

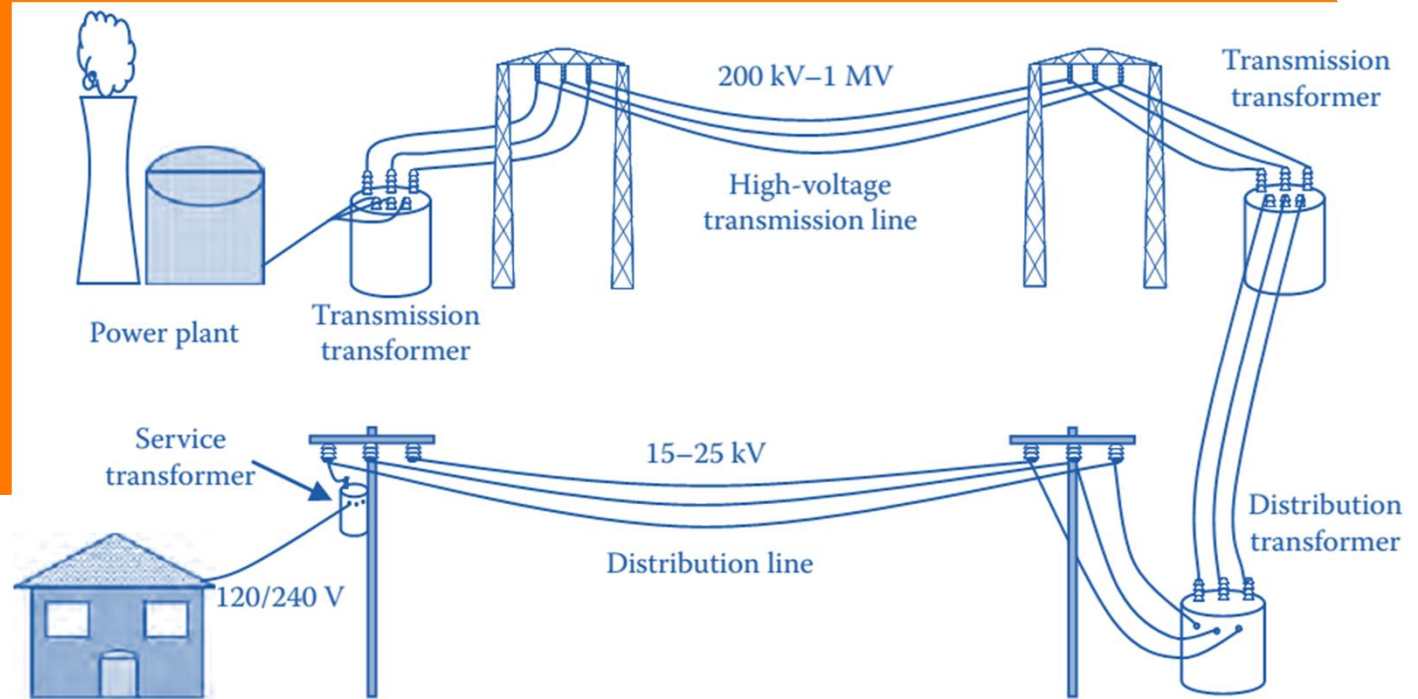


Aalto University  
School of Electrical  
Engineering

# ELEC-C8001 Sähköenergiatekniikka, 5 op

Kurssin tavoitteet, sisältö ja käytännön asiat

Prof. Anouar Belahcen  
Anouar.belahcen@aalto.fi



# Opetushenkilökunta

- **Luennoitsijat:**
  - Anouar Belahcen ([anouar.belahcen@aalto.fi](mailto:anouar.belahcen@aalto.fi)), **muuntajat ja sähkökoneet** (kurssin vastaava)
  - Matti Lehtonen ([matti.lehtonen@aalto.fi](mailto:matti.lehtonen@aalto.fi)), **sähköverkot ja järjestelmät**
  - Jorma Kyyrä ([jorma.kyyra@aalto.fi](mailto:jorma.kyyra@aalto.fi)), **tehoelektroniikka ja uusiutuva energia**
- **Vierailijaluennoitsijat:**
  - Aalto yliopisto, Fortum, Fingrid, Helen, ABB, Eaton
- **Assistentit:**
  - Mikko Laakkonen ([mikko.laakkonen@aalto.fi](mailto:mikko.laakkonen@aalto.fi))
  - Timo Davidsson ([timo.davidsson@aalto.fi](mailto:timo.davidsson@aalto.fi))
  - Steven Jannasch ([steven.jannasch@aalto.fi](mailto:steven.jannasch@aalto.fi))
  - Miro Rosenström ([miro.rosenstrom@aalto.fi](mailto:miro.rosenstrom@aalto.fi))

