



# **KANDIDAATINTYÖN TEKO-OHJEET**

Kaino Kandi

Ohjaaja: Toimi Kunta

**SÄHKÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA**

**2017**

**Kandi K.<sup>1</sup> (2015) Kandidaatintyön teko-ohjeet.** Oulun yliopisto, Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan tutkinto-ohjelma. Kirjoitusohje, 21 s

## **TIIVISTELMÄ**

Näissä ohjeissa opastetaan valmistumisvaiheessa olevaa opiskelijaa kandidaatintyön tekemisessä. Ohjeissa selvitetään työn asema kandidaatintutkinnossa, kerrotaan toimenpiteet, joihin työn tekijän on ryhdyttävä työn eri vaiheissa sekä määritellään kandidaatintyön kirjallinen rakenne ja muotoseikat. Myös sähkötekniikan ja tietoliikennetekniikan alan kandidaatintöiden kirjoittamisen tapa esitellään. Ohjeiden ja työn rakenteet on pyritty tekemään mahdollisimman samankaltaisiksi käytön helpottamiseksi.

**Avainsanat:** tekniikan kandidaatin tutkinto, opinnäytetyön kirjoitusohjeet, kandidaatintyön rakenne.

---

<sup>1</sup>Merkitään etunimien alkukirjaimet.

**Kandi K.<sup>1</sup> (2013) How to Prepare a Bachelor's Thesis.** University of Oulu, Degree Program in Electrical Engineering, Writing Instructions, 21 p.

## **ABSTRACT**

**This guide instructs a graduating student in writing a Bachelor's Thesis. The position of the Bachelor's Thesis in the B.Sc. Degree is defined and the necessary measures the student has to take in the different stages of the work are presented. Moreover, the guide introduces the way the Bachelor's Thesis is written at the degree programs organized within Electrical Engineering and Communications Engineering. The literary structure of the thesis is defined in detail. The structures of the guide and the Bachelor's Thesis are as similar as possible to facilitate its use.**

**Key words: B.Sc. degree, writing instructions, candidate's thesis structure.**

---

<sup>1</sup>Initials of given names.

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
SISÄLLYS .....	4
ALKULAUSE .....	5
1. KANDIDAATINTYÖN YLEISIÄ OHJEITA .....	6
1.1. Työn asema .....	6
1.2. Aloittaminen .....	6
1.3. Sisältö ja rakenne .....	7
1.4. Ohjaus ja valvonta .....	8
1.5. Arvioiminen .....	8
1.6. Kandidaatintyön seminaari .....	8
1.7. Kandidaatintutkinnon hakeminen .....	8
1.8. Työn julkisuus ja arkistointi .....	9
2. OPINNÄYTETYÖN KIRJOITUSOHJEET .....	10
2.1. Johdanto .....	10
2.2. Opinnäytetyön kieli .....	10
2.3. Tekstin typografinen muotoilu .....	11
2.4. Lähteiden käyttö ja muita ohjeita .....	13
3. YHTEENVETO .....	15
4. LÄHTEET .....	16
5. LIITTEET .....	17

## ALKULAUSE

Nämä ohjeet on laadittu Oulun yliopiston sähkötekniikan tutkinto-ohjelman tutkinto-ohjelmatoimikunnassa vuonna 2015. Ohjeet perustuvat aiempaan versioon diplomityön teko-ohjeesta, jonka historia on jo legendaarinen ja kunnioitusta herättävä. Ne laadittiin sähkö- ja tietotekniikan osastossa v. 2005 ja vuonna 2008 sähkö- ja tietotekniikan osaston opintotoimikunta tarkensi ja täydensi ohjeistusta. 2017 kandidaatintyön ohjeita on jälleen tarkistettu ja muokattu. Tavoitteena on yksityiskohtaiset ohjeet työn tekemistä ja kirjoittamista varten, kun kandidaatintyö laaditaan tutkielmatyyppisenä opinnäytetyönä.

