



# SÄHKÖTEKNIikka

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 kokonaisuorituksena (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 kokonaislaajuuden. Opintojaksosta ei voi saada enimmäismäärää enempää opintopisteitä. Opintojakso on suoritettu vasta, kun kaikki osasuoritukset on suoritettu.

## Perusopinnot

### ■ 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:** SATE1140 Piirianalyysi, osa 1 3 op ja SATE1150 Piirianalyysi, osa 2 2 op, (tai Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit (VAMK)), 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 taa-juusanalyysi, 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 ohjatusti hyödyntää opintojakson oppisisällössä määriteltyjä menetelmiä

**Arviointimenetelmät:** Tentti, PC-harjoitusten suoritus, kotitehtävät.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.



## ■ Ohjelmoinnin perusteet

### *Programming basics*

**Rakennetyyppi:** opintojakso

**Koodi:** SATE1xxx

**Tyyppi:** Pakollinen VAMK sähkötekniikka ja vaihtoehtoinen VY TkK

**Laajuus:** 5 op

**Vastuuorganisaatio:** Vamk

**Vastuuopettaja (Vamk):** Juha Nieminen

**Vastuuopettaja (VY):** Timo Vekara

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

**Opetuskieli:** Suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:**

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa

- Ohjelmoida sekä lausekielellä että lohko-ohjelmointina IEC 61131-3 mukaisesti
- Käsitellä ohjelmassa laitteiden I/O-rajapintaa
- Konfiguroida graafisen käyttöliittymän ja huomioida sen vaatimukset ohjelmassa
- Luoda sovelluksia sähkötekniikan ohjelmitaviin laitteisiin

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

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** Johdatus ohjelmointiin on vaihtoehtoinen opintojakso

**Sisältö:** Kurssissa ohjelmoidaan pienimuotoisia käytännön sovelluksia, joiden toiminta todennetaan simuloidulla ja todellisilla laitteilla laboratoriossa.

- Lausekielisen ohjelmoinnin perusrakenteet IEC 61131-3 mukaisesti: Muuttujat, if-, while- ja for-lause, merkkijonot, taulukot, funktiot
- Logiikkakaavio-ohjelmointi ja omien toimilohkojen ohjelmointi IEC 61131-3 mukaisesti.
- Valvomonäyttöjen konfigurointi

**Opiskelumateriaali:** Opetusmonisteet, laboratoriotyöohjeet, harjoitustyöohjeet

**Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:** PC-harjoitukset, laboraatiot ja itsenäisesti suoritettavat tietokoneharjoitukset.

**Arviointikriteerit:** 5: osaa tuottaa toimivia ja rakenteellisesti loogisia sovelluksia ilman aiempia esimerkkiratkaisuita

3: osaa tuottaa toimivia ja rakenteellisesti loogisia sovelluksia, jotka ovat aiempien esimerkkiratkaisujen kaltaisia

1: osaa tuottaa toimivia sovelluksia esimerkkiratkaisujen tukemana

**Arviointimenetelmät:** Tentti, harjoitukset, laboraatiot.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi. Rinnakkainen/vaihtoehtoinen opintojakso Johdatus ohjelmointiin –opintojakson kanssa, vain toisen voi sisällyttää tutkintoihin.

## ■ Piirianalyysi, osa 1

### *Circuit Analysis, part 1*

**Rakennetyyppi:** opintojakso

**Koodi:** SATE1140

**Tyyppi:** Pakollinen TkK-opiskelijoille, valinnainen/rinnakkainen Vamk:n opiskelijoille

**Laajuus:** 3 op

**Vastuuorganisaatio:** VY

**Vastuuopettaja (Vamk):**

**Vastuuopettaja (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.

**Opiskelijan työmäärä:** Kokonaistyömäärä 81 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 40 h

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

**Sisältö:** Johdatus kompleksilukulaskentaan. Piirien peruskomponentit: resistanssi, kapasitanssi, induktanssi ja ideaaliset lähteet. Jatkuvan tilan tasavirtapiirien ja yksivaiheisten vaihtovirtapiirien ratkaisumenetelmät: piirimuunnokset, kerrostamisen menetelmä, Theveninin menetelmä, silmukka- ja solmumenetelmä. (3 op.)



### 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. Luennoilla ja laskuharjoituksissa jaettava oppimista tukeva materiaali.

**Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:** Luennot 20 h, laskuharjoitukset 20 h.

**Arviointimenetelmät:** Tentti 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

### Arviointikriteerit:

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi. Rinnakkainen/vaihtoehtoinen Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit –opintojaksojen (yhdessä) kanssa, vain Piirianalyysi, osa 1 –opintojakson tai Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit voi sisällyttää tutkintoihin.

