

521015A Harjoittelu

Practical Training

Laajuus: 3

Tavoite: Tekniikan kandidaatin tutkintoon on mahdollista sisällyttää valinnaisena 3 opintopisteen verran asiantuntijuutta kehittävää harjoittelua. Harjoittelun teknisenä päämääränä on antaa opiskelijalle yleisnäkemyksiä alasta, jolla hän tutkinnon suorittuaan tulee työskentelemään, sekä tukea ja edistää teoreettista opiskelua. Samoin harjoittelun tulee tutustuttaa harjoittelija teollisen tuotannon sosiaalisiin seikkoihin ja työturvallisuuteen. Harjoitteluvaatimuksiin sisältyvän teknillisen tiedekunnan organisoiman luentosarjan tavoitteena on tarjota opiskelijalle työelämävalmennusta.

Osaamistavoitteet: Harjoittelun jälkeen opiskelija osaa kertoa yhdestä mahdollisesta tulevaisuuden työpaikastaan ja sen työympäristöstä opintojensa näkökulmasta katsottuna. Opiskelija osaa nimetä työympäristön ongelmia ja ehdottaa niihin parannusehdotuksia. Opiskelija löytää työelämän ja opintojen välisiä yhtymäkohtia.

Toteutustavat: Opiskelijat hankkivat harjoittelupaikkansa itse. Teknillinen tiedekunta tarjoaa yhdessä Tekniikan akateemisten liiton ja Oulun yliopiston ohjaus- ja työelämäpalveluiden kanssa toteutettavan luentosarjan Teekkareiden työelämävalmennus, johon osallistuminen kuuluu harjoittelun suorittamiseen. Luentosarja sisältää kolme osiota, joiden aihealueet ovat työnhakuprosessi, työsuhdeasiat ja ”ihmissuhdetekniikka”.

Suoritustavat: Vähintään 2 kuukautta kestävästä kandidaattivaiheen harjoittelusta laaditaan harjoittelukirja, jonka hyväksytetään osastolla. Harjoittelukirjan tarkempi laadintaohje on osaston www-sivuilla sekä ilmoitustaululla.

521016A Syventävä harjoittelu

Advanced Practical Training

Laajuus: 3

Tavoite: Opiskelija suorittaa harjoittelunsa mm. alan teollisuuden ja laitosten tutkimus-, kehitys- ja käyttölaboratorioissa. Perusvaatimuksena on, että harjoittelu on suoritettava työpaikassa, jossa harjoittelua ohjaa insinööritutkinnon suorittanut henkilö. Käytännöllisen harjoittelun teknisenä päämääränä on antaa yleisnäkemyksiä alasta, jolla harjoittelija loppututkinnon suorittuaan tulee työskentelemään, ja tukea ja edistää teoreettista opiskelua. Samoin harjoittelun tulee tutustuttaa harjoittelija teollisen tuotannon sosiaalisiin seikkoihin ja työturvallisuuteen sekä antaa riittävä kuva erilaisten töiden suorittamisen teknisistä yksityiskohdista. Lisäksi harjoittelun tulee antaa yleiskuva yrityksen ja sen tuotannon teknisestä ja taloudellisesta organisoinnista, hallinnosta ja työnjohdosta. Opiskelijan tulee harjoittelu- tai muussa kesätyöpaikassaan valppaasti seurata kaikkea työelämään ja teolliseen toimintaan liittyvää sekä kehittää ammattitaitoaan. Harjoittelun aikana opiskelija voi solmia teollisuuslaitoksiin kontakteja, joilla on merkitystä sekä diplomityön valinnan että lopullisen työelämään siirtymisen kannalta. Harjoittelemisen ulkomailla on suositeltavaa mm. kielitaidon kohentamisen ja kansainvälisen kokemuksen hankkimisen takia.

Osaamistavoitteet: Syventävän työharjoittelun jälkeen opiskelija osaa kertoa yhdestä mahdollisesta tulevaisuuden työpaikastaan tai toisenlaisesta työtehtävästä jo tutussa työympäristössä. Opiskelija osaa tunnistaa työympäristön ongelmia ja ratkaista niitä. Opiskelija osaa soveltaa oppimaansa teoreettista tietoa käytännön tehtävissä. Opiskelija tunnistaa diplomi-insinöörin tehtäviä työpaikaltaan.

Toteutustavat: Opiskelijat hankkivat harjoittelupaikkansa itse.

Suoritustavat: Vähintään 2 kuukautta kestävästä diplomi-insinöörivaiheen harjoittelusta vaaditaan harjoittelukirja, josta on saatava hyväksyttävä arvosana. Harjoittelukirjan tarkempi laadintaohje on osaston www-sivuilla sekä ilmoitustaululla.

Elektroniikan laboratorio

521302A Piiriteoria I

Circuit Theory I

Laajuus: 5op

Ajoitus: Periodit 5-6, muuttuu lukuvuonna 2012/13 periodeille 1-3 ja 2. vuosikurssille. Keväällä 2012 kurssia ei pidetä.

Tavoite: Kurssissa opitaan analysoimaan sähköisiä tasa- ja vaihtovirtapiirejä, ja se antaa välttämättömän teoriapohjan kaikille analogielektroniikan kursseille.

Osaamistavoitteet: Kurssin jälkeen opiskelija

- osaa kirjoittaa ja ratkaista sähköisten piirin toimintaa kuvaavat yhtälöt
- osaa ratkaista sinimuotoisesti ohjattuja piirejä osoitinlaskennalla
- osaa ratkaista sähköisten piirien aikavasteita
- osaa pelkistää sähköisiä piirejä esim. rinnan- ja sarjaankytkentöjä tai ekvivalenttipiirejä käyttäen
- osaa ajaa tietokoneella yksinkertaisia piirisimulointeja ja ymmärtää eri analyysien erot ja rajoitukset.

Sisältö: Piirielimien yhtälöt, piirilait ja sähköpiirejä kuvaavien yhtälöryhmien systemaattinen muodostaminen. Aika- ja taajuusvasteen laskeminen, sinimuotoisten signaalien osoitinlaskenta kompleksilukuja käyttäen. Piirisimulaattorin käytön perusteet.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 30h luentoja ja 22h laskuharjoituksia, ja piirisimulaattoreiden käyttöön perehdyttävä harjoitustyö (10h).

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Matriisi- ja kompleksilukulaskenta, differentiaaliyhtälöt.

Oppimateriaali: Luento- ja harjoitusmoniste. Englanninkieliseksi materiaaliksi soveltuu mm. Nilsson, Riedel: Electric Circuits (6th tai 7th ed., Prentice-Hall 1996), luvut 1-11.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: professori Timo Rahkonen

Opetuskieli: Suomi

521306A Piiriteoria 2

Circuit Theory I

Laajuus: 4 op

Ajoitus: Periodit 1-3, muuttuu lukuvuonna 2012/13 periodeille 4-6. Kurssia ei pidetä syksyllä 2012.

Tavoite: Opitaan perustiedot jatkuva-aikaisten taajuusriippuvien sähköpiirien analyysistä, mallittamisesta ja synteisistä. Kurssin jälkeen opiskelijan tulee kyetä analysoimaan keskitetyillä komponenteilla toteutettujen piirien taajuus- ja aikavasteita.

Osaamistavoitteet: Kurssin jälkeen opiskelija

- osaa käyttää Laplace-muunnosta sähköisten piirien aika- ja steady-state -vasteiden laskemiseen

- osaa johtaa jatkuva-aikaisen piirin siirtofunktion ja ratkaista sen navat ja nollat ja ymmärtää niiden merkityksen
- osaa piirtää annetun siirtofunktion tai nolla-napa –kartan Boden kuvaajat
- osaa ratkaista piirin parametriesitykset ja käyttää niitä piirien vasteiden laskemiseen
- ymmärtää piirisynteesin perusteet.
- ymmärtää lineaarisen piirianalyysin rajoitukset

Sisältö: Laplace-muunnoksen käyttö verkkojen analysoinnissa. Verkkofunktioiden ominaisuuksia, napojen ja nollien käsitteet. Nollanapa-kartta, amplitudi- ja vaihekuvaajat, Boden kuvaaja. Parametriesitykset. Stabiilisuusehdot.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 30h luentoja ja 22h laskuharjoituksia.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Piiriteoria I, Matematiikan peruskurssi I ja II, Differentiaaliyhtälöt.

Oppimateriaali: Luentomoniste (n. 230 s.). Oheislukemiseksi käy mm. Nilsson, Riedel: Electric Circuits (6th tai 7th ed., Prentice-Hall 1996), luvut 12–18.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: professori Timo Rahkonen

Opetuskieli: Suomi

521331A Suodattimet

Analog Filters

Laajuus: 4op

Ajoitus: Periodit 3-4. Kurssi siirtyy keväällä 2014 periodeilla 4-6.

Tavoite: Opitaan perustiedot jatkuva-aikaisten taajuusriippuvien sähköpiirien analyysistä, mallittamisesta ja synteesistä. Kurssin jälkeen opiskelijan tulee kyetä analysoimaan keskitetyillä komponenteilla toteutettujen piirien taajuus- ja aikavasteita.

Osaamistavoitteet: Kurssin jälkeen opiskelija

- osaa etsiä taajuusvastetta vastaavan siirtofunktion nolla-napa –kartan
- osaa tehdä siirtofunktioille ja komponenttiarvoilla taajuus- ja impedanssiskaalaukset
- osaa valita tarkoitukseen sopivan suodatinprototyypin ja mitoittaa sen asteluvun
- osaa syntesoida passiivisia RLC –suodattimia
- osaa syntesoida aktiivisia operaatiovahvistinsuotimia
- ymmärtää eri suodatinteknologioiden tärkeimmät erot.
- ymmärtää suodattimien dynaamisen alueen skaalauksen perusteet

Sisältö: Suodatintyypit, suodatinaprosimaatiot ja skaalaukset. Aktiivi- ja passiivisuodattimien synteesi. Herkkyyshanalyysi ja suodatinasteiden dynamiikan optimoiminen.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 25h luentoja ja 14h laskuharjoituksia, ja suodattimien suunnitteluharjoitus (15h).

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Piiriteoria I-II, Elektroniikkasuunnittelun perusteet, Elektroniikkasuunnittelu I.

Oppimateriaali: Luento- ja harjoitusmoniste. Oheislukemiseksi soveltuu mm. van Valkenburg: Analog Filter Design, 1982, luvut 1-14, 18 ja 20 tai vuoden 2001 painoksen luvut 1-13.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: professori Timo Rahkonen

Opetuskieli: Suomi.

521431A Elektroniikkasuunnittelun perusteet

Principles of Electronics Design

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-3, siirtyy lukuvuonna 2012/13 periodeille 4 – 6, ei luennoita syksyllä 2012.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijoille kaikkien sähköosaston opiskelijoiden tarvitsemat perustiedot elektroniikkasuunnittelusta.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa analysoida ja suunnitella pn-diodiin sekä bipolaari- ja MOS-transistoriin perustuvia elektroniikan rakennelohkoja kuten esim. tasasuuntaimia, tasolukkoja, vahvistimia ja CMOS-logiikkaportteja.