Oulussa, kesäkuussa 2017

Tutkinto-ohjelmatoimikunta

# 1. KANDIDAATINTYÖN YLEISIÄ OHJEITA

## 1.1. Työn asema

Kandidaatintyö on henkilökohtainen ja julkinen opinnäyte, joka on osa tekniikan kandidaatin tutkintoa. Tutkintoasetuksen (Asetus yliopistojen tutkinnoista, 19.8.2004) mukaisesti kandidaatintyön laajuus on 6–10 op (Oulun yliopiston tekniikan alan tutkinnoissa 8 op + Tekniikan viestinnän kurssi 2 op), ja sen tarkoitus on muun muassa osoittaa valmiutta tieteelliseen ajatteluun ja työtapoihin ja edellytyksiä soveltaa hankittuja tietoja työelämässä. Työssä perehdytään myös tiedon jäsentämiseen, käsittelyyn ja dokumentointiin. Opiskelijan on suoritettava erillinen kirjallinen kypsyysnäyte, jolla hän todistetusti osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan ja suomen tai ruotsin kielen taitoa.

Varsinaisen työn ja opinnäytteen lisäksi Oulun yliopistossa tekniikan kandidaatintyöhön kuuluu myös kurssin Tekniikan viestintä (900060A) suorittaminen.

Sähkötekniikan tutkinto-ohjelmassa on erilaisia tapoja kandidaatintyön tekemiseksi. *Ennen vuotta 2011 aloittaneiden opiskelijoiden* on mahdollista tehdä niin sanottu nipputyö, jossa dokumentoidaan kahden isohkon harjoitustyön tulokset yhdeksi kokonaisuudeksi. Koska harjoitustyöt tehdään yleensä ryhmissä, kandidaatintyössä on joko oltava myös henkilökohtainen osuus, jonka kukin ryhmän jäsen dokumentoi vain omassa kandidaatintyössään, tai ryhmän työnjako on muutoin hyvin selvästi kuvattava.

Nipputyöt muodostuvat opintosuunnan mukaan seuraavasti:

- Tietoliikennetekniikka: ”Tietoliikenteen simuloinnit ja työkalut” sekä ”Tietoliikennetekniikan laboratoriotyöt”
- Muut: ”Ohjelmoitava elektroniikka” sekä ”Analogiatekniikan työt”.

*Vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneet opiskelijat* tekevät itsenäiset kandidaatintyöt kirjallisen tutkielman muodossa. Tutkielmamuotoisen kandidaatintyön kokonaislaajuus on noin 30 sivua, kun taas nipputyö voi olla hieman laajempi. Myös ennen vuotta 2011 aloittaneet voivat halutessaan vaihtoehtoisesti tehdä kandidaatintyönsä tutkielmamuotoisena. Heidän opetussuunnitelmassaan kandidaatintyöhön kuuluneet opintojaksot on kuitenkin suoritettava esimerkiksi valinnaisina opintoina.

## 1.2. Aloittaminen

Kandidaatintyö aloitetaan kandidaattiopintojen loppuvaiheessa, suositeltava aloittamisajankohta on opintojen kolmas vuosi. Työn voi aloittaa myös aikaisemmin omien opintojen etenemisen mukaan, mutta koska kandidaatintyön sisältö voi riippua valitusta opintosuunnasta, sitä ei ole syytä aloittaa, ennen kuin opintosuunnalle valmistava moduuli on valittu. Ellei käytössäsi ole sähköistä HOPSia, tarkista tutkintovaatimuksesi opinto-oppaasta/tarvittaessa tutkinto-ohjelmasi sihteeriltä ja opintosuorituksesi WebOodista!

Kandidaatintyön aiheelle anotaan lupaa tutkinto-ohjelmalta. Anomus täytyy palauttaa heti aiheen ja ohjaajan valinnan jälkeen Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunnan opintotoimistoon. Kandidaatintyön aiheanomus löytyy osoitteesta: <http://www.oulu.fi/ee/opiskelu/kandi/lomakkeet>

### 1.3. Sisältö ja rakenne

Perinteinen tutkielmatyyppinen opinnäyte sisältää ainakin seuraavat osat:

- tiivistelmä: hyvin tiivis (< 200 sanaa) kuvaus joka antaa vastaukset kysymyksiin mitä, miksi, miten, millaisia tuloksia saatiin.
- abstract: sama englanniksi
- sisällysluettelo
- johdanto: työn motivointi. Mitä tehtiin ja miksi?
- tarvittava teoria / tekniikan nykytila
- toteutuksen kuvaus (suunnitteluosio)
- tulosten varmistaminen (mittaukset ja/tai simuloinnit)
- pohdinta: tulosten rehellinen arviointi ja jatkokehitystarpeet. Tämä on monesti työn arvokkain kappale
- yhteenveto: tiivis kertaus työn pääkohdista, ei enää uutta spekulointia.

