

SÄHKÖVOIMATEKNIKKAAOPUS

Leena Korpinen (toim.)



WWW -version toteutus: *Sami Silvennoinen, Riitta Lehtelä, Ipo Havunen, Simo Kaartinen ja Leena Korpinen*

SISÄLLYSLUETTELO

PÄÄSIVU

ALKULAUSE

1. JOHDANTO

- 1.1 Sähköteollisuus Suomessa
- 1.2 Trendit sähkövoimatekniikan alueella

2. SÄHKÖN KULUTUS JA TUOTANTO

- 2.1 Yleistä sähkön tuotannosta
- 2.2 Voimalaitokset
- 2.3 Vesivoimalaitokset
- 2.4 Höyryvoimalaitokset
 - 2.4.1 Lauhdevoimalaitokset
 - 2.4.2 Ydinvoimalaitokset
- 2.5 Vastapainevoimalaitos
- 2.6 Kaasuturbiinivoimalaitos
- 2.7 Kombivoimalaitokset
- 2.8 Dieselvoimalaitokset
- 2.9 Muita sähkön tuotantotapoja
 - 2.9.1 Aurinkoenergia
 - 2.9.2 Aurinkolämpövoimalaitokset
 - 2.9.3 Aurinkokennot
 - 2.9.4 Tuulivoimalaitos
 - 2.9.5 Polttokennolaitos
- 2.10 Suomen sähkön kulutus kasvaa

3 SÄHKÖN SIIRTO- JA JAKELUVERKOT

- 3.1 Sähköjohdot
 - 3.1.1 Ilmajohdot
 - 3.1.2 Kaapelit
- 3.2 Sähköasema
- 3.3 Teollisuusverkot

4 SÄHKÖVERKKOJEN LASKENTAA

- 4.1 Sähköverkon sijaiskytkennät
- 4.2 Redusointi
- 4.3 Jännitteenalenema
- 4.4 Häviöt
- 4.5 Sähköverkkojen laskenta käytännössä

5 SÄHKÖVERKON AUTOMAATIO JA SUOJAUS

- 5.1 Valvomon automaatiotoiminnot
- 5.2 Sähköasema-automaatio
- 5.3 Verkostoautomaatio
- 5.4 Asiakasautomaatio
- 5.5 Sähköverkkojen viat
- 5.6 Relesuojaus
- 5.7 Ylijännitesuojaus

6 SÄHKÖLIIKETOIMINTAA

- 6.1 Sähkömarkkinakeskus
- 6.2 Sähköverkko markkinapaikkana
- 6.3 Sähkönmyynti liiketoimintana
- 6.4 Sähköpörssi
- 6.5 Tariffit

7 SÄHKÖTURVALLISUUS

- 7.1 Sähkövirran vaikutus ihmiseen
 - 7.1.1 Ihmiskehon impedanssi
 - 7.1.2 Vaihtovirran vaikutukset
 - 7.1.3 Ensiapu tapaturmissa
 - 7.1.4 Jos sähkölaite syttyy palamaan
- 7.2 Maadoitukset
- 7.3 Suojamaadoitetut TN-jakelujärjestelmät
 - 7.3.1 TN-S-järjestelmä
 - 7.3.2 TN-C-järjestelmä
 - 7.3.3 TN-C-S-järjestelmä
 - 7.3.4 TN-järjestelmien käyttö
- 7.4 Suojaus sähköiskulta
 - 7.4.1 Yhdistetty kosketus- ja kosketusjännitesuojaus
 - 7.4.2 Kosketussuojaus
 - Suojaus eristämällä jännitteiset osat
 - Suojaus käyttämällä suojuksia ja kotelointia
 - Suojaus eristeiden avulla
 - Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle
 - Lisäsuojauksia käyttämällä vikavirtasuojakytkintä
 - 7.4.3 Kosketusjännitesuojaus
 - Syötön automaattinen poiskytkentä
 - Suojaus käyttämällä suojaeristystä
 - Eristävä ympäristö
 - Paikallinen maastaerotettu potentiaalintasaus
 - Suojaerotus