Sisältö: Elektronisen järjestelmän rakenne, signaalien luonteesta, vahvistimiin liittyviä peruskäsitteitä, operaatiovahvistin perussovelluksineen, diodit ja diodipiirit, 1-asteiset BJT- ja MOS-vahvistimet ja niiden biasointi, piensignaalmallinnus ja vahvistimen ac-ominaisuuksien analyysi, digitaalipiirien (painottuen CMOSiin) sisäisiä rakenteita, AD/DA-muunnoksen perusteet, katsaus elektroniikan toteutukseen IC-teknologioilla.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu luentoja 30h ja harjoituksia 20h.

Yhteydet muihin opintoihin: Esitiedot: Kurssissa tarvitaan perustiedot piiriteoriasta (Piiriteoria I). Myös puolijohdekomponenttien toiminnan perusteiden ymmärrys auttaa (Puolijohdekomponenttien perusteet).

Oppimateriaali: Luentomoniste, Sedra, Smith: Microelectronic Circuits (4th ed.), luvut 1, 3-5, 10.9, 13 ja 14. tai Hambley: Electronics (2nd Ed.), luvut 1,2,3,4,5 ja 6 pääosin sekä osia muista kappaleista.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan väli- tai loppukokeella.

Vastuuhenkilö: Juha Kostamovaara

Opetuskieli: Suomi.

521432A Elektroniikkasuunnittelu I

Electronics Design I

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 4-5, siirtyy lukuvuonna 2013/14 periodeille 1-3, ei luennoita keväällä 2013.

Tavoite: Tavoitteena on antaa sähkötekniikan opiskelijoille elektroniikkasuunnittelun perustiedot painottuen analogielektronikkaan. Kurssi on jatkoa Elektroniikkasuunnittelun perusteet –kurssille ja vastaa aiempaa Analogipiirit I -kurssia.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kertoa moniasteisten vahvistimien suunnitteluperiaatteista. Hän osaa analysoida ja asettaa transistorivahvistimen taajuusvasteen. Hän osaa

soveltaa takaisinkytkentää vahvistimen ominaisuuksien parantamiseen halutulla tavalla. Hän osaa myös analysoida takaisinkytketyn vahvistinasteen stabiilisuuden ja kykenee mitoittamaan vahvistimen stabiiliksi. Opiskelija osaa kertoa tehovahvistimien suunnitteluperiaatteista. Hän osaa käyttää operaatiovahvistinta laajasti elektronikan rakennelohkojen toteutuksiin ja osaa ottaa huomioon myös operaatiovahvistimien epäideaalisuuksien asettamat rajoitukset. Hän osaa suunnitella matalataajuisia oskillaattoreita ja osaa kertoa RF-taajuisten oskillaattoreiden ja viritettyjen vahvistimien suunnitteluperiaatteista. Hän osaa kertoa peruseriaatteet myös ECL-logiikan toimintaperiaatteista ja ominaisuuksista.

Sisältö: Differentiaalivahvistin, ECL-logiikka, transistorivahvistimen taajuusvaste, takaisinkytkentä ja takaisinkytketyn vahvistimen stabiilisuus, pääteasteet ja tehovahvistimet, operaatiovahvistimen epäideaalisuudet, operaatiovahvistimen sovelluksia, komparaattori, oskillaattorit, viritetyt vahvistimet. Kurssi korvaa aikaisemman kurssin Analogiapiirit I (521432A).

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu luentoja 40 h ja harjoituksia 20 h. Opintojakso suoritetaan väli- tai loppukokeella.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Elektroniikkasuunnittelun perusteet, lisäksi suositellaan Piiriteoria II, Puolijohdekomponenttien perusteet.

Oppimateriaali: Luentomoniste, A. Sedra, K. Smith: Microelectronic Circuits (4th ed.), Oxford University Press 1998, luvut 2, 6 – 12 tai A. Hambley: Electronics (2nd Ed.), Prentice-Hall 2000, luvut 2, 7-12 pääosin.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan väli- tai loppukokeella.

Vastuhenkilö: Juha Kostamovaara

Opetuskieli: Suomi

521433A Analogiatekniikan työt

Laboratory Exercises on Analogue Electronics

Laajuus: 3

Ajoitus: Periodit 4-6.

Tavoite: Tavoitteena on syventää kurssien Elektroniikkasuunnittelun perusteet ja Elektroniikkasuunnittelu I antamia elektroniikkasuunnittelun tietoja käytännön harjoituksin. Kurssi on myös osa sähkötekniikan koulutusohjelman kandidaatintyötä v. 2010 tai aiemmin aloittaneille opiskelijoille.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa suunnitella elektronikan perusrakennelohkoja ja varmentaa niiden toiminnan CAD-simulointiympäristössä. Hän osaa toteuttaa ja testata itsenäisesti pienimuotoisen analogiatekniikalla toteutettavan suunnittelutehtävän.

Esitiedot: Kurssille osallistuminen edellyttää, että kurssit Elektroniikkasuunnittelun perusteet ja Elektroniikkasuunnittelu I on suoritettu hyväksytysti.

Toteutustavat: Kurssi koostuu kolmesta osasta sisältäen esitehtävät, kirjallisen tutkielman ja konstruktiivisen laboratoriotyön. Esitehtäviin kuuluu erillisiä mitoitus- ja simulointitehtäviä valituilta keskeisiltä analogiaelektronikan osa-alueilta. Kirjallisessa tutkielmassa opiskelija perehtyy syvällisemmin valvojan antamaan analogiaelektronikan piiriin kuuluvaan aiheeseen ja kirjoittaa siitä tutkielman. Laboratoriotyössä opiskelijat suunnittelevat itsenäisesti pienehkön elektronisen laitteen, varmentavat suunnittelun toimivuuden CAD-simuloinnin ja toteuttavat toimivan kytkennän.

Vastuhenkilö: Juha Kostamovaara

Opetuskieli: Suomi

521443S Elektroniikkasuunnittelu II

Electronics Design II

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-2.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijalle keskeiset tiedot integroitujen analogiapiirien suunnittelusta (mikroelektronikkasuunnittelusta). Tämän ohella kurssi käsittelee kohinaa ja kohinan mallitusta elektroniikan rakennelohkoissa sekä DA/AD-muuntimien rakenteita ominaisuuksineen.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää moderneissa IC-teknologioissa tarjolla olevien passiivi- ja aktiivikomponenttien (BJT, MOS) rakenteet ja toimintaperiaatteet. Hän osaa analysoida ja suunnitella näille komponenteille perustuvia elektroniikan integroituja rakennelohkoja kuten esim. operaatiovahvistimia, komparaattoreja ja näytteenottopiirejä ja osaa arvioida ja minimoida kohinan vaikutuksen niihin. Hän osaa selittää myös DA- ja AD-muunnokseen ja -muuntimiin liittyvän käsitteistön ja osaa analysoida ja luonnostella näiden keskeisimpiä rakenneperiaatteita sekä arvioida niiden ominaisuuksia.

Sisältö: IC-teknologioissa tarjolla olevat komponentit ominaisuuksineen, CMOS- ja BJT-rakennelohkot erityisesti IC-toteutuksina ts. aktiivikuormia ja aktiivibiasointeja käyttäen, kohina ja kohinan analyysi, operaatiovahvistimien rakennetopologiat kompensointiprosedureineen, komparaattori, näytteenottoon liittyvät piirirakenteet, DA/AD-muuntimiin liittyvä käsitteistö ja suorituskykyä kuvaavat parametrit, DA/AD-muuntimien arkkitehtuurit ja ominaisuudet. Kurssi korvaa aikaisemman kurssin Analogiapiirit II (521443S).

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 30h luentoja, 20h harjoituksia ja pienimuotoinen suunnitteluharjoitus.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Elektroniikkasuunnittelun perusteet, Elektroniikkasuunnittelu I.

Oppimateriaali: Luentomoniste, D. A. Johns & K. Martin: Analog Integrated Circuit Design, Wiley & Sons 1997, kappaleet 1, 3, 4, 5, 7, osin 8, 11, 12 ja 13 tai P.E. Allen & D.R. Holberg: CMOS Analog Circuit Design, Oxford University Press 2002, kappaleet 1,3,4,5, 6, 8 ja 10.

Suoritustapa: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla suunnitteluharjoituksella.

Vastuuhenkilö: Juha Kostamovaara

Opetuskieli: Suomi

521435S Elektroniikkasuunnittelu III

Electronics Design III

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 3-4.

Tavoite: Kurssi on jatkoa Elektroniikkasuunnittelu II –kurssille ja sen tavoitteena on laajentaa opiskelijoiden näkemystä CMOS-teknologiaympäristössä toteutettavien integroitujen elektroniikkapiirien ja -järjestelmien (lähinnä mixed mode) suunnittelusta painottaen high-

performance –rakennelohkoja sekä korkeamman tason systeemilohkojen (näytteenotto, suodatus, AD/DA-muunnos, vaihe/taajuustason signaalinkäsittely) toteutuksia. Pääpaino on analogia/digitaalinen – rajapinnassa sekä ylinäytteistykseen ja $\Delta\Sigma$ -muunnokseen perustuvassa signaalinkäsittelyssä. Kurssin sisällössä painotetaan ajankohtaisia aiheita. Tavoitteina on myös kehittää opiskelijoiden valmiuksia itseopiskeluun ja alan kehityksen itsenäiseen seuraamiseen.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kertoa differentiaalisen signaalinkäsittelyn eduista IC-piiritoteutuksissa sekä analysoida ja suunnitella differentiaalisia vahvistimia ja muita rakennelohkoja IC-ympäristössä toteutettaviksi. Hän osaa selittää, miten SC-tekniikka toimii ja osaa soveltaa sitä näytteenottoon ja suodatukseen. Hän osaa kertoa myös jatkuva-aikaisten suodattimien toteutusperiaatteista IC-teknologioissa. Opiskelija osaa selittää delta –sigma tekniikan periaatteet ja osaa soveltaa sitä integroitujen DA- ja AD-muuntimien toteuttamiseen. Hän osaa kertoa vaihelukon toiminta-, käyttö- ja rakenneperiaatteista. Opiskelija osaa selittää MOS-transistorin toiminnan heikon inversion alueella ja osaa kertoa miten ko. toiminta-alueita voidaan hyödyntää piirisuunnittelussa.

Sisältö: Edistyneitä operaatiovahvistintopologioita painottaen täysin differentiaalisia toteutuksia, bandgap- ja PTAT-biaspiirit ja referenssilähteet, moniasteisten vahvistimien suunnitteluproblematiikka (pääteasteet, LP/LV-toteutukset), näytteenotto ja sen virhelähteet, SC-tekniikka erityisesti suodattimissa, jatkuva-aikaisten IC-suodattimien toteutusperiaatteita, $\square\square\square$ -tekniikka yleisesti ja AD/DA-muuntimissa erityisesti, operaatiot taajuus/vaihetason signaaleilla, IC-layoutin suunnittelu. Kurssi korvaa aikaisemman kurssin Analogiapiirit III (521435S).