Nippukandidaatintyön rakenne voi olla yksinkertaisempi, mutta teknistieteellisen dokumentin kirjoittamisen harjoittelemiseksi sen tulee sisältää seuraavat osiot:

- kansi- ja nimiölehdet (kansilehti on sininen pahvikansi), tiivistelmä, abstract
- sisällysluettelo (jos osatöissä jo on oma sisällysluettelo, tätä ei tarvita)
- mahdolliset integroiviin kysymyksiin vastaavat esseet
- osatöiden selostukset.

Kandidaatintyön ydin voi olla tyypiltään esimerkiksi mittaus, simulaatio, kirjallisuustutkimus, materiaalin valmistus, testaus, karakterisointi tai pienehkö ohjelmistolaitepohjaisen konstruktionsuunnittelu, toteutus ja testaus. Työn laajuus (johdannosta yhteenvetoon) on 15–25 sivua kuvat ja taulukot mukaan lukien. Näin ollen työ koostuu soveltuvien osien seuraavista luvuista:

Kansilehti  
 Nimiölehti  
 Tiivistelmä  
 Abstract  
 Sisällysluettelo  
 Lyhenteiden ja merkkien selitykset  
 1. Johdanto  
 2. Työn teoria  
 3. Työn tulokset  
 4. Yhteenveto  
 Lähteet  
 Liitteet.

Lukujen otsikot on muutettava työn sisältöä kuvaaviksi. Luku kolme sisältää toteutuksen eli ytimen kuvauksen, varmistamisen, tulokset ja myös pohdinnan.

#### 1.4. Ohjaus ja valvonta

Kandidaatintyön **ohjaajana** ja **arvioijana** toimii nimetty opetus- tai tutkimushenkilöstön edustaja. Jos työ koostuu kahdesta kurssista, työn hyväksymiseen tarvitaan kummankin kurssin opettajan hyväksyntä.

Harjoitustyötyyppisissä töissä ohjaaja keskittyy neuvomaan ja arvioimaan itse työn toteutusta. Tutkielmatyyppisessä työssä ohjaaja yleensä vaikuttaa vahvemmin työn suuntaamiseen, sisältöön ja dokumentointiin, joten tällöin on tarpeen pitää säännöllisiä tapaamisia ohjaajan kanssa. Näissä selvitetään, onko työn jäsentely oikea, ovatko työn osien painotukset oikeita, ovatko käsitellyt asiat työn kannalta olennaisia ja puuttuuko mahdollisesti joitakin tärkeitä asioita. Palavereissa keskitytään ohjaamaan pääasiassa työn rakenteen muotoutumista.

#### 1.5. Arvioiminen

Kandidaatintyön osana mahdollisesti olevat yksittäiset kurssit voidaan arvostella tavalliseen tapaan asteikolla 1–5, mutta itse kandidaatintyö arvostellaan vain asteikolla *hyväksytty/hylätty*. Hyväksytyyn työhön riittää, että itse työt ja niihin liittyvä henkilökohtainen osuus on suoritettu hyväksytysti. Lisäksi opiskelijan on suoritettava kirjallinen kypsyysnäyte.

Työn tekijällä on oikeus saada tietoonsa valvojan esittämä arviointi perusteluineen **kolme** päivää ennen tutkinto-ohjelmatoimikunnan kokousta, jossa hänen kandidaatintutkintoaan puolletaan. Hän voi hakea **oikaisua** arviointiin teknilliseltä tiedekunnalta suullisesti tai kirjallisesti **neljäntoista päivän** kuluessa siitä, kun hän on saanut siitä tiedon.

#### 1.6. Kandidaatintyön seminaari

Kandidaatintyön seminaareja järjestetään syys- ja kevätlukukausien päätteessä tarvittava määrä. Seminaareihin ilmoittautuminen tehdään sähköpostilla osoitteeseen [jari.hannu@oulu.fi](mailto:jari.hannu@oulu.fi) kaksi viikkoa ennen seminaaria. Seminaarien ajankohdat ilmoitetaan osoitteessa <http://www.oulu.fi/ee/opiskelu/kandi>.

Seminaarissa opiskelijat esittävät kandidaatintyönsä 10 minuutin esitelmänä, josta kaksi minuuttia on varattu kysymyksille. Tyypillinen esitys on 8-14 sivuinen power point esitys, mutta kaikki esitystavat ovat aikarajoissa sallittuja.

