

■ Sähkötekniikan seminaari

Seminar on Electrical Engineering



Koodi: SATE3060

Laajuus: 4 op

Ajankohta:

Edellytykset: sähkötekniikan suunnan opintojaksot

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa etsiä itsenäisesti uutta tieteellistä tietoa, osaa tuottaa itsenäisesti kirjallisen ja suullisen esityksen sähkötekniikan osa-alueesta sekä arvioida toisen opiskelijan tekemää kirjallista työtä, perehdyttää pienimuotoisen tehtävän avulla itsenäiseen projektityöskentelyyn. Opin-
tojakso kehittää kirjallista ilmaisu- ja suullista ilmaisu- (esitelmä) ja elinikäistä oppimista.

Sisältö: seminaarityö käsittää jonkin sähkötekniikan alan tutkimus-, selvitys- tai suunnittelutehtävän, työstä tehdyn suullisen ja kirjallisen raportin

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Hirsjärvi S., Sinivuori E., Remes P., Sajavaara P.: Tutki ja kirjoita, Tammi, 13. p. 2007

2. Nykänen, O.: Toimivaa tekstiä: opas tekniikasta kirjoittaville, TEK, 2002

3. Moodlessa oleva ohjeistus

Toteutustavat: seminaarit 2 h (oma esitys ja opponointi, itsenäinen työ 106 h)

Suoritustavat: suullinen esitys, opponointi ja kirjallinen raportti 15-20 s

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilöt: Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara, Hannu Laaksonen

Opettajat: Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara, Hannu Laaksonen

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: sähkötekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi Sähkötekniikan kirjalliset työt)

■ Taajuusmuuttajat

Frequency Converters

Koodi: SATE3080

Laajuus: 6 op

Ajankohta:

Edellytykset: Tehoelektroniikka

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa taajuusmuuttajien typologiat ja toimintaperiaatteet, hän osaa laskea taajuusmuuttajiin liittyviä laskuja, hän osaa antaa taajuusmuuttajalle (skalaari-, vektori- tai DTC-ohjatuille) parametrit ja käyttää taajuusmuuttajia kuormitettuna oppilaitoksen laboratoriossa, opintojaksonsuoritettuaan opiskelija osaa auttavasti mallintaa taajuusmuuttajan Ansoft Simplorer -simulointityökaluympäristön avulla sekä tulkita sen antamia tuloksia, harjoitustyössä opiskelija laatii kaupallisen vertailun taajuusmuuttajista. Opintojakso kehittää IT-taitoja (tietokonesimulointi), ongelmanratkaisu- ja päätöksen-
tekotaitoja sekä yhteistyötaitoja.

Sisältö: taajuusmuuttajien rakenne ja toimintaperiaate

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Mohan N., Undeland T., Robbins W., Power Electronics: Converters, Applications and Design, John Wiley & Sons, 2. tai 3. painos, 650 s., (soveltuvin osin)

2. Niiranen J., Sähkömoottorin digitaalinen ohjaus, 1999 (soveltuvin osin)

3. muu luennoilla ilmoitettu materiaali

Toteutustavat: luennot 24 h, laboratoriotyöt 16 h, harjoitustyö, itsenäinen työ 119 h

Suoritustavat: tentti (SATE3081 4 op), harjoitustyö (SATE3082 1 op) ja laboratoriotyöt (SATE3083 1 op)

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Timo Vekara

Opettaja:

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: järjestetään joka toinen vuosi, järjestetään lukuvuonna 2019-2020, laboratoriotyöosuuteen erillinen ilmoittautuminen WebOodissa

■ Uusiutuvat energialähteet

Renewables

Koodi: SATE3090

Laajuus: 6 op



Ajankohta:

Edellytykset: Sähköenergiajärjestelmien perusteet ja Energy Production

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa uusiutuvien energialähteiden potentiaalain, keskeiset piirteet, teknologiat ja näkymät, hän osaa luetella keskeiset tietolähteet ja alan toimijat, hän osaa etsiä itsenäisesti uusinta tieteellistä tietoa uusiutuvista energialähteistä ja raportoida siitä sekä suullisesti että kirjallisesti. Opintojakso kehittää suullista ilmaisua, kirjallista ilmaisua (lähdeviittaus) sekä kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tiedonhaku).