## ■ Piirianalyysi, osa 2

*Circuit Analysis, part 2*

**Rakennetyyppi:** opintojakso

**Koodi:** SATE1150

**Tyyppi:** Pakollinen TkK-opiskelijoille sähkö- ja energiatekniikan suunnassa

**Laajuus:** 2 op

**Vastuuorganisaatio:** VY

**Vastuuopettaja (VY):** Maarit Vesapuisto

**Opettajatiimi:** Maarit Vesapuisto, Timo Vekara

**Opetuskieli:** suomi

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

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa ratkaista pieneköjen tasa- ja vaihtovirtapiiri- en, jotka sisältävät ohjattuja lähteitä, muuntajia ja RLC-suodattimia, toiminnan sekä piirin kompensoinnin tarpeen.

**Opiskelijan työmäärä:** Kokonaistyömäärä 54 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 24 h

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** Piirianalyysi, osa 1.

**Sisältö:** Jatkuvan tilan tasa- ja vaihtovirtapiirit: ohjatut lähteet, muuntajien keskinäisinduktanssin käsittelpiirianalyysissä, magneetti- ja yksinkertaiset ali-, yli, kaistanesto- ja kaistanpäästösuodattimet, loistehon kompensointi.

### 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. Muu luennoilla ja laskuharjoituksissa jaettava oppimista tukeva materiaali.

**Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:** Luennot 12 h, laskuharjoitukset 12 h.

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

## ■ Sähköalan piirustukset

*Electrical drawings*

**Rakennetyyppi:** Opintojakso

**Koodi:** SATE1xxx

**Tyyppi:** Pakollinen Vamk sähkötekniikka, VY vaihtoehtoinen

**Laajuus:** 3 op

**Vastuuorganisaatio:** Vamk

**Vastuuopettaja (Vamk):** Esala, Tapani

**Vastuuopettaja (VY):** Maarit Vesapuisto

**Opettajatiimi:** Timo Männistö, Mikko Västi

**Opetuskieli:** Suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:**



**Osaamistavoitteet:** Opiskelija oppii ymmärtämään ja lukemaan teknillisiä- ja sähköpiirustuksia. Opintojakson suoritettuaan opiskelija omaa valmiudet erilaisten yksinkertaisten alan piirustusten laatimiseen ja osaa valita tarkoitukseen sopivan esitystavan.

**Opiskelijan työmäärä:** Työmäärä yhteensä: 81 h

- mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 42 h

- mistä itsenäistä opiskelua: 39 h

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:**

**Sisältö:** Opintojaksolla tutustutaan teknisen piirtämisen perusteisiin, teknisen piirtämisen piirrosmerkkeihin sekä sähkömekaanisen releen ja kontaktorin ohjaukseen ja käyttöön ohjauskytkennöissä.

Käydään läpi eri ohjauskytkennät ja painonappiohjauksella toteutetun standardin mukaisen moottorilähdön ohjaus- ja päävirtapiirin toiminta.

Harjoitustuntien aikana tehdään aluksi tietokoneavusteisen suunnitteluohjelman käyttöön liittyviä teknisen piirtämisen harjoituksia. Harjoitustuntien edetessä piirretään yksinkertaisia piirrosmerkkejä, joiden avulla harjoitellaan sähköpiirustuksen laatimista ja olemassa olevan piirustuksen muokkaamista.

**Opiskelumateriaali:** St-kortisto, SFS-käsikirja 16, opettajan luoma materiaali Moodlessa.

**Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:** Luokkaopetus ja piirtämisharjoittelu CAD-opetustilassa.

**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.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi. Rinnakkainen/vaihtoehtoinen opintojakso Tekninen piirtäminen –opintojakson kanssa, vain toisen voi sisällyttää tutkintoihin.

## ■ 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 opiskeltavien yksittäisten detaljien 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
- Pohjoismainen 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.

**Lisätieto:** 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, Katja Sirviö, 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 suorittaessa
- 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.

**Lisätieto:** 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, Katja Sirviö, Timo Vekara, Mikko Västi

**Opetuskieli:** Suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:**

**Osaamistavoitteet:**

- Opiskelija oppii yleisimpien yksi- ja kolmivaiheisten vaihtosähkösuureiden mittausten menetelmät ja -kytkennät sekä käytettävien mittaus- 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
- SATE1140 Piirianalyysi, osa 1 ja SATE1150 Piirianalyysi, osa 2 / 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.

**Lisätieto:** 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 suorittuaan opiskelija osaa tunnistaa, arvioida ja raportoida opintojakson sisällön, perehtyä ajankohtaiseen sähkötekniikan menetelmään tai sovellukseen

**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 hyväksytty/hylätty

**Vastuuhenkilö:** Timo Vekara

**Opettaja:** vierailuluennoitsijoita

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** vierailijaluennoitsijoita, mikäli järjestetään, niin siitä ilmoitetaan Lukkarin lisäksi erikseen sekä "s-perus" -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

**Opetuskielet:** Suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:** 2-K

**Osaamistavoitteet:** Opiskelija osaa tarkastella piirien käyttäytymistä Laplace-muotoisen syöttöpiestanssin ja siirtofunktion avulla, perehtyy moniaaltoisen sähköön 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.