#### 1.7. Kandidaatintutkinnon hakeminen

##### *Kandidaatintyö*



1. Kaikki kandidaatintyöhön ja tutkinnon hakemiseen liittyvät lomakkeet löytyvät osoitteesta <http://www.oulu.fi/ee/opiskelu/kandi/lomakkeet>.
2. Liitä kandintyöhösi liitteen mallin mukainen nimiölehti. Kansilehti tarvitaan vain, mikäli haluat painattaa työn itsellesi esimerkiksi Juvenes Printissä. Tällöin koko on A4 ja painatus tehdään yksipuolisesti (tarvittaessa värillisenä). Pahvikansien väri on sininen. Työ nidotaan selkämuksesta kahdella niitillä ja selkämys vahvennetaan mustalla selkäteipillä.
3. Tutkinto-ohjelman sihteeri opastaa sähköisen kandidaatintyön käsittelyssä. Lisätietoja: <https://laturi.oulu.fi/>.

### *Kandidaatin tutkinto*

1. Suorita kirjallinen **kypsyysnäyte**. Kypsyysnäytteen aihe yleensä sivuaa opinnäytetyön aihetta tai jotain sen osa-aluetta. Kypsyysnäytteeseen ilmoittaudutaan kuten normaalisti tenttiin, ja sen tarkastaa kandidaatintyön ohjaaja tai hänen valtuuttamansa henkilö.
2. Esitä työsi kandidaatintyön seminaarissa.
3. Toimita tutkinto-ohjelman sihteerille seuraavat **asiakirjat** viimeistään **viikkoa** ennen tutkinto-ohjelmatoimikunnan kokousta:
  - [tutkintotodistushakemus](#)
  - [todistuksen nouto -lomake](#)
4. Tutkinto-ohjelmatoimikunnan kokousaikataulu löytyy opetuksen sivuilta <http://www.oulu.fi/ee/opiskelu/koto>.
5. Jos et jatka opintojasi Oulun yliopistossa, palauta lainatut **kirjat** yliopiston kirjastoon sekä **avain** ja **työkalut** työpajaan.

### **1.8. Työn julkisuus ja arkistointi**

Kandidaatintyö on **julkinen** asiakirja. Laturiin syötetyt opinnäytteet tulevat julkisiksi hyväksymisen jälkeen siinä laajuudessa kuin opiskelija syöttövaiheessa valitsee. Hyväksymisen jälkeen työt siirtyvät järjestelmästä yliopiston arkistoon sekä saataville tietyille työasemille kirjaston tiloihin. Mikäli opiskelija on antanut luvan, työ tulee saataville myös avoimeen [Jultika-julkaisuarkistoon](#).

## 2. OPINNÄYTETYÖN KIRJOITUSOHJEET

### 2.1. Johdanto

Vakiintunut tieteellinen metodi koostuu alla mainituista keskeisistä osista, ja tieteellisten julkaisujen rakenne myötäilee tätä logiikkaa:

- Määrittele tutkittava tai ratkaistava ongelma.
- Kerää tietoa ja selvitä kyseisen tekniikan alan nykytila (state-of-the-art).
- Muodosta tietoon sopiva selitys (hypoteesi).
- Suunnittele hypoteesia käyttäen kokeet ja ennusta niiden tulokset. Tämä on tärkeää: tutkijalla pitää olla ennakkoavustus siitä, millaisia tuloksia hän on saamassa, tai mitä niiden perusteella pitäisi tulkita.
- Tee kokeita ja kerää dataa. Kokeiden pitää olla sellaisia, että niiden tulosten pohjalta kyetään riittävän varmasti ja luotettavasti päättämään halutut asiat.
- Analysoi rehellisesti keräämäsi data.
- Tulkitse ja tee johtopäätöksiä, hyväksy, hylkää tai korjaa hypoteesi.
- Julkaise tulokset ja hyväksy sille esitettävä kritiikki.

Tekniset dokumentit eivät yleensä noudata tieteellisen metodin kaavaa, vaan niissä pyritään vain yksiselitteisesti kuvaamaan jonkin laitteen toiminta ja toteutus toiselle samanlaisen teknisen koulutuksen saaneelle henkilölle. Tällainen selostus voi olla hyvinkin yksityiskohtainen. Tekninen opinnäytetyö puolestaan on näiden kahden tradition välimaastosta: se on useimmiten tekninen dokumentti, joka laaditaan tieteellisen metodin hengessä. Niinpä siinä on tavallista teknistä dokumenttia laajempi taustan ja teorian kuvaus ja siinä on tärkeää tehdä tuloksista riittävä määrä johtopäätöksiä – sen sijaan siinä ei ole tarpeen kuvata kaikkia osia ja tuloksia pilkuntarkasti, vaan keskittyä niihin, joista on oikeasti jotain sanottavaa.