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 30h luentoja, 20h laskuharjoituksia sekä laajahko suunnitteluharjoitus (30h), jossa tutustutaan mm. IC-suunnittelun CAD-välineisiin sekä perehdytään IC-suunnittelutekniikkaan. Luennot ja laskuharjoitukset pidetään periodeilla 3 ja 4 ja suunnitteluharjoitus periodilla 5-6. Kurssiin voi sisältyä myös seminaarityyppistä opiskelua.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Elektroniikkasuunnittelu II, Suodattimet, lisäksi suositellaan Mikroelektronikan ja -mekaniikan perusteet.

Oppimateriaali: Luentomoniste, D. A. Johns & K. Martin: Analog Integrated Circuit Design, Wiley & Sons 1997, kappaleet 6, osin 8, 9, 10, 14, 15, 16 ja 2, myös P.E. Allen & D.R. Holberg: CMOS Analog Circuit Design, Oxford University Press 2002, kappaleet 2,7 ja 9 sekä soveltuvat osat muista kirjan kappaleista käyvät kurssikirjallisuudeksi.

Suoritustapa: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: Juha Kostamovaara

Opetuskieli: Suomi.

521332S Piirisuunnittelu tietokoneella

Computer Aided Circuit Design

Laajuus: 4op

Ajoitus: Periodit 4-6.

Tavoite: Kurssin jälkeen ymmärretään piirisuunnittelussa ja -simuloinnissa käytettävien ohjelmistojen toimintaperiaatteet ja rajoitukset.

Osaamistavoitteet:

Kurssin suoritettuaan opiskelija

- ymmärtää piirisimuloinnissa käytettävien algoritmien toiminnan ja rajoitukset

- osaa valita tarkoitukseen sopivan simulointimenetelmän
- osaa tunnistaa, ratkoa ja kiertää simuloinneissa ilmeneviä ongelmia
- osaa rakentaa simulointiin soveltuvat testipenkit ja valita sopivat herätteet

Sisältö: Piirisuunnitteluohjelmistojen yleinen rakenne. Piirisimulaattorien eri algoritmien toimintaperiaatteet ja rajoitukset. Komponenttien mallittaminen ja käyttäytymistason mallinnus. Esimerkkiohjelmistoina Cadence ja Aplac.

Toteutustavat: Luentoja 30h, sisältäen myös piirisuunnitteluohjelmien toimintaan ja käyttöön liittyviä demonstraatioita. n. 10h laajuinen harjoitustyö.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Piiriteoria I-II, Elektroniikkasuunnittelu I.

Oppimateriaali: Luentomoniste (n. 200 s.). Englanninkieliseksi materiaaliksi käy Kundert: Designers guide to Spice and Spectre, Kluwer Academics.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Opetuskieli: Suomi.

521410S Elektroniikkasuunnittelun jatkokurssi

Special Course in Electronic Design

Laajuus: Laajuus vaihtelee sisällöstä riippuen välillä 3-7 op

Ajoitus: Periodit 1-2.

Tavoite: Elektroniikkasuunnittelun ajankohtaisia ja tutkimuksellisia aiheita. Osaamistavoitteet vaihtelevat kurssin sisällön mukaan.

Sisältö: Kurssin sisältö ja laajuus vahvistetaan vuosittain kevätkauden aikana. Se voi olla esim. RFIC-suunnittelua, RF-tehovahvistimien suunnittelua ja linearisointia, tai A/D- ja D/A-muuntimien virheenkorjaustekniikoita. Paino on usein epälineaaristen ja/tai aikavarianttien piirien analysoinnissa ja linearisoinnissa.

Toteutustavat: Kurssin toteutustapa ja laajuus vaihtelee vuosittain. Kurssi voi sisältää laskuharjoituksia ja harjoitustyön.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Esitiedoiksi tarvitaan piiriteorian, elektroniikka- ja rf-suunnittelun kurseja.

Oppimateriaali: Kurssimateriaali vahvistetaan vuosittain.

Lisätiedot:

Opetuskieli: Suomi (Englanti jos kurssilla enemmän kuin 2 ulkomaalaista opiskelijaa).

521024A Ohjelmoitava elektroniikka

Programmable Electronics

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on syventää Digitaalitekniikka I -kurssin antamia digitaalitekniikan perustietoja. Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa analysoida yksinkertaisen digitaalisen laitteen toiminnan ja laatia laitteesta vaatimusmäärittelydokumentin eli tuotespesifikaation. Opiskelija osaa myös laatia yksinkertaisen digitaalisen järjestelmän suunnitteludokumentin ja sen perusteella kuvata digitaalisen järjestelmän käyttäytymisen VHDL-kielellä ja toteuttaa laitteen FPGA-piirillä.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa analysoida yksinkertaisen digitaalisen laitteen toiminnan ja laatia laitteesta vaatimusmäärittelydokumentin eli tuotespesifikaation. Opiskelija osaa myös laatia yksinkertaisen digitaalisen järjestelmän suunnitteludokumentin ja sen perusteella kuvata digitaalisen järjestelmän käyttäytymisen VHDL-kielillä ja toteuttaa laitteen FPGA-piirillä.

Sisältö: Kurssi jakautuu kolmeen osatyöhön. Ensimmäisessä työssä analysoidaan ja dokumentoidaan digitaalisen laitteen rakenne ja toiminta ns. käänteissuunnitteluperiaatetta (reverse-engineering) apuna käyttäen. Työn tuloksena on tuotespesifikaatio. Toisessa työssä suunnitellaan tuotespesifikaation toiminnan toteuttava rekisterisiirtotason (RT-taso, Register Transfer Level) logiikan kuvaus. Kolmannessa työssä logiikan toiminta kuvataan VHDL-kielillä ja toimivuus simuloidaan logiikkasimulaattorihjelmistolla ja testataan käytännössä ohjelmoitavalla logiikkapiirillä.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: **Esitiedot:** Kurssille osallistuminen edellyttää Digitaalitekniikka I ja Tietokonetekniikka kurssien sisältöjen hallintaa.

Opetuskieli: Suomi.

521412A Digitaalitekniikka I

Digital Techniques I

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Oppijakson suoritettuaan opiskelijan odotetaan ymmärtävän tavallisimpien digitaalisten laitteiden toimintaperiaatteen ja toteutustavat. Tämän vuoksi opiskelijan on ensin ymmärrettävä digitaalitekniikan kannalta olennaiset 2-lukujärjestelmän ja Boolean algebran ominaisuudet kytkentäalgebraksi sovitettuina. Tämän lisäksi hänen on ymmärrettävä piirrosmerkkistandardin (SFS4612 ja IEEE/ANSI Std.91-1991) määrittelemien loogisten elimien sekä tilakoneiden toiminnan ja rakenteen erilaiset kuvaustavat. Näillä edellytyksillä opiskelijan odotetaan hallitsevan myös tavallisista digitaalikomponenteista, erityisesti FPGA-piireistä, muodostuvien digitaalitekniisten laitteiden suunnitteluprosessin perusteet. Tavoitteena on antaa myös digitaalitekniiset perustiedot mikrokontrollereiden ja prosessorien kovonrakenteen ymmärtämiseen.

Osaamistavoitteet: Oppijakson jälkeen opiskelija osaa käyttää digitaalitekniikan kannalta olennaisia 2-lukujärjestelmän ja Boolean algebran ominaisuuksia kytkentäalgebraksi sovitettuina yksinkertaisten digitaalitekniisten kytkentöjen suunnittelussa ja toiminnan analysoinnissa. Tämän lisäksi hän osaa käyttää suunnittelussa piirrosmerkkistandardissa (SFS4612 ja IEEE/ANSI Std.91-1991) määritellyjä loogisia elimiä sekä tilakoneiden toiminnan ja rakenteen erilaisia kuvaustapoja. Näillä edellytyksillä opiskelija osaa toteuttaa ja analysoida tavallisia yksinkertaisista digitaalikomponenteista, erityisesti FPGA-piireistä, muodostuvia digitaalitekniisiä laitteita. Omaksuttuaan digitaalitekniiset perustiedot opiskelijalla on edellytykset ymmärtää myös mikrokontrollereiden ja prosessorien rakenne ja toiminta.

Sisältö: Boolean algebra, lukujen esitystavat, kombinaatiologiikan analyysi ja synteesi, kiikut, tilakoneiden toimintaperiaate, CPLD- ja FPGA-piirit, CMOS-logiikan fyysiset ominaisuudet.

Toteutustavat: Kurssissa tutustutaan luennoilla ja harjoituksissa konkreettisten esimerkkien kautta nykyaikaisten digitaalitekniisten laitteiden toimintaan ja rakenteeseen. Kurssi sisältää pakollisia FPGA-kortilla tehtäviä harjoitustehtäviä. Kurssiin sisältyy luennot (30 h) ja laskuharjoitukset (30 h). Ensisijainen suoritustapa on harjoitustehtävien aihepiiriin liittyvät välikokeet.

Oppimateriaali: Luentomoniste, kurssin Optima -ympäristön luentokalvo- ja harjoitusmateriaali.

521404A Digitaalitekniikka 2

Digital Techniques 2

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-2.

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelija digitaalisissa järjestelmissä käytettävien synkronisten logiikkapiirien suunnitteluun. Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee synkronisten logiikkapiirien perusarkkitehtuurit ja arkkitehtuuritason rakennelohkot, kombinaatio- ja sekvenssilogiikan suunnittelumenetelmät sekä logiikkapiirin ulkoisten liityntöjen toteutusperiaatteet.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa suunnitella ja toteuttaa tavallisimpien synkronisten logiikkapiirien perusarkkitehtuurit ja arkkitehtuuritason rakennelohkot. Opiskelija ymmärtää miten kombinaatio- ja sekvenssilogiikkapiirit toimivat ja miten niitä suunnitellaan.

Sisältö: 1. Digitaalilaitteiden luokittelu, 2. Digitaaliset perusoperaatiot ja niiden ominaisuudet, 3. Viive, latenssi, kellotaajuus, toimintanopeus, 4. CMOS-piirin tehonkulutus, 5. Toteutusformaattit: FPGA/CPLD, ASIC, MCU/MPU, 6. Digitaalisen tiedon varastointitekniikat, 7. Modulo-2 aritmetiikkaa ja sovelluksia, 8. Digitaaliaritmetiikkaa: ADD, SUB, MUL, MAC, DIV ..., 9. Funktiogeneraattorit ja digitaaliset modulointitekniikat, 10. Datapolku-tilakonearkkitehtuurin suunnittelu.

Toteutustavat: Kurssi koostuu luennoista, laskuharjoituksista ja laajasta suunnitteluharjoitustyöstä.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Digitaalitekniikka I, Tietokonetekniikka, Signaalit ja järjestelmät.

Oppimateriaali: Luentomoniste.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä. Loppuarvosana määräytyy tenttiarvosanan ja harjoitustyöarvosanan painotetun keskiarvon perusteella.

Opetuskieli: Suomi.

521445S Digitaalitekniikka 3

Digital Techniques 3

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 5-6.

Toteutus: Luennot 20, harjoitukset 20.