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** SATE1140 Piirianalyysi, osa 1 3 op ja SATE1150 Piirianalyysi, osa 2 2 op, (/Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit (VAMK)), SATEC1200 Virtapiirien laskentamenetelmät.

**Sisältö:** Laplace-muotoinen syöttöpiestanssi, siirtofunktio; moniaaltoisen sähköön osuudessa opetellaan määrittämää yliaaltoja Fourier-sarjan avulla sekä määrittellään superpositioperiaatteen avulla virrat ja jännitteet, tehollisarvot ja pätö-, lois- ja särötehot moniaaltoisessa tapauksessa; sähköön 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 kehittyminen 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:**

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.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

## ■ Tasavirtapiirit

*Direct Current Circuits*

**Rakennetyyppi:** Opintojakso

**Koodi:** SATE1XXX

**Tyyppi:** Pakollinen Vamk sähkötekniikka, vaihtoehtoinen VY TkK-tutkinto

**Laajuus:** 2 op

**Vastuuorganisaatio:** Vamk

**Vastuuopettaja (Vamk):** Vesa Verkkonen



**Vastuopettaja (VY):** Maarit Vesapuisto

**Opettajatiimi:** Vesa Verkkonen, Maarit Vesapuisto, Mikko Västi

**Opetuskieli:** Suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:**

**Osaamistavoitteet:** Opiskelija perehtyy sähkötekniikan perusilmiöihin ja suureisiin sekä tasavirtapiirien laskentaan ja osaa soveltaa opittuja menetelmiä yksinkertaisten tasavirtapiirien ilmiöiden laskemiseen.

**Opiskelijan työmäärä:** Kokonaistyömäärä on 54 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 28 h.

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** Ei vaadita esitietoja.

**Sisältö:** Tasavirtapiireihin liittyvät suureet, kuten jännite, varaus, virta, resistanssi, teho ja energia; resistanssin lämpötilariippuvuus; tasavirtapiirien käyttäytymistä säätelevät peruslait, kuten Ohmin laki ja Kirchhoffin lait; erilaiset vastuskytkennät: sarja-, rinnan-, tähti- ja kolmiokytkennät sekä niiden sieventäminen; sähkölähteet, niiden ominaisuudet ja sijaiskytkennän komponenttien määrittäminen; tasavirtapiirien ratkaiseminen peruslaki- ja silmukkamenetelmällä.

**Opiskelumateriaali:** Heikki Esala: Teoreettinen sähkötekniikka 1 (luku 2 ja kaavakokoelma). Opintomoniste jaetaan opiskelijoille pdf-muodossa.

**Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:**

Tasavirtapiireihin liittyvä sähkötekniinen teoria ja sen soveltaminen käytäntöön opetellaan esimerkkien kautta luentotunneilla. Tämän jälkeen opiskelijat harjoittelevat itsenäisesti opittujen taitojen soveltamista ratkaisemalla käytännönläheisiä laskuharjoitustehtäviä ja harjoitustöitä. Laskuharjoitustehtävien ja harjoitustöiden oikeat ratkaisumallit käydään läpi laskuharjoitustunneilla.

**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:** Tentti ja aktiivisuus laskuharjoitusten sekä harjoitustöiden ratkaisemisessa.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi. Rinnakkainen/vaihtoehtoinen opintojakso (yhdessä Vaihtovirtapiirit-opintojakson kanssa) Piirianalyysi, osa 1 –opintojakson kanssa, vain toisen voi sisällyttää tutkintoihin.

## ■ Tekninen piirtäminen

*Technical Drawing*

**Rakennetyyppi:** opintojakso

**Koodi:** SATE1070

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

**Laajuus:** 3 op

**Vastuuorganisaatio:** VY

**Vastuopettaja (Vamk):** Timo Männistö

**Vastuopettaja (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 soveltuvin osin tekniikan standardit ja merkinnät, tunnistaa piirrosmerkit sekä hahmottaa piirustuksen kuvaaman kappaleen muodon, koon ja asennon

**Opiskelijan työmäärä:** 81 tuntia

**Edeltävät 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:** 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 valitsemanaan ajankohtana.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.





## ■ Vaihtovirtapiirit

### *Alternating Current Circuits*

**Rakennetyyppi:** Opintojakso

**Koodi:** SATE1xxx

**Tyyppi:** Pakollinen Vamk sähkötekniikka, vaihtoehtoinen VY TkK-tutkinto

**Laajuus:** 3 op

**Vastuuorganisaatio:** Vamk

**Vastuuopettaja (Vamk):** Vesa Verkkonen

**Vastuuopettaja (VY):** Maarit Vesapuisto

**Opettajatiimi:** Vesa Verkkonen, Maarit Vesapuisto, Mikko Västi

**Opetuskieli:** suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:**

**Osaamistavoitteet:** Oppilas tutustuu vaihtosähkötekniikan perusteisiin, induktioilmioon, vaihtosähköpiireihin ja magneettiipiirien laskentaan sekä osaa ratkaista niihin liittyviä perustehtäviä.