Opinnäyte koostuu tavallisesti **toteutusosasta** (kirjallisuustutkimus, laitekonstruktio, ohjelmisto, mittaukset) ja **kirjallisesta osasta**. Toteutusosa riippuu käsiteltävästä ongelmasta eikä siitä voida antaa yleisiä ohjeita. Jokaisella julkaisulla on sen sijaan oma ulkoasunsa, johon muotoon kaikki kirjoitukset saatetaan. Näissä ohjeissa tuodaan esille kirjoittamisen vakiintunut tapa alan tutkinto-ohjelmissa. Painoasu vaikuttaa tekstin luettavuuteen, joten annettuja ohjeita on syytä noudattaa huolellisesti. Näin kirjoittaja voi oppia yhden hyvän kirjallisen esitystavan. Myöhemmin on helppo omaksua kussakin työpaikassa noudatettavan kirjallisen viestinnän käytänteet.

### 2.2. Opinnäytetyön kieli

Suomessa ylioppilastutkinnon suorittanut henkilö kirjoittaa kandidaatintyönsä **suomeksi** tai **ruotsiksi**. Ulkomaalaiset opiskelijat, ulkomailla kandidaatintyönsä tekevät ja suomen kieltä taitamattoman ohjaajan ohjauksessa olevat opiskelijat voivat kirjoittaa kandidaatintyönsä **englanniksi**. Käytetystä kielestä riippumatta opinnäytetyöhön on liitettävä suomen- ja englanninkielinen otsikko ja tiivistelmä.

Englanninkielisessä työssä Abstract sijoitetaan ennen Tiivistelmää. Erillistä kielentarkistusta ei vaadita englanninkielisistä kandidaatintöistä.

Työ kirjoitetaan teknisen koulutuksen saaneelle lukijakunnalle. Esityksessä on vältettävä lukijakunnalle tuttujen asioiden tarpeetonta käsittelyä. Erityisesti on vältettävä kirjoittamasta sellaista, mitä tekijä ei hallitse. Työssä käytetään vakiintunutta **ammattiterminologiaa**, jos sellaista on. Sääntö koskee myös kuvia ja piirroksia. Lyhenteet pitää kirjoittaa auki, kun ne esiintyvät tekstissä ensimmäisen kerran.

Kirjoittamisessa pyritään selkeään ja jäsenneltyyn esitystapaan, jolle on ominaista turhan **sanahelinän** välttäminen. Tekstin tulee olla sujuvaa ja helppolukuista **suomen yleiskieltä**, joka noudattaa kielenhuollon vakiintuneita käytänteitä ja suosituksia. Esimerkiksi suomenkielisessä tekstissä desimaalimurtolukujen kokonaisuosa ja murto-osa erotetaan toisistaan **pilkulla**, englanninkielisessä **pisteellä**. Näistä ja muista kielenkäytön ohjeista saa tietoa erilaisista kielenhuollon oppaista ja Kielikello-lehdestä [4]. Hyviä internetistä löytyviä lähteitä ovat muun muassa lähteet [6–9].

Tehty tutkimus kuvataan yleensä imperfekti- ja passiivimuodossa (”työ tehtiin”). Luonnonlaeista ja muista pysyvistä asioista voi kirjoittaa preesensissä.