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelija digitaalisten piirien ja järjestelmien suunnittelumenetelmiin ja toteutustapoihin. Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee digitaalisten järjestelmien korkean tason arkkitehtuurin suunnittelun yleiset periaatteet sekä hallitsee erikoiskovolla (ASIC- ja FPGA-piirit) toteutettavien järjestelmien osien suunnittelumenetelmät ja välineet pääpainon ollessa suunnittelun varmennuksessa (VHDL-kielinen mallinnus ja VHDL-simulointi) ja toteutettavuusanalyysissä (logiikkasynteesi).

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa suunnittelun yleisiä periaatteita noudattaen suunnitella digitaalisten järjestelmien korkean tason arkkitehtuureja sekä erikoiskovolla (ASIC- ja FPGA-piirit) toteutettavien järjestelmien osia. Osaa soveltaa suunnittelumenetelmiä ja välineitä pääpainon ollessa suunnittelun varmennuksessa ja toteutettavuusanalyysissä (logiikkasynteesi). Osaa simuloida ja mallintaa (VHDL-kielinen mallinnus ja VHDL-simulointi) ja arvioida suunnitelmaa kriittisesti myös toteutettavuuden kannalta.

Sisältö: 1. Digitaalisten järjestelmien toteutusteknologiat, 2. Digitaalisten järjestelmien kuvaustaso, 3. Digitaalisten piirien ja järjestelmien kuvaaminen VHDL-kielellä, 4. Järjestelmätason spesifointi ja suunnittelu, 5. ASIC- ja FPGA-suunnittelu, 6. Korkean tason VHDL-synteesi, 7. Rekisterisiirtotason VHDL-synteesi, 8. Digitaalisten piirien ja järjestelmien tuotantotestauksen suunnittelu.

Toteutustavat: Opintojakso koostuu luennoista, harjoituksista ja suunnitteluharjoitustyöstä. Luennot 20 h, harjoitukset 20 h, harjoitustyö 60 h.

Yhteydet muihin opintoihin: Esitiedot: Digitaalitekniikka II, Tietokonetekniikka ja Sulautetut järjestelmät.

Oppimateriaali: Luentomoniste.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella tai välikokeilla ja hyväksytysti suoritettuna harjoitustyöllä. Loppuarvosana määräytyy tenttiarvosanan ja harjoitustyöarvosanan painotetun keskiarvon perusteella.

Opetuskieli: Suomi.

521441S Elektronikan työ

Electronics Design and Construction Exercise

Laajuus: 6,5

Ajoitus: Periodit 1-6.

Tavoite: Tavoitteena on perehdyttää opiskelija itsenäiseen piiri- ja laitesuunnitteluun, suunnittelussa, toteutuksessa ja testauksessa käytettäviin menetelmiin, ohjelmistoihin ja laitteisiin. Työ valmistaa samalla opiskelijaa elektronikan piiri- ja laitesuunnittelun alueeseen sijoittuvan diplomityön tekoon.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa suorittaa elektronikan piiri- ja laitesuunnittelun kaikki työvaiheet alkaen itsenäisestä ideoinnista ja suunnittelusta päätyen itsenäiseen toteutukseen, testaukseen ja tekniseen dokumentointiin. Hän osaa käyttää itsenäisesti eri kehitysvaiheiden aikana ammattikäyttöön tarkoitettuja menetelmiä, ohjelmistoja, mittalaitteita ja työkaluja.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu suunnittelutehtävä, jossa suunnitellaan ja toteutetaan annetun spesifikaation täyttävä elektroninen laite tai rajattu osa isommasta laitekokonaisuudesta. Suunnittelutehtävä voi liittyä elektronikan laboratorioon, muiden laboratorioiden tai teollisuuden tutkimus- ja tuotekehityshankkeisiin. Myös opiskelijan itsensä spesifioimia laitekonstruktioita on mahdollista hyväksyttävä työn aiheiksi. Työ tehdään kahden hengen ryhmissä. Työ arvosteluun vaikuttaa sen vaikeusaste, suunnittelutehtävän käytännön toteutus, ulkoasu ja työn dokumentointi. Kurssin aikana pidetään tarvittaessa kaikille kurssin valinneille yhteisiä katselmointipalavereita.

Yhteydet muihin opintoihin: Esitiedot: Elektroniikkasuunnittelu I ja II, Digitaalitekniikka I ja II, Ohjelmoitava elektronikka, Laitesuunnittelu, Suodattimet, Digitaaliset suodattimet ja Tietokonetekniikka.

Vastuhenkilö: Kari Määttä

Opetuskieli: Suomi.

521436S Elektroniikan tutkimustyö

Electronic research exercise

Laajuus: 3,5

Ajoitus: Periodit 1-6.

Tavoite: Tavoitteena on perehdyttää opiskelija itsenäiseen elektroniikan piiri- ja laite/järjestelmäsuunnittelun alueella tapahtuvaan tutkimustyöhön sekä syventää hänen tietämystään jostakin elektroniikan osa-alueesta.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tehdä pienimuotoisen tutkimuksen elektroniikan piiri/laite-suunnittelun alueelta käyttäen alan tutkimusmenetelmiä. Hän osaa myös raportoida tuloksistaan suullisesti ja kirjallisesti.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu harjoitustyö, jossa opiskelija elektroniikan laboratorion tutkijoiden ohjauksessa perehtyy valittuun elektroniikan osa-alueeseen ja tekee aiheesta pienimuotoisen tutkielman. Perehtyminen tarkoittaa käytännössä asiaan liittyvän tiedon hankkimista mm. julkaisujen kautta. Työhön voi kuulua myös käytännön piirisuunnittelua, simulointeja ja testauksia. Varsinaista Elektroniikan työn tyyppistä laitekehitystä tähän työhön ei kuulu. Aiheet liittyvät elektroniikan laboratorion tutkimushankkeisiin. Työ valmistaa opiskelijaa diplomityön tekoon. Tutkimustyö voidaan tehdä aikaisintaan 4. vuosi-kurssilla, ja se sopii erityisesti tutkimuksesta kiinnostuneelle opiskelijalle. Työ arvostellaan työn valvojan antaman lausunnon ja työn dokumentoinnin mukaan.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Tarvittavat esitiedot riippuvat tutkimustyön aiheesta. Vähimmäisvaatimuksena on Suodattimet, Digitaaliset suodattimet, Elektroniikkasuunnittelu II ja Digitaalitekniikka II. IC-suunnitteluun liittyvissä töissä esitietoina voidaan tarvita mm. Elektroniikkasuunnittelu III, Digitaalitekniikka III ja Piirisuunnittelu tietokoneella -kursseja.

Vastuhenkilö: Juha Kostamovaara

Opetuskieli: Suomi ja englanti

521405A Laitesuunnittelu

Electronic System Design

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-2.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on laajentaa elektroniikkasuunnittelun osaamista yksittäisten lohkojen suunnittelusta kokonaisten laitteiden ja järjestelmien suunnitteluun.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää elektroniikkalaitteen tuotekehitysprosessin eri vaiheet ja pääpiirteittäin kunkin vaiheen toimenpiteet ja tapahtumat. Hän osaa selittää miten tuotekehitysprosessin aikana kertyneet tulokset suojataan ja toisaalta osaa selittää mitä rajoituksia standardit ja muiden yritysten patentit asettavat kehitettävälle tuotteelle. Hän osaa valita elektronisen laitteen ja laitteiston tehonsyötön, termisen suunnittelun, maadoituksen ja nopeiden signaalien siirron kannalta sopivamman kurssilla esitetyistä keskeisistä vaihtoehdoista. Opiskelija osaa arvioida ongelmia, joita aiheuttavat sähköiset häiriöt, ylikuulumiset ja komponenttien epäideaalisuudet. Kurssin suoritettuaan hän osaa laskea elektroniikkalaitteen tai laitteiston toiminnan luotettavuutta.

Sisältö: Kurssin tavoitteena on laajentaa elektroniikkasuunnittelun osaamista yksittäisten lohkojen suunnittelusta kokonaisten laitteiden ja järjestelmien suunnitteluun.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu luentoja 30 h ja laskuharjoituksia 20 h. Se suoritetaan loppukokeella. Harjoitustehtävistä saatavat pisteet vaikuttavat loppuarvosanaan.

Oppimateriaali: Luentomoniste. Oheislukemiseksi soveltuvat mm. Ward & Angus: Electronic Product Design, Hall&Hall&McCall: High-Speed digital design, Montrose: EMC and the printed circuit board, Ott: Noise reduction techniques, Eric Bogatin: Signal and Power Integrity – Simplified, 2. painos.

Vastuuhenkilö: Kari Määttä

Opetuskieli: Suomi.

521450S Optoelektronikka

Optoelectronics

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodit 5-6

Tavoite: Kurssissa annetaan perustiedot optoelektronikan komponenteista toiminta- ja käyttöperiaatteineen.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää optoelektronikan mittauksissa ja optisessa tietoliikenteessä käytettävien valokanavien ja valojohteiden (optiset kuidut), puolijohdevalolähteiden ja valoilmaisimien toimintaperiaatteet ja niiden suorituskykyyn vaikuttavat tekijät. Hän osaa myös luonnostella valolähteiden ohjauspiirien ja valoilmaisimien esivahvistimien piiritason rakenteita ja kykenee vertailemaan niiden suorituskykyeroja keskeisten parametrien suhteen. Opiskelija kykenee myös auttavasti käyttämään sovellussuunnittelussa optoelektronikan mittauksissa käytettäviä keskeisiä signaalinkäsittelyperiaatteita.

Sisältö: Optisen säteilyn aalto/hiukkasluonne niihin liittyvine ilmiöineen, optiset aaltojohteet ja niiden ominaisuudet, valolähteet (mustan kappaleen säteily, LED- ja laserdiodirakenteet), valoilmaisimet (valojohtava ilmaisin, valomonistin, PIN- ja AP-diodit, erikoisilmaisimet), valolähteiden ohjaus, esivahvistinrakenteet ja niiden kaista/stabiilisuus/kohina-analyysi, optoelektronikan sovelluksiin liittyviä signaalinkäsittelymenetelmiä: synkroninen/vaiheherkkä ilmaisu, boxcar-integrointi.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu luentoja 30h ja harjoituksia 20h. Kurssi voi sisältää myös seminaarin.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Puolijohdekomponenttien perusteet.

Oppimateriaali: Luentomoniste, S. Kasap: Optoelectronics and Photonics, Principles and Practises, Prentice Hall 2001. J. Wilson, J. Hawkes, "Optoelectronics, an introduction", Prentice Hall, 3ed, ISBN 0-13-103961-X.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Vastuuhenkilö: Juha Kostamovaara

Opetuskieli: Suomi.

521025S Tehoelektroniikka

Power Electronics

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 4-5.