**Opiskelijan työmäärä:** Kokonaistyömäärä on 84 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 42 h.

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** Tasavirtapiirit (VAMK) tai Piirianalyysi, osa 1 (VY), Sähkö ja magnetismi

**Sisältö:** Itse- ja keskinäisinduktio, induktanssi, induktanssiin varautunut energia, rautahäviöt, virran ahto, häviötön muuntaja, magneettiipiirien laskenta; sinimuotoisen vaihtosähkön ajan funktio ja hetkellisarvo; tasa-suunnattu keskiarvo ja tehollisarvo sinimuotoiselle suurelle; keskiarvo ja tehollisarvo suorakulmaiselle ja kolmioaallolle; keskiarvon ja tehollisarvon määrittäminen yleisesti näytteistä numeerisilla menetelmillä; sinimuotoisen vaihtosähkön kuvaaminen pyörivällä osoittimella ja kiinteällä tehollisarvo-osoittimella; resistanssi, induktanssi ja kapasitanssi vaihtosähköpiirissä, RC-, RL- ja RLC-piirien käyttäytyminen sarja ja rinnankytkennöissä, yksivaiheisen vaihtosähköpiirin ratkaiseminen.

**Opiskelumateriaali:** Heikki Esala: Teoreettinen sähkötekniikka 1 (luvut 3-4 ja kaavakokoelma). Opintomoniste jaetaan opiskelijoille pdf-muodossa.

**Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:** Vaihtosähköpiireihin liittyvä sähkötekniinen teoria ja sen soveltaminen käytäntöön opetellaan esimerkkien kautta luentotunneilla. Tämän jälkeen opiskelijat harjoittelevat itsenäisesti opittujen taitojen soveltamista ratkaisemalla käytännönläheisiä laskuharjoitustehtäviä ja harjoitustöitä. Laskuharjoitustehtävien ja harjoitustöiden oikeat ratkaisumallit käydään läpi laskuharjoitustunneilla.

**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:** Tentti ja aktiivisuus laskuharjoitusten sekä harjoitustöiden ratkaisemisessa.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi. Rinnakkainen/vaihtoehtoinen opintojakso (yhdessä Tasavirtapiirit-opintojakson kanssa) Piirianalyysi, osa 1 –opintojakson kanssa, vain toisen voi sisällyttää tutkintoihin.

## ■ Virtapiirien laskentamenetelmät

### *Calculation Methods of Circuits*

**Rakennetyyppi:** Opintojakso

**Koodi:** SATEC1200

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

**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 solmupistemennetelmässä; 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, hyväksytyt PC-työskentely, kotitehtävien suorittaminen.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

## Aineopinnot

### ■ Datasiirron perusteet ja logiikkasuunnittelu

*Basics of data transmission*

**Rakennetyyppi:** opintojakso

**Koodi:** SATE2xxx

**Tyyppi:** Pakollinen VAMK ja vapaasti valittava/vaihtoehtoinen VY TkK

**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 osaa valita ohjausjärjestelmän komponentit, suunnitella järjestelmän kokoonpanon sekä kenttäliitynnät. Opiskelija hallitsee sarjamoitoisten kenttäväylien fyysiset rakenteet ja tiedonsiirtoperiaatteet sekä osaa liittää väylälaitteet ohjaavaan järjestelmään. Opiskelija hallitsee lähiverkkojen fyysiset rakenteet ja toteutustavat sekä osaa suunnitella ja konfiguroida automaatiojärjestelmien lähiverkkoja tietoturvan huomioiden.

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

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** Tietoliikenteen perusteet on vaihtoehtoinen opintojakso

**Sisältö:** Automaatiojärjestelmien tiedonsiirto; kenttä- ja järjestelmäväylät ja niiden ominaisuudet. Ethernet- ja sarjamoitoisten väylien liikennöinti- ja väylähallintamenetelmät. Väylien fyysinen rakenne ja kahdennus. Optinen ja langaton tiedonsiirto teollisuuden sovelluksissa. Reaaliaikaiset protokollat; Profinet, Profibus DP/PA. Väyläliityntäisten laitteiden liittäminen ohjaavaan järjestelmään. Tietoturvalaitteet ja niiden konfigurointi. Etäyhteyksien toteuttaminen.

Järjestelmänkonfiguraatiot; keskitetty ja hajautettu rakenne. Järjestelmän laskennallinen käytettävyys ja menetelmät sen parantamiseksi. Prosessoreiden (cpu), I/O-korttien ja kenttäväyläliityntöjen valinta prosessijaon ja I/O-määrien mukaisesti. Prosessiasemakaappien suunnittelu; layout, tehonsyötöt, prosessiliitynnät, väyläkomponentit. Kenttäsuunnittelu; piirustustavat, ristikytkennän toteutus, kenttäjännitteen jakelu, kenttäkotelot, kaapelointi, häiriösuojauksen periaatteet.