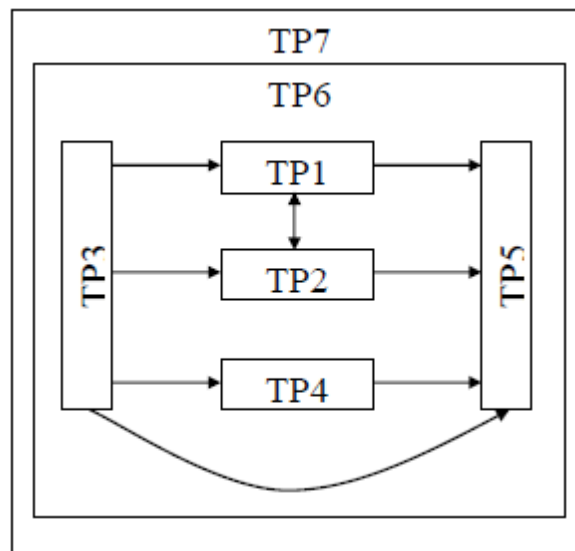
### 2.3. Tekstin typografinen muotoilu

- Kirjasinlaji: Times New Roman
- Marginaaliasettelut:
  - Paperin vasen reuna: 4,5 cm
  - Paperin oikea reuna: 2,0 cm
  - Ylämarginaali: 2,5 cm
  - Alamarginaali: 3,0 cm
- Välit:
  - Ennen otsikkoa: 2 tyhjää riviä
  - Otsikon jälkeen: 1 tyhjä rivi
  - Kahden otsikon väli: 1 tyhjä rivi
- Riviväli: kullekin kirjasinkoolle annettu oletusarvo, joka on yleensä fonttikoko + 2 pt.
- Kappaleiden väli on normaali riviväli. Otsakkeen jälkeinen kappale on sistentämätön. Muut kappaleet sisennetään 0,5 cm.
- Taulukko- ja kuvatekstin ja perustekstin väliin jätetään yksi tyhjä rivi.
- Taulukon rakenne ja käytettävät kirjasinlajit on esitetty taulukossa 1.
- Taulukossa otsikkoteksti sijoitetaan taulukon yläpuolelle ja tasataan alkamaan sivun vasemmasta reunasta. Taulukon otsake ei pääty pisteeseen.
- Kuvateksti sijoitetaan kuvan alle ja se päättyy pisteeseen. Jos kuvateksti mahtuu yhdelle riville, se keskitetään kuvan 1 osoittamalla tavalla. Jos kuvateksti ulottuu useammalle riville, se tasataan sekä vasempaan että oikeaan reunaan. Kuvateksteihin ei sisällytetä viittauksia.
- Kappaletta ei aloiteta kuvalla vaan, kuvat sijoitetaan tekstin joukkoon, ei kuitenkaan keskelle yksittäistä virkettä. Kuvan tulisi sijaita tekstissä aina viittauksen jälkeen.

Taulukko 1. Työssä käytettävät kirjaisinjajit

Kirjaimen koko (p.)	Ulkonäkö			
	Tavallinen	<b>Lihavoitu tavallinen</b>	<i>Kursiivi</i>	<b><i>Lihavoitu kursiivi</i></b>
10	ylä- ja alaindeksit			
12	kirjoituksen perusteksti, yhtälöt, viitteet, taulukot, kuvatestit, taulukon nimi	<b>1. asteen alaotsikko, tiivistelmä, abstract</b>	<i>3. asteen alaotsikko</i>	<b><i>2. asteen alaotsikko</i></b>
14	KIRJOITTAJAN NIMI	<b>LUVUN OTSIKKO<sup>1</sup></b>		
18		<b>KANDIDAATTITYÖN NIMI</b>		

<sup>1</sup>Kukin luku alkaa uudelta sivulta



Kuva 1. Työpakettien (TP) väliset liitynnät.

Desimaalijaotusta ei kannata syventää 3. asteen yli. Jos tarvetta esiintyy syvempään jaotukseen, voidaan käyttää seuraavaa menettelyä: Kuvat, taulukot ja liitteet ovat osa kirjallista esitystä. Niihin jokaiseen on **viitattava** tekstistä esiintymisjärjestyksessä. Kuvat ja taulukot numeroidaan juoksevasti läpi tekstin tai vaihtoehtoisesti luvuittain, mikäli niitä on paljon.

## 2.4. Lähteiden käyttö ja muita ohjeita

Tieteelliseen kirjoittamiseen kuuluu oleellisesti tulosten toistettavuus ja jäljitettävyys. Jos jokin asia on lainattu muista lähteistä, kirjoittajan pitää ehdottomasti merkitä mistä lähteestä asia on poimittu. Tällöin ei myöskään suosita sanatarkkaa lainaamista, vaan asia selitetään omin sanoin lauseyhteyteen sopivasti.