7.4.4 Suojausluokat

Suojausluokka 0

Suojausluokka I

Suojausluokka II

Suojausluokka III

7.4.5 Erikoistilat ja niiden vaatimukset

7.5 Tarkastukset

7.6 Pätevyydet

7.7 Maallikolle sallitut sähkötyöt

8 SÄHKÖMAGNETISMI

8.1 Yleistä

8.2 Magneettipiirien perusteita

8.3 Raudan magneettiset ominaisuudet

8.4 Sähkömagneettinen induktio

8.4.1 Sähkömotorinen voima (smv)

8.4.2 Pyörrevirrat

8.4.3 Itseinduktio

8.4.4 Keskinäisinduktio

9 MUUNTAJAT JA SÄHKÖLAITTEET

9.1 Yleistä

9.2 Tehomuuntaja

9.3 Mittamuuntaja

9.4 Yksivaihemuuntajan ominaisuudet

9.4.1 Tyhjäkäynti

9.4.2 Kuormitus

9.4.3 Redusointi

9.4.4 Sijaiskytkentä

9.4.5 Jännitteenalenema ja jännitehäviö

9.4.6 Häviöt

9.4.7 Hyötysuhde

9.5 Kolmivaihemuuntaja

9.6 Kytkinlaitteet

9.6.1 Katkaisijat

9.6.2 Erottimet

9.7 Kompensointilaitteet

9.7.1 Loistehon tuotanto

9.7.2 Tahtikoneet

9.7.3 Kondensaattorit

9.7.4 Reaktorit

9.8 Varokkeet ja varokeautomaatit

9.8.1 Varokkeet

9.8.2 Sulaketyypit

9.8.3 Varokeautomaatit

10 SÄHKÖKONEET

10.1 Yleistä

10.1.1 Konetyypit ja niiden perusosat

10.1.2 Sähkökoneiden toimintaperiaate

Moottori

Generaattori

10.1.3 Sähkövääntömomentti

10.1.4 Kolmivaihekäämitykset ja kiertokentän syntyminen

10.2 Epätahtikoneet

10.2.1 Epätahtimoottorin rakenne

Oikosulkumoottori

Liukurengasmoottori

10.2.2 Epätahtimoottorin toimintaperiaate

10.2.3 Vääntömomentti

10.2.4 Moottorin käynnistäminen

10.2.5 Nopeudensäätö

10.2.6 Sijaiskytkentä, tehon jakautuminen ja hyötysuhde

10.2.7 Epätahtikone generaattorina

10.2.8 Yksivaiheinen oikosulkumoottori

10.3 Tahtikoneet

10.3.1 Rakenne

10.3.2 Napapyörän magnetointi

10.3.3 Tahtikoneen sijaiskytkentä ja teho

10.3.4 Käynnistys ja verkkoon kytkeminen

10.4 Tasavirtakoneet

10.4.1 Koneen rakenne

10.4.2 Kommutointi

10.4.3 Tasasähkökoneen sähkömotorinen jännite

10.4.4 Ankkurireaktio

10.4.5 Tasavirtamoottori

Sivuvirtamoottori

Sarjamoottori

Kompoundimoottori

10.4.6 Tasavirtageneraattorit

11 SÄHKÖMOOTTORIKÄYTÖT (Heikki Tuusa)

11.1 Säädetävien moottorikäyttöjen rakenne

11.2 Suuntaajat moottorikäytöissä

- 11.2.1 Suuntaajissa käytetyt tehopuolijohdekytkimet
- 11.2.2 Tasavirtamoottorikäyttöjen tyristoritasasuuntaajat
- 11.2.3 Vaihtovirtamoottorikäyttöjen jännitevälipiirilliset taajuudenmuuttajat
- 11.3 Moottorikäyttöjen ohjaus- ja säätöjärjestelmät
- 11.4 Moottorikäyttöjen tulevaisuuden näkymät