# Oppimistavoitteet

- Kurssin suoritettuaan opiskelija
  - ymmärtää modernin sähköenergiajärjestelmän toimintaperiaatteen
  - osaa järjestelmän ja sen komponenttien malleja
  - osaa analysoida matemaattisesti mallien avulla osajärjestelmän toimintaa
- Sähköenergiajärjestelmä on laaja ja sen käsittely vaatii järjestelmän osien tuntemisen lisäksi ymmärrystä järjestelmän toiminnasta
- Tässä kurssissa käydään läpi näitä järjestelmän osia tarkasti
- Koko järjestelmää tarkastellaan laadullisesti
- Joitakin järjestelmän osia käsitellään mallien avulla

# Luentoajat

- **Luennot 19 x 1,5 t = 28,5 t**
  - Ma 14:15-16:00 Y122
  - Ke 14:15-16:00 Y122
- **Laskuharjoitukset 9 x 1,5 t = 13,5 t**
  - To 10.15-12, Pe 10:15–12:00
  - To 1 ryhmä U6(U149), Pe. 2 ryhmää M1, Y228a
  - Ryhmä saa vaihtaa tarvittaessa
- **Vierailijaluennot 3 x 1,5 t = 4,5 t**
  - Ma. 14:15 – 16:00 S4 (2 luentoa per kertaa, ks. aikataulu)
- **Välikokeet/Tentti 2t + 3t =5t tai 3t**
  - 1. vk ma. 3.4 klo 14-16, 2. vk ja tentti Pe 22.05.17, 14:00-17:00, Y122
  - Muita tenttejä syksyllä (2 kertaa)

kpl	Kontakti	Itse opisk.	Yhteensä	Aihe
19	29	43	71	Luennot
3	5	7	11	Vierailijaluennot
9	14	20	34	Laskuharjoitukset
	3	5	8	Tentti
<b>Yhteensä</b>	<b>50</b>	<b>74</b>	<b>124</b>	<b>Tunnit yhteensä</b>
			<b>5</b>	<b>op</b>

# Kurssin oppimateriaali

- **Oppikirja:**
  - Mohamed A. El-Sharkawi, Electric Energy, An Introduction, 3rd Edition, CRC Press, ISBN 978-1-4665-0303-8
  - Kirjasta on elektroninen versio käytettävissä Aallon verkossa, vain 3 yhtäaikaista käyttäjää
    - <http://proquestcombo.safaribooksonline.com/book/electrical-engineering/9781466504318>
- **Luentokalvot:**
  - MyCourses
  - Perustuvat oppikirjaan, mutta niissä on myös täydentävää materiaalia
- **Laskuharjoitukset ja kotitehtävät:**
  - MyCourses

# Oppikirjasta käydään seuraavat luvut

- Chapter 2 Basic Components of Power Systems
- Chapter 6 Renewable Energy
- Chapter 8 Three-Phase Systems
- Chapter 9 Electric Safety
- Chapter 10 Power Electronics
- Chapter 11 Transformers
- Chapter 12 Electric Machines
- Chapter 13 Power Quality
- Chapter 14 Power Grid and Blackouts
- Chapter 15 Future Power Systems