Lähteet numeroidaan juoksevasti ja luetellaan esiintymisjärjestyksessä. Tekijän sukunimi kirjoitetaan ensin ja sen jälkeen etunimien alkukirjaimet. Tekstissä lähdeluetteloon viitataan viitenumerolla, esimerkiksi [1] tai [1, 2, 5]. Kun viittaus kohdistuu tietyn virkkeen sisältämään tietoon, viittaus sijoitetaan loppuun ennen virkkeen päättävää välimerkkiä. Jos taas viittaus kohdistuu koko kappaleen esittämään tietoon, viittaus sijoitetaan kappaleen loppuun viimeisen virkkeen pisteen jälkeen. Kun halutaan viitata määrätulle sivulle, kirjoitetaan [1 s. 14] tai [1 s. 14–15]. Viittaukset esitetään niin selvästi, ettei lukijalle jää epäselväksi, mikä tieto on peräisin lähteestä ja mikä on kirjoittajan omaa osuutta. Myös käytetyt julkaisemattomat esitykset, lainattujen lausekkeiden, yhtälöiden ja kuvien lähde on aina ilmoitettava, ja lähteet merkitään kirjoituksen loppuun lähdeluetteloon. Alla on muutamia esimerkkejä siitä, miten erilaisia julkaisuja merkitään lähdeluetteloon:

Sarjajulkaisu:

- [1] Kostamovaara J. (1986) Techniques and Devices for Positron Lifetime Measurement and Time-of-Flight Laser Ranging. Acta Universitatis Ouluensis, Series C, Technica 37. Oulun yliopisto, Oulu.

Aikakausilehti:

- [2] Arai Y. & Oshugi T. (1989) TMC-A CMOS Time to Digital Converter VLSI. IEEE Transactions on Nuclear Science 36, s. 528–531.

Kokoomateoksen osa:

- [3] Gajski D. (1991) Essential Issues and Possible Solutions in High-Level Synthesis. In: Camposano R. & Wolf W. (toim.) High-Level VLSI Synthesis. Kluwer Academic Publishers, Boston, Mass., s.1–26.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Jos sivunumerointi on lukukohtainen, käytä merkintää: s. 3–1...3–2.

**Kirja:**

- [4] Hakalahti H., Lappalainen P. & Tervonen M. (1978) Minitietokoneet: Rakenne, ohjelmointi, prosessiliitännät. Sähköinsinööriilta ry, Oulu, 431 s.

**Konferenssiesitelmät:**

- [5] Mitra S.K. (1991) Some Unconventional Signal Processing Applications of Multirate Techniques. In: IEEE International Symposium on Circuits and Systems, June 11–14, Raffles City, Singapore, Vol. 1, s. 13–16, New York.

**Ei henkilötökijää:**

- [6] Asumistaso: asuntoasian vuosikirja (1991). Suomen Asuntoliitto, Helsinki, 72 s.

**Opinnäyte:**

- [7] Kurikka P. (1992) Tietokoneavusteisen elektroniikkasuunnittelun kehitysjärjestelmien vertailu ja arvionti. Diplomityö. Oulun yliopisto, sähkö- ja tietotekniikan osasto, Oulu.

**Verkkajulkaisut:**

- [8] Krishnan V. & Torrealis J. (luettu 22.10.1999) A Chip-Multiprocessor Architecture with Speculative Multithreading. URL: <http://computer.org/tc/tc1999/t0866abs.htm>.

Muita työn kirjoittamiseen liittyviä ohjeita löytyy osatöiden työohjeista ja sähkötekniikan tutkinto-ohjelman diplomityöohjeesta. Lähdeluettelossa on mainittu muutamia verkkosivuja, joilla voi käydä tarkistamassa suomen kielen osaamistaan.

### **3. YHTEENVETO**

Näissä ohjeissa on kuvattu kandidaatintyön tekemiseen liittyvät eri vaiheet sekä tutkinnonhakuprosessi. Tekstissä on esitetty työn asema kandidaatintutkinnossa sekä kerrottu tarvittavasta yhteydenpidosta ohjaajan/valvojan kanssa. Ohjeissa on myös kuvattu vakiintunut tapa, jolla sähkötekniikan ja tietoliikennetekniikan alan kandidaatintyö kirjoitetaan.

#### 4. LÄHTEET

- [1] Lappalainen P., Suutari-Jääskö L. & Silvén O. (1994) Diplomityön teko-ohjeet. Oulun yliopisto, Sähkö- ja tietotekniikan osasto, Oulu, 31 s.
- [2] Ohjeita kirjoittajille (1997). Acta Universitatis Ouluensis -sarjan julkaisu-toimikunta, toim. Leena Rautio. Oulun yliopisto, Oulu, 20 s.
- [3] Tirronen K. (1987) Teknisen kirjoituksen laatiminen. Suomen Teknillinen Seura STS r.y., Teknillisten Tieteiden Akatemia, Jyväskylä, 89 s.
- [4] Maamies S. (toim.) (1998) Kielikello. Kielenhuollon tiedotuslehti 3. Kotimaisten kielten tutkimuskeskus.
- [5] SI-opas: suureet ja yksiköt, SI-mittayksikköjärjestelmä (Système international d'unités) (1974). Suomen standardisoimisliitto, Vakaustoimisto, Helsinki, 23 s.
- [6] Korpela (luettu 9.11.2006) Nykyajan kielenopas. URL: <http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/kielenopas/>
- [7] Kielitoimisto (luettu 9.11.2006). URL: <http://www.kotus.fi/kielitoimisto/>
- [8] Karjalainen M. ja Airaksinen P. (luettu...) Kirjoittajan ABC-kortti URL: <http://webcgi.oulu.fi/oykk/abc/>
- [9] Kielitoimiston oikeinkirjoitusopas. MOT. URL: <http://mot.kielikone.fi/mot/OUYO/netmot.exe?motportal=80> (kts Books)