**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:** Tentti, harjoitukset, laboraatiot.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi. Rinnakkainen/vaihtoehtoinen opintojakso Tietoliikennetekniikan perusteet –opintojakson kanssa, vain toisen voi sisällyttää tutkintoihin.



### ■ Energiajärjestelmän mallin rakentaminen

*Building of Simulation Model for an Energy System*

**Koodi:** SATE2120

**Laajuus:** 3 op

**Ajankohta:**

**Edellytykset:** pakollinen edeltävä opinto Sähkömagneettinen kenttäteoria (oltava suoritettuna hyväksytysti)

**Osaamistavoitteet:** opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa laatia yksinkertaista energiajärjestelmää kuvaavan simulointimallin Comsol-ohjelmalla sekä mallintaa ja analysoida ko. järjestelmässä esiintyviä sähkö-, magneetti- tai virtauslämpökenttiä

**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

**Suoritustavat:** kirjallinen raportti sähköjärjestelmän simuloinnista ja simulointituloksista

**Opetus- ja suorituskielet:** suomi

**Arvostelu:** asteikolla hyväksytty/hylätty

**Vastuuhenkilö:** Maarit Vesapuisto

**Opettaja:** Tero Käsäkangas

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:**

### ■ Energy Production

*Energian tuotanto*

**Code:** SATE2020

**Credits:** 5 op

**Prerequisites:** Sähköenergiajärjestelmien perusteet is recommended

**Learning Outcomes:** to get a rough view of the global possibilities of technology for energy sector now and in future

**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, an English exam, including the answering in English, detailed information via the WebOodi system for the registered students

**Modes of Study:** exam in English

**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:** Dept. of Electrical and Energy Engineering

**Additional Information:** suits not only for students of engineering but also for students aiming at the B.Sc. degree or those having for example economics as a major, Finnish book "Energia Suomessa" may help to start

### ■ Kandidaatintutkielma

*Bachelor's Thesis*

Huom. Sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelman sähkötekniikan opintosuunnan tekniikan kandidaatin tutkinnon opiskelijoille

**Koodi:** SATE2970

**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 sähkötekniikan aineopintotasoiset opintojaksot tutkielman aihepiirin 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

**Sisältö:** Alkuraportti (n. 1 sivu): sisältää tutkielman alustavan otsikon, lyhyen kuvauksen työstä ja aiheesta, aiheen keskeisemmät 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 (3 op), seminaariesitys ja opponointi, kansitettu ja Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä tarkastettu loppuraportti (7 op), lisäksi kypsyysnäyte (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:** TkK-koulutusohjelmavastaava, Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara,

**Opettajat:** TkK-koulutusohjelmavastaava, Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara, ja Maarit Vesapuisto

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** luvan saatuaan opiskelija lähettää pdf-muotoisen käsikirjoituksensa plagiaatintunnistusta varten Moodle-kurssille ”Teknillisen tiedekunnan kandidaattitutkielmat”

ks. tekniikan alan kandidaattitutkielman laadintaohjeet, tiedekunnan kirjoitusohjeet ja sähkötekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi SATEkirjalliset), ilmoittaudu kurssille, tarkemmat tiedot kurssi-ilmoittautumisjärjestelmän kautta, esityksistä ilmoitetaan lisäksi sekä ”s-perus” -sähköpostilistalla että sähkötekniikan ilmoitustaululla, kandidaattitutkielmat tarkistetaan 1.8.2014 lähtien Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä

## ■ Kandidaattitutkielma 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 aloitusseminariin 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 aihepiirin 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

**Sisältö:** Alkuraportti (n. 1 sivu): sisältää tutkielman alustavan otsikon, lyhyen kuvauksen työstä ja aiheesta, aiheen keskeisemmät 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 opponointi, kansitettu ja Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä tarkastettu 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:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** ks. tekniikan alan kandidaatin tutkielman laadintaohjeet, tiedekunnan kirjoitusohjeet ja sähkö- ja energiatekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi SATE kirjalliset), ilmoittaudu kurssille, tarkemmat tiedot kurssi-ilmoittautumisjärjestelmän kautta, esityksistä ilmoitetaan lisäksi sekä ”s-perus” - sähköpostilistalla että sähkötekniikan ilmoitustaululla, kandidaatin tutkielmat tarkistetaan 1.8.2014 lähtien 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

**Opetuskielet:** 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 kentälaskuja peruskoordinaatistoissa
- kuvailla haasteita ja sovelluksia, joissa kenttäteorian osaamista tarvitaan

**Opiskelijan työmäärä:** Kokonaistyömäärä 80 h, mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua 36 h

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** Aallot, optiikka ja termodynamiikka, Sähkö ja magnetismi, Usean muuttujan analyysi

**Sisältö:** Staattinen sähkökenttä ja magneettikenttä, sähkömagneettinen induktio ja siirrosvirta, Maxwellin yhtälöt, 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