# Kurssin arvostelu

- **Välikokeet tai Tentti:**
  - 6 tehtävä x 10p = **60 p** (vk 3+3 tehtävää)
- **Laskuharjoitukset:**
  - Kotitehtävät 9kpl x 4 p = **36 p**
  - Bonustehtävät 9 kpl x 1 p = **9 p**
- **Oppimispäiväkirjat:**
  - 2kpl x 2 p = **4 p** (3sta kerrasta tehdään 2)
- **Yhteensä:**
  - **100** pistettä + **9** bonuspistettä
- **Huom.**
  - Pelkällä **tentillä/välikokeilla** max arvosana **1**
  - Tentistä/välikokeista vaaditaan **vähintään 25 p**
  - 9 ylimääräistä **bonuspistettä** (mahdollisuus nosta **arvosana 1:lla**)

Arvosana	Alin pm	Ylin pm
0	0	49
1	50	60
2	61	70
3	71	80
4	81	90
5	91	109

# Laskuharjoitusten pisteet ja pelisäännöt

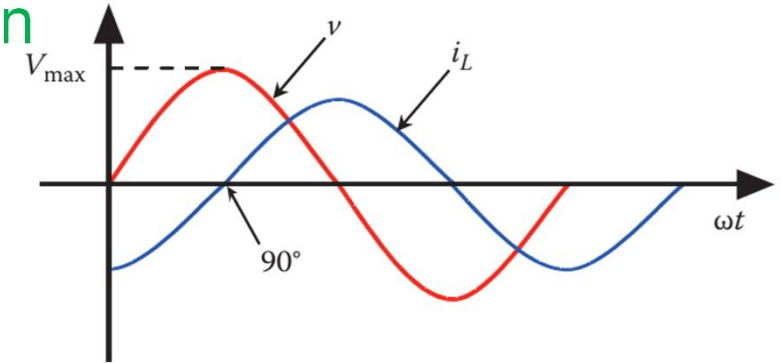
- **Kotitehtävistä** saa **max 4 pistettä** per tehty ja palautettu tehtävä (max  $9 \times 4 = 36$ p.)
- Jokaisesta laskuharjoituskerrasta, opiskelija saa valita **yhden lisätehtävän**, jota hän laskee ja palauttaa. Jokaisesta tehtävästä saa **1 bonuspisteen** (max  $9 \times 1 = 9$ p.)
- **Pisteiden saaminen edellyttää että**
  - Tehtävä on **ratkaistu ja palautettu** MyCourse palautuslaatikkoon eräpäivään mennessä
  - Assistentit tarkistavat tehtävät ja pisteyttävät niitä **(0-4)**
  - Bonustehtävistä saa **vain 0 tai 1**
  - Yrityksestäkin palkitaan!



# Mitä on tarkoitus oppia?

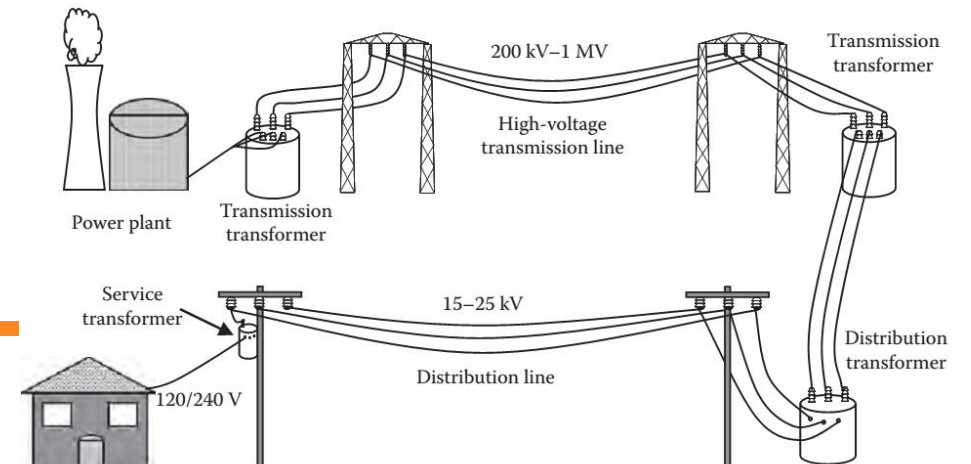
- Miten vaihtovirran suureet mallinnetaan ja lasketaan

- Osoittimet
- Kompleksiluvut
- Tehot ja tehokerroin
- Impedanssit ja vaihesiirrot