Tavoite: Opintojaksossa annetaan hakkuriteholähdetekniikan perustiedot, jonka jälkeen opiskelija tunnistaa teholähteiden perustopologiat ja pystyy analysoimaan niiden jatkuvan tilan toiminnan sekä määrittämään eri komponenttien virta- ja jänniterasitukset.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa keskustella muiden kanssa hakkuriteholähdetekniikasta käyttäen alan perusterminologiaa. Hän osaa analysoida eri hakkurilähdetopologioiden toiminnan jatkuvassa ja epäjatkuvassa toimintamoodissa kytkennän toimiessa stabiilissa tilassa. Opiskelija osaa suunnitella eri hakkuriteholähteitä dc-dc -sovellutuksiin ja ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa eri häviömekanismit ja laskea niiden aiheuttama hyötysuhteen pienenemisen. Hän osaa auttavasti esittää eri pulssinleveysmodulaation perustuvien yksivaiheisten ac-dc -tasasuuntaajien rakenteita ja kertoa niiden toimintaperiaatteista.

Sisältö: Johdanto hakkuriteholähdetekniikkaan. Jatkuvan ja epäjatkuvan toimintatilan analyysi tasapainotilanteessa. Häviömekanismit, hyötysuhde ja jatkuvan toimintatilan mallintaminen. Eri hakkuriteholähdetopologiat. Harmoniset säröt, tehokerroinkorjaus ja tasasuuntaus. Johdanto pulssinleveysmodulaatioon perustuvien tasasuuntaajien perusteisiin.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu luentoja 30 h ja laskuharjoituksia 20 h. Se suoritetaan loppukokeella. Harjoitustehtävistä saatavat pisteet vaikuttavat loppuarvosanaan.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Piiriteoria I ja II, Elektroniikkasuunnittelu I ja II.

Oppimateriaali: Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic: Fundamentals of Power Electronics 2. painos, Kluwer Academic Publishers, 2004. Luvut 1 - 3, 5, 6, 13 ja pääosin luvut 16 -18.

Vastuuhenkilö: Kari Määttä

Opetuskieli: Suomi.

Optoelektroniikan ja mittaustekniikan laboratorio

521170A Sähkömittaustekniikan perusteet

Electrical Measurement Principles

Opettaja: J. Saarela

Laajuus: 4,5

Ajoitus: Periodit 1-3.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tehdä perusmittaukset yleismittareilla, ja oskilloskoopeilla. Hän osaa käyttää signaali- ja funktiogeneraattoreita. Lisäksi hän osaa arvioida mittausten arvoja ja tehdä virhearvion.

Sisältö: Sähkösuureiden peruskäsitteet, mittayksiköt ja mittanormaalit, virheanalyysi, tavallisimmat analogiset ja digitaaliset mittausten menetelmät ja -laitteet sekä sähköturvallisuus.

Toteutustavat: Luennot ja laboratoriotyöt. Luentoja 18 h ja laboratoriotöitä 16 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Kurssi korvaa kurssin 521109A Sähkömittaustekniikan perusteet (5op).

Oppimateriaali: O. Aumala: Mittaustekniikan perusteet, Otatiето 1999, kurssimateriaali Optimasta.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä.

Opetuskieli: Kurssi luennoidaan suomeksi. Laboratoriotöitä ohjaava assistentti voi olla suomen- tai englanninkielinen.

521171A Elektroninen mittaustekniikka

Electronic Measurement Techniques

Opettaja: J. Saarela

Laajuus: 6,5

Ajoitus: Kurssi järjestetään ensimmäisen kerran syksyllä 2012 jolloin periodit 1-3. Sen jälkeen kurssi järjestetään periodeilla 4-6 eli toinen kurssi on keväällä 2014.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija muistaa tekniikan kandilta vaadittavalla laajuudella elektronisen mittaustekniikan käsitteistön kuten mittajärjestelmän rakenteen, anturiperiaatteita ja väyläratkaisuja. Opiskelija osaa suunnitella ja toteuttaa vaativia mittauksia oskilloskoopilla ja perusmittauksia spektrianalyysaattorilla ja valomittareilla. Hän osaa mitata tavallisimmat kohinan ja häiriöiden alkulähteet ja osaa nimetä niiden torjuntakeinot. Hän osaa nimetä sähkösuureiden standardien realisointitavat.

Sisältö: Kalibrointi, mittausvahvistimet, spektrianalyysi, kohina ja häiriöt, maadoitus, CMR ja mittaustulosten käsittely.

Toteutustavat: Luentoja 22 h, laskuharjoituksia 14 h ja laboratoriotöitä 24 h.

Yhteydet muihin opintoihin: Kurssi korvaa kurssin 521430A Elektroninen mittaustekniikka (6op). Esitiedot: Sähkömittaustekniikan perusteet, Elektroniikkasuunnittelu I, Digitaalitekniikka I.

Oppimateriaali: Ilmoitetaan luennolla, kurssimateriaali Optimasta.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä.

Opetuskieli: Kurssin luennot ja laskuharjoitukset ovat suomeksi. Laboratoriotöitä ohjaava assistentti voi olla suomen- tai englanninkielinen.

521171A Elektroninen mittaustekniikka

Electronic Measurement Techniques

Opettaja: J. Saarela

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 1-3. Kurssi järjestetään viimeisen kerran syksyllä 2011.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija muistaa tekniikan kandilta vaadittavalla laajuudella elektronisen mittaustekniikan käsitteistön kuten mittajärjestelmän rakenteen, anturiperiaatteita ja väyläratkaisuja. Opiskelija osaa suunnitella ja toteuttaa vaativia mittauksia oskilloskoopilla ja perusmittauksia spektrianalyysaattorilla ja valomittareilla. Hän osaa mitata tavallisimmat kohinan ja häiriöiden alkulähteet ja osaa nimetä niiden torjuntakeinot. Hän osaa nimetä sähkösuureiden standardien realisointitavat.

Sisältö: Kalibrointi, mittausvahvistimet, spektrianalyysi, kohina ja häiriöt, maadoitus, CMR ja mittaustulosten käsittely.

Toteutustavat: Luentoja 22 h, laskuharjoituksia 14 h ja laboratoriotöitä 24 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Kurssi korvaa kurssin 521430A Elektroninen mittaustekniikka (6op). Esitiedot: Sähkötuntiteknikan perusteet, Elektroniikkasuunnittelu I, Digitaalitekniikka I.

Oppimateriaali: Ilmoitetaan luennolla, kurssimateriaali Optimasta.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä.

Opetuskieli: Kurssin luennot ja laskuharjoitukset ovat suomeksi. Laboratoriotöitä ohjaava assistentti voi olla suomen- tai englanninkielinen.

521107S Lääketieteellinen instrumentointi

Biomedical instrumentation

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 4-5.

Tavoite: Kurssissa pyritään antamaan kokonaiskuva nykyaikaisista sairaalateknisistä laitteista ja niille asetettavista erityisvaatimuksista. Etusijalla pidetään laitteiden toiminnallista selostusta. Tavoitteena on antaa kurssiin osallistujille sellainen tietomäärä, että he pystyisivät opiskelemaan sairaalainsinööriin tehtäviin.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää yleisimpien fysiologisten tutkimuslaitteiden toimintaperiaatteet, toteutustavat sekä niiden sovelluskohteet. Hän osaa kertoa instrumentteihin liittyvät sähköturvallisuusnäkökohdat ja osaa esitellä sähkövirran fysiologiset vaikutukset ihmiseen. Lisäksi opiskelija osaa selittää lääketieteellisen instrumentin suunnitteluprosessin ja siihen vaikuttavat vaatimukset. Opiskelija tunnistaa tyypilliset mittaussuureet ja mittausalueet sekä kykenee suunnittelemaan ja mitoittamaan biosignaalin vahvistimen.

Sisältö: Diagnostiikkalaitteet (yleistä teoriaa lääketieteessä käytettävistä mittalaitteista, mitattavat suureet, mittausanturit, vahvistimet ja rekisteröintilaitteet). Biosähköisten potentiaalien mittauksiin perustuvat tutkimusmenetelmät (EKG, EEG, EMG, EOG, ERG), verenpaineen ja virtauksen mittausta, hengitystoiminnan tutkiminen, kliinisen laboratorion mittaukset, johdanto lääketieteellisiin kuvausmenetelmiin ja -laitteisiin, kuulumittaukset, sydäntahdistimet ja defibrillaattorit, fysikaaliset hoitolaitteet, teho-osasto- ja leikkaussalilaitteet sekä sähköturvallisuus.

Toteutustavat: Luennot 40 h ja harjoitukset 14 h.

Oppimateriaali: R. S. Khandpur: Biomedical Instrumentation, Technology and Applications, McGraw-Hill, 2005

Oheislukemisto: J. G. Webster: Medical Instrumentation, Application and Design, 4th edition, John Wiley & Sons, 2010.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Opetuskieli: Suomi

521167S Elektroniikan testaustekniikka

Testing Techniques of Electronics

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodi 3.

Tavoite: Kurssissa perehdytään elektroniikkateollisuuden tuotekehityksen ja tuotannon testausmenetelmiin ja -laitteisiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää kuinka testaaminen vaikuttaa elektroniikkatuotteen laatuun ja luotettavuuteen. Lisäksi opiskelija osaa arvioida, kuinka valitut testausmenetelmät ja niillä saadut mittaustulokset mahdollistavat valmistusprosessin hallinnan. Opiskelija osaa analysoida erilaisia testausstrategioita, sekä osaa soveltaa testattavuussuunnittelua elektronisen tuotteen testattavuuden parantamiseksi. Lisäksi opiskelija osaa soveltaa erilaisia tuotantotestauksen menetelmiä, kuten automaattisia testauslaitteita, boundary-scan –tekniikoita ja sulautettua itestetusta.

Sisältö: Laatu ja luotettavuus, valmistusprosessin hallinta testaustulosten avulla, automaattiset testauslaitteet, testausstrategiat, testattavuuden suunnittelu, boundary-scan, built-in self-test (BIST).

Toteutustavat: Luentoja 20h ja laboratoriotöitä 15h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Elektroninen mittaustekniikka.

Oppimateriaali: Luentokalvot. Kirjallisuutta: T. L. Landers, W. D. Brown, E. W. Fant, E. M. Malstrom, N. M. Schmitt: Electronics Manufacturing Processes. B. Davis: The Economics of Automatic Testing. M. L. Bushnell, V. D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits. M. Burns, G. W. Roberts: An Introduction to Mixed-Signal IC Test and Measurement.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä.

Lisätiedot:

Opetuskieli: Suomi. Englanti jos kurssilla enemmän kuin 2 ulkomaalaista opiskelijaa.

521238S Optoelektroniset mittaukset

Optoelectronic Measurements

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodi 6.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija optiikkaa soveltaviin teollisuusmittauksiin sekä näissä käytettäviin mittausperiaatteisiin, antureihin ja laiteratkaisuihin.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää teollisessa tuotannossa käytettävien tavallisimpien optisten mittausten menetelmien toimintaperiaatteet, nimetä mittausten suorituskykyyn vaikuttavat tekijät, suunnitella ja mitoittaa eräitä sensoriratkaisuja sekä esittää arvioita menetelmien soveltuvuudesta erilaisiin mittaustehtäviin. Lisäksi opiskelija osaa itsenäisesti hakea tietoa ja selvittää eri optisten mittausten menetelmien toimintaperiaatteita sekä tiivistää keräämänsä tiedon suullisen esitelmän tai kirjallisen raportin muotoon.