## ■ Mallintaminen ja simulointi

*Introduction to Modelling and Simulation*

**Koodi:** SATE2130

**Laajuus:** 5 op

**Ajankohta:**

**Edellytykset:** Integraalimuunnokset/Kompleksianalyysi ja integraalimuunnokset ja Mekaniikka ja Piirianaalyysi, osa 1.

**Osaamistavoitteet:** opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvata yksinkertaisen sähköisen tai mekaanisen järjestelmän dynaamisen käyttäytymisen differentiaaliyhtälöihin avulla ja laatia yhtälöiden perusteella jär-



jestelmää kuvaavan simulointimallin Simulink-ohjelmalla, hän osaa simuloida yleiskäyttöisellä simulointiohjelmistolla ja piirisimulaattorilla

**Sisältö:** jatkuvien mekaanisten ja sähköisten järjestelmien dynaaminen mallintaminen tietokoneella, simuloinnin numeeriset menetelmät, yleiskäyttöisen simulointiohjelmiston ja piirisimulaattorin 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

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

**Opetus- ja suorituskielet:** suomi

**Arvostelu:** asteikolla 1-5 tai hylätty

**Vastuuhenkilö:** Kimmo Kauhaniemi

**Opettaja:** Kimmo Kauhaniemi

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:**

### ■ Ohjelmoitavat logiikat

*Programmable Logic Controllers*

**Rakennetyyppi:** opintojakso

**Koodi:** SATE2xxx

**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

**Opetuskielet:** 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 työ määrä:** 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. Logiikkaohjelmointi käyttäen IEC61131-standardin mukaista lohko-ohjelmointikieltä. PI- ja toimintakaavioiden merkinnät. 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:** Tentti, harjoitukset, laboraatiot.

**Lisätieto:** 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):** Esala, Tapani

**Vastuuopettaja (VY):** Katja Sirviö

**Opettajatiimi:** Timo Männistö, Mikko Västi

**Opetuskieli:** Suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:** 3-S

**Osaamistavoitteet:** Opiskelija perehtyy keskeisiin erilaisten kohteiden sähköistyksissä esiintyviin suunnittelun 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: 70 h

- mistä itsenäistä opiskelua: 65 h

**Edeltävät opinnot:**

ISTA0304 Sähköalan piirustukset (3 op) ja ISTA0401 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.

**Lisätieto:** 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, Olavi Mäkinen, Timo Vekara

**Opetuskieli:** Suomi

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

**Osaamistavoitteet:** Opiskelija saa yleiskäsityksen eli tunnistaa sähkölaitostekniikassa käytettävien kojeiden, kojeistojen ja sähköasemien rakenteet, tekniset ominaisuudet, valintaperusteet ja kehitysnäkymät.

**Opiskelijan työmäärä:** 81 h, josta työjärjestyksen merkittävä lähiopetusta VAMK: 42 h

**Edeltävät opinnot / Suositellut valinnaiset opinnot:** 1. vuoden sähkötekniikan opinnot

**Sisältö:**

- Sähköjakeluverkon 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 28 h, laboratorioharjoitukset 16 h

Sähkölaitostekniikkaan liittyvien laitteiden ominaisuudet ja valintaperiaatteet opetellaan luentotunneilla.

Osaamista syvennetään harjoituksilla sekä laboraatioilla, missä tiettyjen laitteiden ominaisuuksia mitataan ja tutkitaan käytännössä. Lisäksi mahdollisuuksien mukaan laitteiden sijoittumista ja toimintaa osana sähkösiirto- ja jakeluprosessia tutkitaan niiden oikeassa ympäristössä vieraillemalla 110/20 kV:n sähköasemalla.

### **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.

**Lisätieto:** 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:** SATE1140 Piirianalyysi, osa 1 3 op ja SATE1150 Piirianalyysi, osa 2 2 op, (tai Tasavirtapiirit ja Vaihtovirtapiirit (VAMK)), 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 mitoitus momentin riittävyyden, lämpenemän 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 hyväksyty suoritus, kotitehtävät sekä laboratoriotyöskentely

**Lisätieto:** 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 analyysyjä, perehtyä ajankohtaiseen sähkötekniikan menetelmään tai sovellukseen

**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:** vierailuluentoitsijoita

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** vierailijaluentoitsijoita, mikäli opintojakso järjestetään, niin siitä ilmoitetaan Lukkarin lisäksi erikseen sekä ”s-perus” -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):** Esala, Tapani

**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 pätevyysvaatimuksiin.

**Opiskelijan työmäärä:** Työmäärä yhteensä: 54 h

- mistä työjärjestyksessä olevaa opiskelua: 28 h

- mistä itsenäistä opiskelua: 26 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).

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.



## ■ Tehoelektronikka

*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 tasavirtakatkojen toiminta. Suuntaajien aiheuttamat virta- ja jänniteylyallot ja loisteho 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.