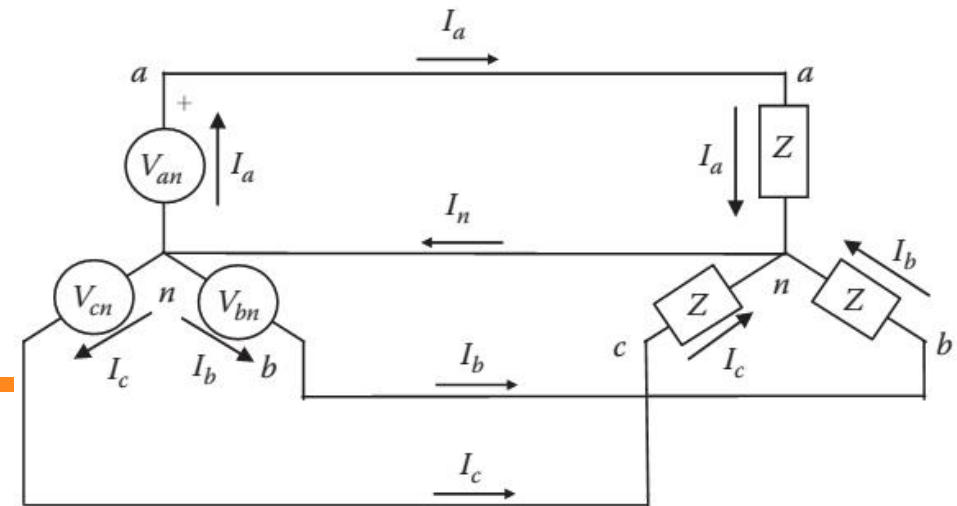
- Mitä ovat sähköenergiajärjestelmän komponentit

- Voimalaitokset
- Siirto- ja jakelujohdot
- Kytkin-, muunto- ja syöttöasemat
- Kuluttajat



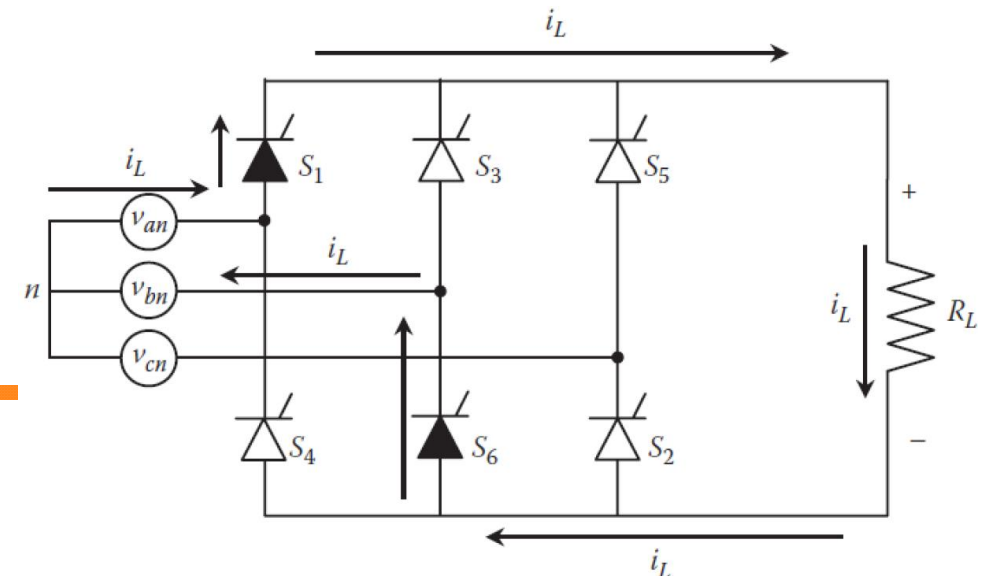
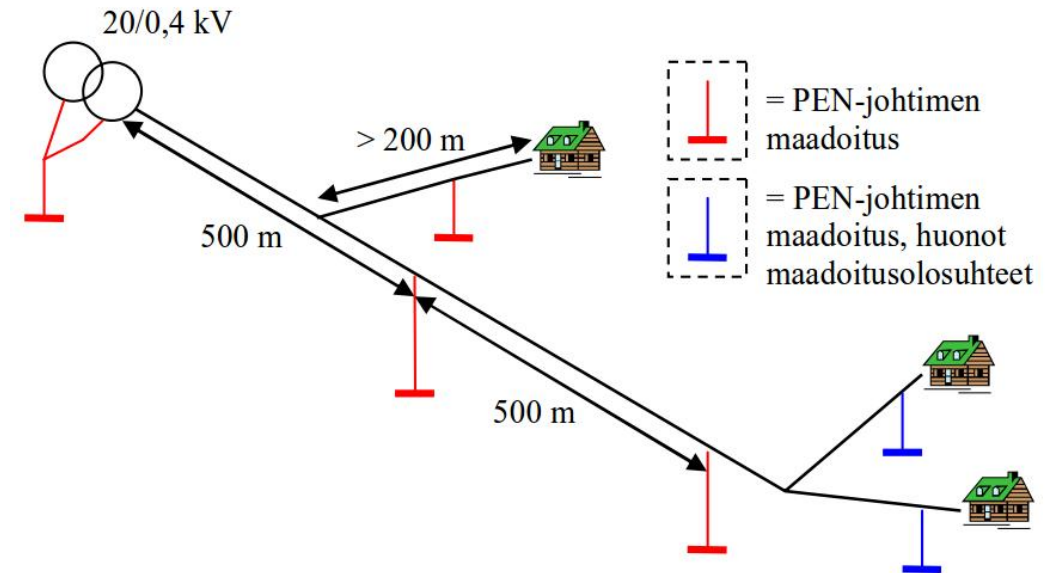
# Mitä on tarkoitus oppia?