Sisältö: Optisten mittausten perusteet. Pintojen tarkastus, etäisyys- ja profiilimittaus. Ainetta rikkomattomat testausmenetelmät. Optiset mittaukset prosessin ohjauksessa. Materiaalianalyysi optisin menetelmin. Uusia optisia mittausten menetelmiä.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 25 h luentoja, 10 h laskuharjoituksia ja seminaariesitelmä.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Aaltoliike ja optiikka.

Oppimateriaali: Luentomoniste. Paolo G. Cielo: Optical Techniques for Industrial Inspection, Academic Press, 1988.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Vastuhenkilö: professori Anssi Mäkyinen

Opetuskieli: Suomi.

521090S Teknillinen optiikka

Technical Optics

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa optiikan suunnittelussa tarvittavat perustiedot optiikan ilmiöistä, komponenteista ja instrumenteista.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää tärkeimmät geometrisen ja fysikaalisen optiikan perusilmiöt ja yksinkertaisten optisten komponenttien ja instrumenttien toimintaperiaatteet sekä nimetä näiden suorituskykyyn vaikuttavat tekijät. Hän osaa esittää optisen systeemin pääpistetasoisena kuvauksena, osaa laskea tärkeimpien paraksiaalisten säteiden reitit optisen systeemin läpi, osaa selittää laserkeilan ominaisuudet sekä arvioida optisen systeemin radiometriset ominaisuudet ja piirtokykyyn. Lisäksi hän osaa nimetä ja tunnistaa optisen systeemin eri kuvausvirheet, selittää miten kuvausvirheet vaikuttavat optiikan piirtokykyyn ja miten piirtokykyä voidaan kuvata ja mitata. Opiskelija osaa tunnistaa ja selittää kuvantavan, ei-kuvantavan ja laseroptiikan eron sekä arvioida mistä em. näkökulmasta annettua suunnittelutehtävää tulee lähestyä. Hän osaa suunnitella ja optimoida yksinkertaisia kuvantavia ja ei-kuvantavia, sekä laserkeilan muokkaukseen soveltuvia, optisia systeemejä käyttäen optiikan suunnittelun ohjelmistotyökaluja.

Sisältö: Geometrisen ja fysikaalisen optiikan perusteet. Tavallisimmat optiikan komponentit ja optiset instrumentit. Optiikan suunnittelun työkalut.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 30 h luentoja ja 10 h laskuharjoituksia sekä suunnittelutyökalujen käyttöön perehdyttävä harjoitustyö 20 h.

Yhteydet muihin opintoihin: Esitiedot: Aaltoliike ja optiikka.

Oppimateriaali: Luentomoniste. Donald C. O'Shea: Elements of Modern Optical Design. John Wiley & Sons, 1985; Frank L. Pedrotti, Leno M. Pedrotti, Leno S. Pedrotti: Introduction to Optics. 3rd ed., Pearson Education, 2007; Hecht: Optics. 4th ed. Addison-Wesley, 2002; Julio Chaves: Introduction to Nonimaging Optics. CRC Press, 2008.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuhenkilö: professori Anssi Mäkyinen

Opetuskieli: Suomi.

521174S Mittaus- ja testausjärjestelmät

Measuring and Testing Systems

Lähtötaasovaatimus:

Laajuus 4

Ajoitus: Periodi 4.

Tavoite: Kurssin suoritettuaan opiskelija on perehtynyt mittaukseen ja testaukseen tarkoitettujen järjestelmien fyysisiin rakenteisiin, ohjelmistoihin, datan tallennukseen ja siirron erityisnäkökohtiin sekä tulosten verifiointiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa kertoa mittausjärjestelmien ja testausjärjestelmien toimintaperiaatteet, ja osaa vertailla mittausjärjestelmien erilaisten tiedonsiirtomenetelmien ominaisuuksia ja suorituskykyä. Opiskelijalla on kyky suunnitella mittausjärjestelmää ohjaava ja syntyvän mittaustiedon tallentava sovellus. Lisäksi opiskelija kykenee pääpiirteissään toteuttamaan monisensorijärjestelmiä ja tietoverkkoja soveltavia laajoja

mittausjärjestelmiä, sekä kykenee antamaan esimerkkejä käytännön mittausjärjestelmistä teollisuudessa ja lääketieteessä.

Sisältö: Mittaus- ja testausjärjestelmien perusteet, tiedonsiirto mittausjärjestelmissä, mittausjärjestelmien ohjelmistot ja datan tallennus, monisensorijärjestelmän suunnittelun erityispiirteet, käytännön mittausjärjestelmät teollisuudessa ja lääketieteessä, tietoverkkoja soveltavat laajat mittausjärjestelmät, testausjärjestelmäsovellukset.

Toteutustavat: Luentoja 20h ja laboratoriotöitä 15h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Elektroninen mittaustekniikka.

Oppimateriaali: Luentokalvot. Artikkeleita. Lab-VIEW-materiaalia maahantuojalta.

Opetuskieli: Suomi. Englanti jos kurssilla enemmän kuin kaksi ulkomaalaista opiskelijaa.

521114S Langattomat mittaukset

Wiress Measurements

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodi 4

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa perusymmärrys menetelmistä, standardeista ja komponenteista, joita tarvitaan teollisuuden, liikenteen, ympäristön ja terveydenhuollon langattomissa mittauksissa.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa soveltaa langattomia teknologioita teollisuuden, liikenteen, ympäristön ja terveydenhuollon mittauksiin. Hän osaa perustellusti kertoa langattomuudesta johtuvat edut ja haasteet mittaussovelluksissa ja osaa soveltaa tärkeimpiä standardeja suunnittelussaan. Lisäksi hänellä on suunnittelussaan käytettävissä edustava valikoima langattomien mittausten teollisia ja tieteellisiä sovelluksia, joiden perusteella hän voi kehittää omia ratkaisujaan.

Sisältö: Langattomien mittausteknologioiden perusteet ja standardit, langattomat anturit ja anturiverkot, teollisuuden langattomat mittaus- ja testaussovellukset, liikenteen langattomat mittaussovellukset, ympäristön langattomat mittaukset, terveydenhuollon langaton monitorointi.

Toteutustavat: 25 h luentoja ja seminaareja. Kurssi toteutetaan periodin 4 aikana tiiviillä luentojaksolla ja jakson lopussa järjestettävillä ajankohtaisseminaareilla. Opiskelijat laativat esitelmänsä itse valitsemastaan tai opettajan ehdottamasta aiheesta ja pitävät 15-20 minuutin esitelmät toisille opiskelijoille.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot : Mittaustekniikan perusteet ja elektroninen mittaustekniikka tai vastaavat perustiedot.

Oppimateriaali: Kurssin opettajan kokoama luentomoniste ja opiskelijoiden ajankohtaisseminaareita varten laatimat raportit lähdemateriaaleineen.

Suoritustavat: Kurssi suoritetaan kirjallisella tentillä (painoarvo 70%) ja seminaariesitelmällä (painoarvo 30%).

Opetuskieli: Suomi (Englanti, jos vähintään 3 ulkomaalaista opiskelijaa mukana).

521172S EMC-suunnittelu ja testaus

EMC Design

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodi 6.

Tavoite: EMC-direktiiveissä on määrätty rajat elektroniikkalaitteiden häiriösaiteilylle ja häiriösiedolle. Tämä vaikuttaa oleellisesti sekä laitteen sähköiseen että mekaaniseen suunnitteluun. Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on käsitys laitteelle asetetuista EMC-vaatimuksista sekä niiden toteuttamistavoista elektroniikkasuunnittelussa ja EMC-testaamisesta.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa nimetä yleisimmät EMC-standardit ja osaa soveltaa EMC-testuksen laitteita ja menetelmiä. Opiskelija osaa myös selittää häiriöiden kytkeytymismekanismit ja soveltaa EMC:n kannalta hyviä piirisuunnittelun, maadoituksen, kaapeloinnin, suodatuksen ja suojauksen periaatteita, ja menetelmiä analogia- ja digitaalipiirien suunnittelussa.

Sisältö: EMC-direktiiveissä on määrätty rajat elektroniikkalaitteiden häiriösaiteilylle ja häiriösiedolle. Tämä vaikuttaa oleellisesti sekä laitteen sähköiseen että mekaaniseen suunnitteluun. Kurssin suoritettuaan opiskelijalla on käsitys laitteelle asetetuista EMC-vaatimuksista sekä niiden toteuttamistavoista elektroniikkasuunnittelussa ja EMC-testaamisesta.

Toteutustavat: Luentoja 24h, laskuharjoituksia ja laboratoriotöitä 24h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Elektroniikkasuunnittelu I, Digitaalitekniikka I, Elektroninen mittaustekniikka, Mittaus- ja testausjärjestelmät, RF-komponentit ja –mittaukset.

Oppimateriaali: Tim Williams: EMC for Product Designers, 4th edition, Oxford: Newnes, 2007. Luentokalvot.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä.

Lisätiedot:

Opetuskieli: Suomi. Englanti jos kurssilla enemmän kuin 2 ulkomaalaista opiskelijaa.

521173S Sekasignaalilaitteiden testaus

Mixed-signal Testing

Lähtötasovaatimus:

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodi 5.

Tavoite: Kurssin tarkoitus on perehdyttää opiskelijat syvällisemmin analogia- ja digitaalitekniikkaa sisältävien laitteiden elinkaarenaikaiseen testaukseen.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa soveltaa tuotantotestausmenetelmiä tuotteen elinkaaritestauksen ja uudelleenkäytettävyyden näkökulmasta. Opiskelija osaa vertailla analogia-, digitaal- ja RF-testausmenetelmiä, jotka on toteutettu joko sulautettuina testirakenteina tai ulkoisella automaattisella testauslaitteella. Lisäksi opiskelija osaa soveltaa DSP-pohjaista testausta ja etätestausta, sekä vertailla erilaisia testiliityntöjä ja testausväyliä.

Sisältö: Testattavuuden suunnittelu, DC- ja parametrimittaukset, dynaamiset testit, testerien rakenne, testisignaalien generointi ja mittaus, sekasignaalien testiväylät, muunnintestit, data-analyysi, diagnostiikka, DSP-pohjaiset testit, sulautettu testaus.

Toteutustavat: Luentoja 24h ja laskuharjoituksia 20h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Elektroniikkasuunnittelu I, Elektroniikan testaustekniikka.

Oppimateriaali: M. Burns, G. W. Roberts: An Introduction to Mixed-Signal IC Test and Measurement. Luentokalvot.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Opetuskieli: Suomi. Englanti jos kurssilla enemmän kuin 2 ulkomaalaista opiskelijaa.

Mikroelektroniikan ja materiaalfysiikan laboratoriot

521104P Materiaalfysiikan perusteet

Introduction to Material Physics

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-2, muuttuu lukuvuonna 2012/13 periodeille 1-3.