Sisältö: aurinko-, tuuli- ja bioenergian ominaisuudet, tuulivoimalan liityntä sähköverkkoon, autonomiset energiajärjestelmät, energiamuotojen vertailu huomioiden tekniset, taloudelliset ja ympäristötekijät

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Patel M. R. Wind and Solar Power Systems, 2005, soveltuvin osin
2. Manwell J. F. Wind Energy explained: Theory, Design and Application (soveltuvin osin)
3. muu luennoilla ilmoitettava kirjallisuus

Toteutustavat: luennot 24 h, vierailuluento, itsenäinen työ 131 h

Suoritustavat: seminaarityö tai tentti (SATE3091 5 op) sekä harjoitustyö (SATE3092 1 op)

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Timo Vekara

Opettaja: Timo Vekara

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: järjestetään joka toinen vuosi, ei järjestetä lukuvuonna 2019-2020

Työharjoittelu Practical Training

■ Työharjoittelu

Practical Training

Sähkö- ja energiatekniikka

Huom. tekniikan kandidaatin tutkinnon opiskelijoille

Koodi: TECH2940

Laajuus: 1-10 op

Ajankohta:

Edellytykset:

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa hahmottaa tyypillisiä työtehtäviä, kuvata ammattialansa fyysisen ja sosiaalisen toimintaympäristön sekä osaa tunnistaa ammattialansa perinteitä, kieltä, ongelmia ja niiden ratkaisuja. Opintojakso kehittää yhteistyötaitoja sekä ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja.

Sisältö: työharjoittelussa tarkoituksena on perehtyä työympäristöön ja työhön opintosuunnan alalla työskentelemällä yrityksessä tai julkisessa organisaatiossa, harjoittelun päätyttyä laaditaan kirjallinen raportti, jonka liitteinä ovat työtodistusten kopiot,

Oppimateriaali ja kirjallisuus: -

Toteutustavat: työharjoittelu yrityksessä tai organisaatiossa

Suoritustavat: työharjoittelu ja kirjallinen raportti, jonka liitteinä työtodistusten kopiot (ohjeet raporttiin työharjoitteluohjeissa)

Opetus- ja suorituskielet: suomi tai englanti

Arvostelu: suorituserkintä (hyväksytyt/hylätyt)

Vastuuhenkilö: Timo Vekara

Opettaja: Timo Vekara

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: työharjoitteluohjeet ovat yliopiston verkkosivulla, tarkista työharjoittelun määrän rajoitteet oman tutkintosi työharjoitteluohjeista

■ Työharjoittelu

Practical Training

Huom. DI-tutkinnon opiskelijoille

Koodi: SATE3950



Laajuus: 1-10 op

Ajankohta:

Edellytykset:

Osaamistavoitteet: opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tulla itsenäisesti toimeen työelämässä, tehdä erikseen sovittua sähkötekniikan ammattialaan liittyvää ansiotyötä ja raportoida siitä, työharjoittelun tarkoituksena on perehtyä työympäristöön ja ammattialan työtehtäviin yrityksessä tai muussa organisaatiossa. Opin-
tojakso kehittää yhteistyötaitoja sekä ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja.

Sisältö:

Oppimateriaali ja kirjallisuus: -

Toteutustavat: työharjoittelu/työskentely yrityksessä tai organisaatiossa

Suoritustavat: työharjoittelu ja raportti

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: suoritusero (hyväksytyt/hylätyt)

Vastuhenkilö: Timo Vekara

Opettaja: Timo Vekara

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: ks. työharjoitteluohteet, yliopiston verkkosivulla, työharjoittelua voi sisällyttää TkK ja DI tutkin-
toihin rajoitetusti, opiskelija laskee raporttiin hakemansa opintopistemäärän

Akkuteknologian resurssitehokkaan suunnittelun, akkusovellusten ja kiertotalouden opintojaksot

■ Battery Energy Storages in Smart Grids

Code: SATEB2010/3010

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: After completing the course, the student is able to understand reasons for power system changes, impact of these changes and need for utilization of flexible resources like battery energy storages to manage the impacts. The student will understand the key role of battery energy storages in the future power system in which more flexibility and controllability will be needed at all voltage levels. In addition, the student will gain strong knowledge about basics of battery technologies their modeling and management and overview of battery storage solutions in Smart Grids, smart homes and hybrid power plants. In addition, the course will cover topics related to electric vehicles effects on Smart Grids and multi-objective management of batteries in future power systems. Course exercise(s) will enable student to obtain in depth understanding related to some relevant battery storage topic.