## 5. LIITTEET

- Liite 1      Kandidaatintyön kansi
- Liite 2      Kandidaatintyön nimiölehti
- Liite 3      Tiivistelmä
- Liite 4      Abstract
- Liite 5      Kandidaatintyön ja valmistumisen vaiheet



# **KANDIDAATINTYÖ**

Kaino Kandi

**SÄHKÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA**

**2017**



## **KANDIDAATINTYÖ**

**Ohjelmoitavan logiikkapiirin käyttö hakkuritehomuuttajien  
takaisinkytketyn säädön toteutuksessa.**

Kaino Kandi

Ohjaaja(t): Toimi Kunta

**SÄHKÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA**

**2017**

**Kandi K. (2017) Ohjelmoitavan logiikkapiirin käyttö hakkuritehomuuttajien takaisinkytketyn säädön toteutuksessa.** Oulun yliopisto, sähkötekniikan tutkinto-ohjelma. Kandidaatintyö, 29 s.

## TIIVISTELMÄ

Tässä työssä tutkitaan hakkuritehomuuttajien takaisinkytketyn säädön toteuttamista mikroprosessorin avulla. Erityisesti kiinnitetään huomiota mikroprosessorin käyttömahdollisuuksiin UPS-laitteisiin (katkottoman vaihtojännitesyötön varmistava laite) soveltuvien tehomuuttajien säätämisessä. Hakkuritehomuuttajien perustopologioille johdetaan aikadiskreetit tilamallit ja niiden pohjalta suunnitellaan aikadiskreettejä säätöalgoritmeja. Myös mikroprosessorin laskentaviive on otettu huomioon tilamalleissa. Säätöalgoritmeista esitetään erilaisia versioita erimittaisille näytteenottoväleille. Lisäksi pohditaan mikroprosessorin ja muiden digitaalisen säätimen komponenttien suorituskykyvaatimuksia.

Algoritmien toimintaa tutkitaan yksinkertaisissa jännitteenalentimen ja jännitteenkorottimen koekytkennöissä, joissa säätimenä käytetään 16-bittistä mikrokontrolleria. Lisäksi samalla säätimellä ohjataan hakkuritekniikkaan perustuvaa vaihtosuuntaajaa ja suuren tehokertoimen omaavaa tasasuuntaajaa, joka ottaa sinimuotoisesta verkkojännitteestä sinimuotoista virtaa. Näiden koekytkentöjen mittaustulokset on esitetty.

**Avainsanat:** katkoton syöttö, hakkurimuuttajan tilamalli, aikadiskreetti säätö.

**Kandi K. (2017) Programmable Logic Circuits in Switched-Mode Power Converters.** Degree Program in Electrical Engineering, University of Oulu, Oulu, Finland. Bachelor's Thesis, 29 p.

## **ABSTRACT**

**This work is a study of microprocessor-based feedback control of switched-mode power converters. Attention is paid especially to the microprocessor controlled power converters that can be used in a UPS (uninterruptible power supply) system. Discrete-time state models are derived for basic topologies of switched-mode power converters and several discrete-time control algorithms are designed. The computation delay of the microprocessor is included in the state models as well. Different versions of algorithms for different sampling intervals are presented. Moreover, the required performance of the microprocessor and other components of digital controller are discussed.**

**The control algorithms have been studied in practice with simple voltage step-down and step-up test circuits controlled by a 16-bit microcontroller. Also a switched-mode inverter and a high power factor rectifier which takes sinusoidal current from sinusoidal line voltage were controlled by the same microprocessor-based controller. The experimental results of these test circuits are presented.**

**Key words: uninterruptible power supply, ups state model, discrete-time control.**