Tavoite: Opiskelijalle annetaan perusteet elektroniikan komponenteissa esiintyvien elektroni- ja atomi-ilmiöiden fysikaalisen luonteen ymmärtämiseen. Ilmiöiden tarkastelussa korostetaan yhteyksiä kiinteiden aineiden fysiikan yleisiin periaatteisiin. Aiheet on valittu opinto-ohjelman myöhempään sisältöön liittyviksi.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija pystyy kuvaamaan kiinteässä aineessa esiintyvät yksinkertaisimmat kiderakenteet. Hän osaa selittää kuinka käänteishila muodostetaan ja kuinka aaltoliike voidaan kuvata käänteishilassa. Lisäksi opiskelija kykenee selittämään statistisen mekaniikan perusteet ja soveltamaan niitä mm. kiteessä esiintyvien värähtely- ja elektronitilojen käsittelyyn. Opiskelija osaa selittää kuinka eristeaineissa tapahtuu sähköinen polarisaatio, miten se riippuu taajuudesta ja mitä häviömekanismeja näihin liittyy. Hän pystyy kuvaamaan pääpiirteittäin metallien vapaaelektronimallin sekä kiteisen aineen energiakaistarakenteen muodostumisen ja näiden merkityksen tarkasteltaessa materiaalien sähköisiä ominaisuuksia. Opiskelija osaa selittää puolijohteisiin liittyvät perusilmiöt ja laskea puolijohdeiden varauksenkuljettajakonsentraatioita.

Sisältö: Aineen kiderakenne, sidosvoimat ja kidevirheet. Käänteishila ja kiteessä esiintyvät aallot. Statistinen mekaniikka ja kiteen lämpövärtelyt. Eristeet. Metallien vapaaelektronimalli. Elektronitilojen energiakaistarakenne. Puolijohdeiden perusilmiöt.

Toteutustavat: Luentoja 30 h ja laskuharjoituksia 30 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: edeltävät fysiikan ja matematiikan kurssit. Opiskelijalta edellytetään kurssin 766326A Atomifysiikka samanaikaista seuraamista tai aiempaa suoritusta (ei koske lukuvuotta 2011/12).

Oppimateriaali: Luentomoniste. Vaihtoehtoinen englanninkielinen kurssimateriaali teoksista (osia): H.M. Rosenberg: The Solid State, Clarendon Press, Oxford, 1988 ja B. Streetman, Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, New Jersey, 1995.

Suoritustavat: Ilmoitetaan luentojen alussa.

Vastuuhenkilö: Juha Hagberg

Opetuskieli: Suomi.

521201S Research methods of materials for electronics

Elektroniikan materiaalien tutkimusmenetelmät

Credits: 3,5

Timing: 4-6

Objective: The students are introduced to methods of research microstructure, chemical composition, and main properties of materials. Emphasis is on materials for electronics.

Learning outcome: Student is able to describe main characteristics of materials and experimental methods of materials characterization (chemical composition, crystal and electronic structure, micro-

structure), and methods of studies of electrical, thermal, and dynamic properties. Student is able to explain physical principles and limits of research methods, relationship between measurement results and materials parameters. Student is able to select appropriate research methods and properly apply them.

Contents: Materials for electronics, main characteristics and properties. Methods of studies of micro-structure and chemical composition. Methods of x-ray and electron diffraction. X-ray, electron, and ion spectroscopy. Electron, tunnelling, atomic force, and near-field microscopes. Infra-red and Raman spectroscopy.

Implementation: Lectures and calculation exercises. Final exam.

Literature: Selected chapters from: R. Waser: Nanoelectronics and Information Technology: Advanced Electronic Materials and Novel Devices, Wiley, 2003; C. P. Poole Jr., F. J. Owens: Introduction to nanotechnology, Wiley, 2003; P.J.Goodhew, J. Humphreys, and R. Beanland: Electron Microscopy and analysis, Taylor & Francis Ltd, 2001; P. N. Prasad: Nanophotonics, Wiley, 2004; D. Bonnell: Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy, Wiley, 2001; M. Alexe, A. Gruverman: Nanoscale Characterization of Ferroelectric Materials: Scanning Probe Microscopy Approach, Springer, 2004. Lectures.

Responsible person: Marina Tyunina

Language of Instruction: English

521205A Puolijohdekomponenttien perusteet

Principles of Semiconductor Devices

Laajuus: 4,5

Ajoitus: Periodit 4-6.

Tavoite: Opintojakso antaa perustiedot elektronisissa piireissä käytettävien puolijohdekomponenttien toiminnasta ja ominaisuuksista.

Osaamistavoitteet: Opiskelija osaa kuvata puolijohdemateriaalien ja liitosten perusominaispiirteet, puolijohdekomponenttien perustyytit, niiden rakenteet ja toiminnalliset pääpiirteet. Opiskelija osaa selittää ideaalisten komponenttien fysikaaliset toimintaperiaatteet ja pystyy arvioimaan ideaalisten komponenttien perusominaispiirteet.

Sisältö: pn-, metallipuolijohde- ja heteroliitos. Diodit, bipolaari- ja heterobipolaaritransistorit. JFET, MESFET, HEMT, MOS-rakenne, MOSFET. Laserit ja kytkinkomponentit.

Toteutustavat: Luennot ja laskuharjoitukset.

Oppimateriaali: Streetman, B.: Solid state electronic devices, Prentice-Hall, New Jersey, 2000 (os. 5 - 8, 10 - 11). Luennot. Lisämateriaali: Wolfe, C. M.: Physical properties of semiconductors, Prentice Hall, New Jersey, 1989 (os. 2, 4, 5, 8); uen(os. 5, 6, 7, 10); Sze, S. M.: Semiconductor devices, physics and technology, John Wiley, 2002 (os.4 - 8); Kasap, S. O.: Optoelectronic devices and photonics, Prentice-Hall, New Jersey, 2001 (os. 3 - 6)

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Vastuhenkilö: Marina Tyunina

Opetuskieli: Suomi.

521209A Elektroniiikan komponentit ja materiaalit

Electronic Components and Materials

Laajuus: 2,0

Ajoitus: Periodit 4-5

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on antaa perustietoja elektroniiikan komponenteista sekä kuinka materiaalit vaikuttavat komponenttien toimintaan.

Osaamistavoitteet: Opiskelija osaa tunnistaa ja luokitella elektroniiikan komponentit ja vertailla niiden ominaisuuksia. Hän osaa selittää sähköisen johtavuuden ja soveltaa ilmiötä vastusten suunnittelussa ja valinnassa. Opiskelija osaa arvioida dielektristen materiaalien eroja ja kuinka nämä vaikuttavat kondensaattoreiden ominaisuuksiin. Hän osaa vertailla magneettisten materiaalien ominaisuuksia ja niiden vaikutusta induktiivisiin komponentteihin. Opiskelija tunnistaa puolijohtavuuden ja osaa listata yleisimmät puolijohdekomponentit. Hän osaa luokitella eri piirilevytekniikat ja kykenee valitsemaan tekniikoihin soveltuvat liitostekniikat. Lisäksi opiskelija tunnistaa elektroniiikan materiaalien tulevaisuuden suunnat ja teknologiat.

Sisältö: Materiaalien sähkömagneettiset ominaisuudet (johtavuus, dielektrisyys, magneettisuus ja puolijohtavuus). Elektroniiikan komponentit (vastukset, kondensaattorit, induktiiviset komponentit ja puolijohdekomponentit). Piirilevyt ja liitostekniikat. Elektroniiikan materiaalien tulevaisuus ja sovelluskohteet

Toteutustavat: Luennot ja luentotehtävät

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Sähkö- ja magnetismioppi

Oppimateriaali: Ilmoitetaan luentojen alussa

Vastuuhenkilö: Jari Hannu

Opetuskieli: Suomi.

Opetustuntien lukumäärä: Luennot 22 h

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella tai muulla luennoilla ilmoitetulla tavalla.

521219S Röntgenmenetelmät

X-ray Methods

Laajuus: 4,5

Ajoitus: Periodit 4-5.

Tavoite: Kurssi antaa opiskelijoille teoreettiset perustiedot materiaalien koostumuksen, kiderakenteen ja rakennehäiriöiden tutkimuksiin soveltuvista röntgenmenetelmistä ja perehdyttää kokeelliseen röntgendiffraktiotyöhön.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää röntgensäteilyn ja kiinteän aineen väliset vuorovaikutusmekanismit ja niihin liittyvät fysiikaaliset lainalaisuudet. Opiskelija osaa kuvailla röntgensäteilyn syntymekanismit ja ilmaisutekniikat. Opiskelija osaa selittää kuinka röntgenfluoresenssia voidaan käyttää alkuaineanalyysin suorittamiseksi. Lisäksi opiskelija osaa selittää pääpiirteittäin kiinteän aineen ja elektronisuihkun väliset vuorovaikutusmekanismit ja kuinka elektronisuihkulla herätetty röntgensäteily voidaan analysoida energiadiispersiivisellä (EDS) tai aallonpituusdispersiivisellä (WDS) spektroskopialla alkuaineanalyysin suorittamiseksi. Opiskelija osaa selittää kuinka röntgendiffraktiomenetelmällä (XRD-menetelmä) voidaan määrittää mm. materiaalin kiderakenne, saada tietoa sen faasirakenteesta sekä sen raekoosta ja jännitystilasta.

Sisältö: Röntgensäteilyn synty, ilmaiseminen ja ominaisuudet. Alkuaineanalyysi, WDS ja EDS. Röntgensironnan teoria. Tavallisimmat röntgendiffraktiomenetelmät. Kiderakenteen ja raekoon määrittäminen sekä jännitystilän analysointi. Elektroni- ja neutronidiffraktio.

Toteutustavat: Luennot ja laskuharjoitukset yhteensä 32 h sekä 3 ohjattua harjoitustyötä yhteensä 24 h.

Oppimateriaali: Luentomateriaali. Viitekirjallisuus (mm.): B.E. Warren: X-ray diffraction, Addison-Wesley, 1969., B.D. Cullity and S.R. Stock: Elements of X-Ray Diffraction, 3rd Edition, 2001, Prentice Hall.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä. Arvosana määräytyy tentin (painoarvo 2/3) ja harjoitustöiden (painoarvo 1/3) perusteella.

Opetuskieli: suomi, tarvittaessa englanti

521225S RF-komponentit ja mittaukset

RF Components and Measurements

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Käsitellään tavallisimmat RF komponentit ja mittausten menetelmät, jotka ovat käytössä RF- ja mikroaaltoalueilla. Kurssi antaa valmiudet komponenttien toiminnan ja valintaperusteiden ymmärtämiseen sekä sähkömagneettisten kenttien ja suurtaajuuspiirien mittauksiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää passiivisten komponenttien ja komponenttityyppien käyttäytymisen RF-taajuuksilla, pystyy vertailemaan eri komponenttien valmistusmenetelmät ja osaa valita eri menetelmistä sopivimmat käytännön sovelluksiin. Opiskelija osaa selittää myös siirtolinjojen, antennien sekä suodattimien toiminnan ja käytännön suunnittelun. Hän osaa soveltaa RF- ja mikroaaltoalueen perusteita mittauksissa, selittää RF-alueen mittalaitteiden toimintaperiaatteet ja osaa vertailla eri menetelmien käyttökelpoisuutta eri mittaustilanteissa. Lisäksi hän osaa suorittaa tyypillisiä RF-alueen suureiden (teho, taajuus, impedanssi ja kohina) mittauksia.