Content: Introduction to Smart Grids, Basics of Battery Technologies, Modeling and Management of Battery Energy Storages, Overview of Other Energy Storage Technologies for Smart Grids, Overview of Battery Energy Storage Solutions in Smart Grids, Energy Storages in Microgrids, Battery Storage Solutions for Smart Homes, Hybrid Power Plants with Battery Energy Storages, Electrical Vehicles Effects on Smart Grids, Multi-Objective Management of Battery Energy Storages in Future Power Systems

Study Materials:

Lecture material (and other material announced in lectures)

Tritonia's online version of the book 'Energy Storage in Power Systems' (<https://ebookcentral.proquest.com/lib/tritonia-ebooks/detail.action?docID=4443208>)

Teaching Methods / Modes of Study: Lectures (20 h), exercises (SATEB2010: written assignment, SATEB3010: written assignment and simulation exercises) & independent work (115 h) and final examination

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail (considering both final examination and exercises)

Responsible Person: Hannu Laaksonen

Teacher(s): Hannu Laaksonen, Chethan Parthasarathy, Hossein Hafezi, Omid Palizban, visiting lecturers

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2019-2020 (autumn 2019)

■ Business Models for Battery Storages

Code: SATEB2020/3020

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes: By the end of the course, students will be able to apply existing theoretical and empirical evidence on business models to diverse cases in the battery storage industry. Specifically, students will be able to understand the business model logic of the main actors within both the battery storage and the energy value systems as well as the most common configurations of building blocks in battery storage-related business models. Thus, students will learn how to apply different frameworks, tools, and techniques to understand, analyze, evaluate, and even redesign and transform (innovate) the business models of different actors that are involved in both the battery storage ecosystem and the entire energy value system. Accordingly, students will recognize the core building blocks of a battery storage-related business model (e.g., value proposition, customer segments, key activities and resources, cost structure, and revenue streams) while identifying how these blocks interact and can be combined into different configurations to create, deliver, and capture value. In doing so, the scope of this course extends beyond the battery storage value system and adopts an ecosystem approach. The analysis considers different customer segments and both the role of different energy stakeholders, which may be partners, competitors, and, sometimes, coopetitors (e.g., utilities, distributed-energy-resource companies, technology manufacturers finance providers, and regulators) and the organization of the battery storage and the energy value systems while analysing the share of command and control between different players within the whole energy ecosystem.

Finally, regarding its intended learning outcomes, the course will support the development of students' key skills in the areas of interpersonal, analytical, critical thinking, problem-solving, and decision-making skills.

Content: The course introduces students to the analysis of existing and forthcoming business models for battery energy storages and their applications through several managerially-oriented frameworks and tools to understand how companies generate and transform their business models. From such bases, participants will study how these frameworks work in the battery storage industry. The analysis of prospective business models for the battery storage industry also considers the impact of the so-called 'energy transition' and the business models in renewable energy as well as the potential new entrants that may offer a range of innovative energy service solutions (e.g., multi-use/-service approach, energy as a service, microgrid business models, reliability as a service, mobility as a service, participation on future electricity markets and technical service / flexibility markets as well as business models for second-life batteries) based on both the current and forthcoming disruptive storage and digital technologies. This course is practical by its nature and students will apply the existing frameworks in the analysis of particular cases. The course includes the in-class teaching of the core strategy- and business-based analytical frameworks and tools; however, the students are expected to be familiar with the basic technical concepts related to battery storage before starting the course.

Study Materials:

Lecture material (and other material announced in lectures)

Selected book chapters and articles for the course.

Teaching Methods / Modes of Study: Lectures / in-class seminars (20 h), exercises (SATEB2020: group assignment and presentation, SATEB3020: individual written assignment & group assignment and presentation), and independent work (115 h) and final examination.

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Rodrigo Rabetino Sabugo

Teacher(s): Rodrigo Rabetino Sabugo, Arto Rajala, Petra Berg, Mika Kärkkäinen, visiting lecturers

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2019-2020 (spring 2020)