**Lisätieto:** 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):** Kimmo Kauhaniemi

**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.

**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.

## ■ 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):** Katja Sirviö

**Opettajatiimi:** Timo Männistö, Mikko Västi

**Opetuskieli:** Suomi

**Opinnon toteutukset, suunniteltu opiskeluvuosi ja lukukausi:** 2-K

**Osaamistavoitteet:** Opiskelija perehtyy tietokoneissa toimiviin teknisen - ja sähkötekniikan suunnittelun kaupallisiin CAD-järjestelmiin, niiden ominaisuuksiin ja käyttömahdollisuuksiin. Opintojakson suoritettuaan opiskelija 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:**

ISTA0304 Sähköalan piirustukset tai SATE1070 Tekninen piirtäminen

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

**Opiskelumateriaali:** St-kortisto, opettajan luoma materiaali Moodlessa.

**Opetusmuoto / Opetusmenetelmät:** Ohjattuja harjoituksia jatkuvan palautteen periaatteella CAD-opetustilassa.

**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.

**Lisätieto:** Vaasan yliopiston ja Vaasan ammattikorkeakoulun yhteistyökurssi.

## Syventävät opinnot

### ■ Diplomityö

*Master's Thesis*

**Koodi:** SATE3990

**Laajuus:** 30 op

**Ajankohta:**

**Edellytykset:** sähkötekniikan syventävät opinnot

**Osaamistavoitteet:** opintojakson suoritettuaan opiskelija on oppinut johtamaan omaa diplomityöprojektiään, 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

**Sisältö:**

**Oppimateriaali ja kirjallisuus:**

**Toteutustavat:** diplomityön laatiminen (SATE3990), diplomityöesitelmä (SATE3991 ja kypsyysnäyte (KNÄY300x)

**Suoritustavat:**



**Opetus- ja suorituskielet:** suomi

**Arvostelu:** asteikolla 1-5 tai hylätty

**Vastuuhenkilöt:** Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara ja Erkki Antila

**Opettajat:** Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara ja Erkki Antila

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** ks. diplomityön laadintaohjeet, tiedekunnan kirjoitusohjeet ja sähkötekniikan kirjallisten töiden ohjeet, tarkemmat tiedot diplomityöseminaarista löytyvät kurssi-ilmoittautumisjärjestelmän kautta. diplomityöesityksistä ilmoitetaan myös sekä ”s-perus”-sähköpostilistalla että sähkötekniikan ilmoitustaululla, diplomityöt tarkistetaan 1.8.2014 lähtien Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä

### ■ 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

**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

**Modes of Study:** lectures 16 h, laboratory exercises 8 h and final examination

**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:** Department of Electrical Engineering and Energy Technology

**Additional Information:** biannual course, will be arranged during academic year 2016-2017

### ■ Sähköjärjestelmien suojaus

*Protection of Electric Systems*

**Koodi:** SATE3010

**Laajuus:** 7 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 tai distanssireleitä, lisäksi opiskelija osaa selittää keskeisimmät relesuojaustekniikkaan liittyvät termit

**Sisältö:** suojausperiaatteet ja niiden toimintaperiaatteet, erityyppisten kohteiden suojaus 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 24 h, laboratoriotyöt 12 h, vierailuluento

**Suoritustavat:** tentti (SATE3011 6 op) ja laboratoriotyöt (SATE3013 1 op)

**Opetus- ja suorituskielet:** suomi

**Arvostelu:** asteikolla 1-5 tai hylätty

**Vastuuhenkilö:** Kimmo Kauhaniemi

**Opettaja:** Kimmo Kauhaniemi

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** järjestetään joka toinen vuosi, ei järjestetä lukuvuonna 2016–2017, laboratoriotyösuuteen erillinen ilmoittautuminen Weboodissa



## ■ Sähkön jakelu

### *Electric Power Distribution*

**Koodi:** SATE3030

**Laajuus:** 5 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 sekä sähköverkkoihin ja -markkinoihin liittyvät liiketoiminnalliset mallit

**Sisältö:** sähköverkon suunnitteluperiaatteet, taloudellisten seikkojen huomioonottaminen, sähkönjakelun luotettavuuden arviointi, kuormitusten ennustaminen, tietokoneavusteinen verkkosuunnittelu, sähköverkkoliiketoiminta ja verkosto-ominaisuuden hallinta, sähköverkkoliiketoiminnan sääntely, sähkömarkkinat

**Oppimateriaali ja kirjallisuus:**

1. Lakervi E., Partanen J.: Sähkönjakelutekniikka Otatiето 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

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

**Opetus- ja suorituskielet:**

**Arvostelu:** asteikolla 1-5 tai hylätty

**Vastuuhenkilö:** Kimmo Kauhaniemi

**Opettaja:** Henry Lågland

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** järjestetään joka toinen vuosi, järjestetään lukuvuonna 2016-2017