- Mitä tarkoitetaan uusiutuvalla energialla
  - Aurinkopaneelit
  - Tuulivoimalat
  - Geotermiset lähteet
  - Vesivoima
- Miten kolmivaihejärjestelmä toimii
  - Kolmivaihejännitteet
  - Tähti- ja kolmiokytkentä
  - Pääjännite vs. vaihejännite
  - Yksivaiheinen sijaiskytkentä



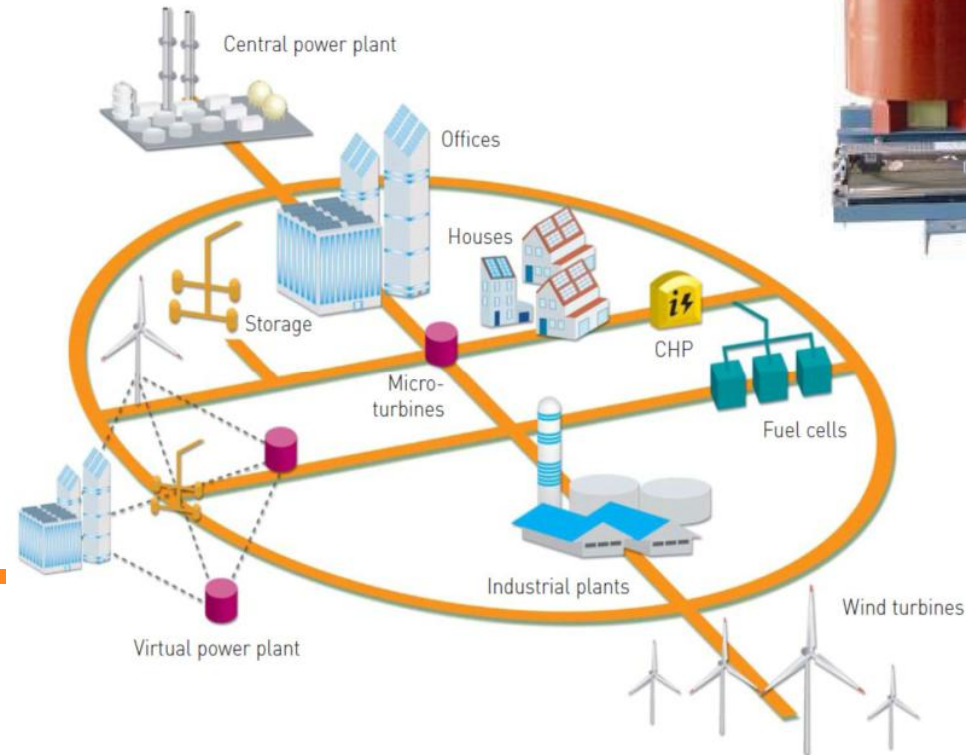
# Mitä on tarkoitus oppia?