12 SÄHKÖLÄMPÖTEKNIikka (Juhani Kärnä)

- 12.1 Mitä on sähkölämpötekniikka
- 12.2 Tärkeimmät sähkölämpötekniikat
 - 12.2.1 Vastuskuumennus
 - 12.2.2 Konduktiivinen kuumennus
 - 12.2.3 Induktiivinen kuumennus
 - 12.2.4 Dielektrinen kuumennus
 - 12.2.5 Infrapunakuumennus
 - 12.2.6 Valokaari ja plasmakuumennus
 - 12.2.7 Sähkölasit
- 12.3 Sähkölämpötekniikan asema teollisuudessa
- 12.4 Sähkölämpötekniikan yleisiä etuja
- 12.5 Sähkölämpötekniikoiden rajoituksia
- 12.6 Suomenkieliset oppikirjat

13 VALAISTUSTEKNIikka (Tapani Nurmi)

- 13.1 Valonlähteet
 - 13.1.1 Hehkulamput
 - 13.1.2 Halolamput
 - 13.1.3 Loistelamput
 - 13.1.4 Muut purkauslamput
- 13.2 Valaisimet
 - 13.2.1 Valaisimen hyötysuhde
 - 13.2.2 Valaisimen valonjakokäyrä
 - 13.2.3 Valonjaon mukainen luokittelu
- 13.3 Valaistuslaskennan perusteet
 - 13.3.1 Pistemenetelmä
 - 13.3.2 Hyötysuhdemenetelmä
- 13.4 Energian tarkoituksenmukainen käyttö
 - 13.4.1 Energiankulutukseen vaikuttavia tekijöitä
 - Lamput ja liitäntälaitteet
 - Valaisimet
 - Valaistuksen ohjaus
 - Valaistuksen tuottama energia
 - Valaistushuolto
 - Päivänvalo

LIITE I

Vaihtosähkön perusteet

Sinimuotoisten suureiden esittäminen osoittimilla

Osoitinlaskentaa

Osoittimien yhteen- ja vähennyslasku

Osoittimien kerto- ja jakolasku

Osoittimien potenssiinkorotus ja juurenotto

Näennäis-, pätö- ja loisteho

Kolmivaihejärjestelmä

Vaihe- ja pääjännite

Teho kolmivaihejärjestelmässä

Alkulause

Tämä opintomoniste on tarkoitettu TTKK:n opintojakson 77111 Sähköenergiatekniikka opintomateriaaliksi. Monisteessa käydään pääpiirteissään läpi koko perinteinen sähkövoimatekniikan alue sähköverkoista sähköön käyttöön asti. Asioihin voi perehtyä syvällisemmin ammattiainekursseilla tai tutustumalla lähteenä käytettyyn kirjallisuuteen.

Tämä moniste on tuotettu ryhmätyönä. Ryhmään ovat kuuluneet allekirjoittaneen lisäksi Jukka Dahlström, Ilpo Havunen, Jari Isokorpi, Tommi Keikko, Marko Mikkola, Jussi Rautee, Jussi Vanhanen, Riitta Lehtelä, Leena Luoma ja Leila Virolainen. Erikseen on pyydetty Tehoelektroniikan laitokselta apul. prof. Heikki Tuusalta luku 11 "sähkömoottorikäytöt", prof. Juhani Kärnältä luku 12 "sähkölämpötekniikka" ja valaistustekniikan tutkijalta DI Tapani Nurmelta luku 13 "valaistustekniikka". Opintomonistetta ovat lisäksi kommentoineet lehtori Kirsi Nousiainen ja yliopettaja Lauri Kumpulainen.

Kiitokset kaikille monisteen tekoon osallistuneille.

Mikäli teillä lukijoilla on kommentteja tai parannusehdotuksia monisteeseen liittyen, niitä toivotaan lähetettäväksi sähköpostiosoitteeseen leena@e-leeh.org.

Tämä WWW-versio perustuu toiseen painokseen, johon on tehty korjauksia saadun palautteen perusteella. Kiitos kaikille palautetta antaneille.

Tampereella 14.10.1998
Leena Korpinen