## ■ Sähkön tuotanto ja siirto

### *Power Generation and Transmission*

**Koodi:** SATE3040

**Laajuus:** 6 op

**Ajankohta:**

**Edellytykset:** Energy Production ja Sähköverkot

**Osaamistavoitteet:** opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa määritellä siirtoverkon komponentit sekä niiden ominaisuudet, hän ymmärtää siirtoverkon suojauksen, jännitteen- ja taajuuden säädön periaatteet sekä stabiiliuteen vaikuttavat asiat, opiskelija osaa laskea siirtoverkkojen toimintaan ja hallintaan liittyviä tehtäviä, hän osaa tarkastella ja analysoida laskuharjoituksissa ja luennoilla opittuja asioita simuloimalla, hän ymmärtää tuulipuistojen liityntävaatimuksia sekä muita siirtoverkkojen tulevaisuuden haasteita siirtoverkon suojauksen sekä säätö- ja käyttöperiaatteiden näkökulmasta

**Sisältö:** sähkön tuotantotavat siirtoverkossa, keskeiset siirtoverkon komponentit, jännitteensäätö taajuuden säätö, kulmastabiilisuus, jännitestabiilisuus, siirtoverkon relesuojaus, tasasähkövoimansiirto, kantaverkon käyttötoiminta, tuulivoima siirtoverkossa, siirtoverkkojen tulevaisuuden näkymiä ja haasteita

**Oppimateriaali ja kirjallisuus:**

1. Mörsky J., Voimalaitosten yhteiskäytön tekniikka, Otatiето, no 549, ISBN 951-672-184-2, 1994, 300 s
2. Jarmo Elovaara & Liisa Haarla, Sähköverkot I, Otatiето, ISBN 978-951-672-360-3, 520 s
3. Jarmo Elovaara & Liisa Haarla, Sähköverkot II, Otatiето, ISBN 978-951-672-360-4, 550 s
4. luentoaineisto ja luennoilla ilmoitettava kirjallisuus

**Toteutustavat:** luennot 24 h, laskuharjoitukset 12 h, simulointiharjoitukset 8 h ja harjoitustyö, vierailuluento

**Suoritustavat:** tentti (SATE3041 5 op) ja harjoitustyö (SATE3042 1 op)

**Opetus- ja suorituskielet:** suomi

**Arvostelu:** asteikolla 1-5 tai hylätty

**Vastuuhenkilö:** Kimmo Kauhaniemi



**Opettaja:** Sampo Voima

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** järjestetään joka toinen vuosi, järjestetään lukuvuonna 2016-2017

### ■ 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

**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, Sirkka, Remes, Pirkko, Sajavaara Paula: Tutki ja kirjoita, Kirjayhtymä, 7. p. 2001

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

**Toteutustavat:** työnohjaus

**Suoritustavat:** kirjallinen raportti 20-50 s

**Opetus- ja suorituskielet:** suomi tai englanti

**Arvostelu:** asteikolla hyväksytty/hylätty

**Vastuuhenkilöt:** Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara ja Erkki Antila

**Opettajat:** Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara ja Erkki Antila

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** sähkötekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi SATEkirjalliset)

### ■ 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

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

**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:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** vierailuluennoitsijoita, mikäli kurssi järjestetään, niin siitä ilmoitetaan Lukkarin lisäksi erikseen sekä "s-perus"-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

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

**Oppimateriaali ja kirjallisuus:**

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

**Toteutustavat:** johdantoluento 2 h ja seminaarit

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

**Opetus- ja suorituskielet:** suomi

**Arvostelu:** asteikolla 1-5 tai hylätty

**Vastuuhenkilö:** Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara ja Erkki Antila

**Opettajat:** Kimmo Kauhaniemi, Timo Vekara ja Erkki Antila

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** sähkötekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi SATEkirjalliset)

## ■ 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

**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

**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:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** järjestetään joka toinen vuosilaborioryösuuteen 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 potentiaalın, 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

**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  
**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:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö  
**Lisätietoja:** järjestetään joka toinen vuosi

## Työharjoittelu

### ■ Työharjoittelu

*Practical Training*

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

**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:** suoritusmerkintä (hyväksytty/hylätty)

**Vastuuhenkilö:**

**Opettaja:**

**Vastuuorganisaatio:** Tieto- ja tietoliikennetekniikan yksikkö, Sähkö- ja energiatekniikan 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

**Sisältö:**

**Oppimateriaali ja kirjallisuus:** -

**Toteutustavat:** työharjoittelu/työskentely yrityksessä tai organisaatiossa

**Suoritustavat:** työharjoittelu ja raportti

**Opetus- ja suorituskielet:** suomi

**Arvostelu:** suoritusmerkintä (hyväksytty/hylätty)

**Vastuuhenkilö:** Timo Vekara





**Opettaja:** Timo Vekara

**Vastuuorganisaatio:** Sähkö- ja energiatekniikan yksikkö

**Lisätietoja:** ks. työharjoitteluohjeet, yliopiston verkkosivulla, työharjoittelua voi sisällyttää TkK ja DI tutkintoihin rajoitetusti, opiskelija laskee raporttiin hakemansa opintopistemäärän