- Sähköturvallisuus, miksi ja miten
  - Sähkön vaikutus ihmisiin
  - Turvallisuusrajat
  - Maadoitus ja sujaukset
  - Turvallisuusvaatimukset ja siihen liittyvät lait
  - Turvallisuudesta vastaavat viranomaiset
- Mitä on tehoelektronikka ja miten se toimii
  - Käyttökohteet ja sähköenergian muokkaus
  - Tehoelektronikan komponentit
  - Erilaiset peruskytkennät ja niiden toiminta
  - Aaltomuodot ja niiden vaikutukset



# Mitä on tarkoitus oppia?

- Muuntajat ja sähkökoneet
  - Muuntajan rakenne ja toiminta
  - Moottorit ja generaattorit
  - Yleiset laskentamallit ja niiden käyttö
- Mitä tapahtuu sähköverkoissa
  - Verkon rakenne
  - Viat ja niiden seuraukset
  - Sähkönlaatu
  - Tulevaisuuden näkymät



# Johtopäätökset kurssista

- Kurssi on **laaja-alainen**, joskin kaikkia osa-alueita ei käsitellä yksityiskohtaisesta
- Kurssi antaa hyvää osaamistausta myöhemmille **uravalinnoille**
- **Laskuharjoitukset täydentävät** luentoja (niissä on myös asioita, joita ei käsitellä luennoilla)
- **Luennoitsijoita on monta** kurssin laajuudesta johtuen, mutta yksi kurssin vastaava opettaja
- Vierailijaluennoitsijat kertovat **teollisuuden näkymiä** omilta aloiltaan
- **Vierailijaluennot täydentävät** varsinaisia luentoja ja laskuharjoituksia

# Oppimispäiväkirjan ohjeet

- Vierailijaluentoja on 3 x 2 kpl, mutta oppimispäiväkirjoja **tehdään vain 2 x 2 kpl** (jokaisessa on kaksi luentoa)
- Palautetaan MyCourse-palautelaatikkoon viimeistään **viikko luennon jälkeen**
- Oppimispäiväkirjasta saa palautetta jos siihen on aihetta
  - Opk:n avulla opiskelija **rakentaa omaa käsitystään** opiskeltavista asioista ja arvioi oppimaansa
  - Opk:ssaan opiskelija **kommentoi, analysoi ja kritisoi** opettajan kysymyksenasettelua ja kehittää sitä eteenpäin
  - Opk:ssa täytyy tulla ilmi **tärkeimmät luennolla käytyt asiat**, mutta sen ei ole tarkoitus olla referaatti luennon kulusta
  - Oppimispäiväkirjassa pyritään **selkeään ja virheettömään kieleen**

# Oppimispäiväkirjan ohjeet

Älä jaarittele, äläkä käytä epäasiallisia kommentteja / kieltä. Keskity käsiteltyyn aiheeseen

- Seuraavat kysymykset saattavat helpottaa oppimispäiväkirjan kirjoittamista:
  - Mitä opin? Mikä oli uutta tietoa? Mitkä asiat muuttivat käsityksiäni, miksi?
    - Keskitytään opiskelijalle itselleen tärkeisiin teemoihin ja niiden käsittelyyn
  - Mikä jäi epäselväksi tai ymmärtämättä? Mikä tuntui olevan vastoin omia käsityksiä? Miksi? Mikä tuntui vaikeaselkoiselta? Miksi?
    - Keskitytään opiskelijaa eniten askarruttaviin kysymyksiin ja käsitellään niitä
  - Mitä oppimani tieto merkitsee itselleni ja opiskelulleni? Miten sovellan oppimaani omissa opinnoissani? Miten oppimani tukee opiskelijana kehittymistäni?
    - Opiskelija kirjaa ajatuksia, jotka tuntuvat erityisen tärkeiltä, pohtii ja arvioi niitä