Sisältö: RF- ja mikroaaltoalueen perusteet, mikroaaltoalueen komponentit ja mittaaminen, mittalaitteet, tehon, taajuuden, impedanssin ja kohinan mittaaminen, aika-alueen ja aktiivisten piirien mittaukset.

Toteutustavat: Luennot, laskuharjoitukset, suunnitteluharjoitukset ja laboratoriotyöt.

Yhteydet muihin opintoihin: **Esitiedot:** Elektroniikan komponentit, Elektroninen mittaustekniikka, Radiotekniikan perusteet.

Oppimateriaali: Luentomoniste. A. Lehto, A. Räisänen: Mikroaaltoalueen mittaustekniikka, I. Bahl: Lumped Elements for RF and Microwave circuits ja luentojen alussa ilmoitettava.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä.

Vastuhenkilöt: Juha Häkkinen ja Jari Hannu

Opetuskieli: Suomi. Englanti jos kurssille osallistuu vähintään 3 kansainvälistä opiskelijaa.

Opetustuntien lukumäärä: Luennot 24 h, Suunnitteluharjoitukset 12 h, Laboratoriorajoitukset 12 h, Laskuharjoitukset 12 h

521223S Elektroniikan ja optoelektroniikan materiaalit

Electronic and Optoelectronic Materials

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Opintojaksossa perehdytään elektroniikassa ja optoelektroniikassa käytettäviin funktionaalisiin materiaaleihin. Tarkoituksena on antaa yleiskäsitys näiden materiaalien pääominaisuuksista ja ilmiöistä, joihin niiden ominaisuudet perustuvat, sekä niiden käytöstä elektroniikassa.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää fysikaaliset perusteet johteiden ja eristeiden käyttäytymisestä tasa- ja vaihtokentässä, magneettisten materiaalien ominaisuuksista sekä magnetismiin liittyvistä käsitteistä, sähkökeraamien ominaisuuksista ja sovelluksista sekä valoa lähettävien ja moduloivien laitteiden materiaaleista. Opiskelija osaa myös arvioida eri materiaalien käytettävyyttä ja soveltuvuutta elektroniikan, optoelektroniikan ja fotonikan laitteisiin.

Sisältö: Johde- ja eristemateriaalien merkitys elektroniikassa. Magneettiset materiaalit (pehmeät ja kovat) ja niiden käyttö tiedontallennukseen. Funktionaaliset sähkökeraamit ja niiden käyttö informaation energiamuuntimissa (transducers). Optoelektroniikassa ja fotonikassa käytettävien materislien ominaisuudet ja sovellutukset.

Toteutustavat: Luentoja 24h ja laskuharjoituksia 20h. Laboratorioharjoituksia 3 kpl. periodeilla 1-3 yhteensä 6h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Mikroelektroniikan ja -mekaniikan perusteet.

Oppimateriaali: S.O. Kasap: Principles of Electronic Materials and Devices, 3rd edition, McGraw-Hill, 2006. (Kappaleet 2, 7, 8, 9 kokonaan ja kappaleesta 6 osa 6.10 Solar Cells.)

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: prof. Jyrki Lappalainen

Opetuskieli: Suomi.

521228S Mikroanturit

Microsensors

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Opintojaksossa perehdytään elektronisten ja optisten mikroantureiden rakenteisiin, käyttöön ja toiminnan fysikaalisiin perusteisiin sekä antureiden suunnitteluun ja valmistukseen mikroteknologisin menetelmin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää anturiteorian yleiset periaatteet, antureiden luokittelun perusteet, ideaalisen ja todellisen anturin erot, integroitujen älykkäiden anturikomponenttien tuomat edut ja haasteet, sekä antureiden ja mittauselektroniikan rajapinnan toteutuksen. Opiskelija osaa selittää nykyaikaiset mikroantureiden valmistusmenetelmät, mukaan lukien ohutkalvomenetelmät, mikrotyöstömenetelmät, märkä- ja kuivasyövytysmenetelmät sekä fotonija ionisuihkumenetelmät, ja niiden käyttökohteet mikroantureiden valmistuksessa. Opiskelija osaa selittää eri energiamuotojen keskeisimpien mikroantureiden rakenteet, fysikaaliset toimintaperiaatteet ja valmistusprosessit.

Sisältö: Kurssi käsittelee mikroantureita, jotka yleensä valmistetaan kolmella mikrotekniikalla: monoliittitekniikka, paksukalvotekniikka ja ohutkalvotekniikka, joista monoliittitekniikka on lähinnä piitekniologiaa. Antureilla havaittavat suureet käsittävät sähkömagneettisen säteilyn eri aallonpituusalueilla sekä mekaaniset, lämpö-, kemialliset ja magneettiset suureet. Antureissa nämä suureet vaikuttavat niiden sähköisiin ominaisuuksiin, jolloin anturit muuntavat informaatiota muista energiamuodoista (säteily, lämpö sekä mekaaninen, kemiallinen ja magneettinen energia) sähköisiksi signaaleiksi.

Toteutustavat: Luentoja 24h ja laskuharjoituksia 8h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Puolijohdekomponenttien perusteet. Mikroelektroniikan ja -mekaniikan perusteet.

Oppimateriaali: Julian W. Gardner, *Microsensors, Principles and Applications*, John Wiley&Sons, 1994.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Vastuhenkilö: prof. Jyrki Lappalainen

Opetuskieli: Suomi.

521224S Microelectronics and micromechanics

Mikroelektroniikka ja -mekaniikka

Credits: 6 op

Timing: Periods 4-6.

Objective: The course provides advanced knowledge on the semiconductor techniques of VLSI and on special topics of micromechanics and hybrid fabrication. Especially recent progress on the field is introduced in application point of view.

Learning outcomes: After completing the course the student can give account on correlations between basic physics/chemistry and materials processing/technology in microelectronics, micromechanics and nanotechnology. The student can describe design aspects and operation principles of micro and nano-devices. The students get acquainted with working in laboratory environment similar to those in academic and industrial research labs. Laboratory work practice on either (i) thin film fabrication in clean room, (ii) inkjet printing and electrical characterization of thin film devices with nanoparticles or (iii) synthesis of carbon nanotubes and characterization by electron microscopy techniques will provide a good opportunity also to learn how to design and run experiments safely and manage laboratory reports.

Contents: Theory and practice of VLSI semiconductor fabrication technologies to support and deepen the understanding of general fabrication and operation principles introduced during previous courses. The state-of-the-art semiconductor devices and circuits: pushing the limits of dimensions and speed. Implementation of VLSI technologies in fabrication of components for micromechanics. Sensors (flow, pressure) and actuators (valves, pumps, motors, switches and components for micro-optics) using MEMSs. Devices on the nanoscale and integration of nanomaterials in micro-systems: new concepts of design, fabrication and operation.

Working methods and Mode of delivery: Lectures, laboratory exercise and home assignment.

Prerequisites and co-requisites: Passing the basic course "521218A Introduction to Microelectronics and Micromechanics" before the advanced course may be helpful, however not a must.

Study materials: Lecture notes and references therein. Assessment methods and criteria: Examination and completion of both laboratory exercise and home assignment

Responsible person: Krisztian Kordas

Language of instruction: English

521216S Mikroelektroniikan kokoonpanotekniikat ja luotettavuus

Microelectronics Packaging Technology and Reliability

Laajuus: 7

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Opintojaksossa perehdytään elektroniikan pakkaus- ja liitäntäteknikoihin sekä luotettavuuteen ja luotettavuustestaukseen.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla mikroliitostekniikat ja eri mikroliitostekniikoiden edut ja haitat. Opiskelija osaa kertoa mitä eri materiaaleja IC-piirien kokoonpanoissa käytetään ja miksi. Opiskelija osaa kertoa eri moduulitekniikat ja perusteet kiekkotason pakkaustekniikasta. Hän osaa selittää kuinka elektroniikan kokoonpanotekniikka on kehittynyt sitten transistorin keksimisen aina tähän päivään ja osaa arvioida kuinka tämä kehitys tulee jatkumaan tulevaisuudessa. Lisäksi opiskelija osaa ennustaa ja tutkia elektronisen laitteen vikaantumismekanismia. Hän osaa soveltaa ympäristötestausta ja tilastollisia menetelmiä luotettavuuden ennustamisessa.

Sisältö: Komponenttitekniikan trendejä. Area array pakkaustekniikka. BGA-komponentit. Mikroliittäminen ja bondaus. Monikerroslohjalevyt. Monipalamoduulit: MCM-L-, MCM-D ja MCM-C-moduulit. Fine-line-tekniikat. Komponentti-, piirilevy- ja pakkaustason vikamekanismit ja niiden analyysimenetelmät. Ympäristötestaus. Tilastolliset menetelmät luotettavuuden ennustamisessa.

Toteutustavat: Luentoja 30h ja harjoitustyö 30h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Mikroelektroniikan ja -mekaniikan perusteet.

Oppimateriaali: Rao R. Tummala(edit): Fundamentals of microsystems packaging, New York, McGraw-Hill, 2001. Osia kirjoista Ken Gilleo: Area Array Packaging Handbook: Manufacturing and Assembly, McGraw-Hill, 2002 ja J. J. Licari, L. R. Enlow: Hybrid Microcircuit Technology Handbook: Materials, processes, Design, Testing and Production, Noyes Publications, 1998. William D. Brown (toim.): Advanced Electronic Packaging. With Emphasis on Multichip Modules. IEEE, Inc., 1999, luvut 11 ja 16. Patrick D.T. O'Connor: Practical Reliability Engineering, John Wiley&Sons, 2002, luvut 8 ja 9.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuhenkilö: prof. Jyrki Lappalainen

Opetuskieli: Suomi.

521203S Mikromoduulit

Micromodules

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 4-6.

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelijat uusiin komponenttitekniikoihin, mikromoduulien valmistukseen sekä sovelluksiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa kertoa mitä tarkoitetaan järjestelmäsaon pakkaustekniikalla ja kuinka IC-piirillä tapahtuva dimensioiden voimakas pientyminen vaatii tuekseen uusia järjestelmätason pakkaustekniikoita. Hän osaa selittää miksi komponentit, niin passiivi-

kuin myös aktiivikomponentit tullaan tulevaisuuden mobiililaitteissa integroimaan yhä enenevässä määrin osaksi piirilevyä. Opiskelija osaa kertoa mikä ero on käsitteillä SOB, MCM, SOC, SIP ja SOP ja kuinka järjestelmätason pakkaustekniikka tulee kehittymään seuraavien 10 – 20 vuoden aikana. Lisäksi opiskelija osaa selittää miksi ja miten optoelektroniikka tulee tunkeutumaan piirilevy- ja komponenttitasolle ja osaa kuvailla MEMS-komponenttien pakkaustekniikat. Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa tehdä pienimuotoisia kirjallisuustutkimuksia.

Sisältö: Pakkaustekniikan trendejä. Puolijohdekomponenttien pakkausmenetelmien vertailu. Edistyskelliset pakkausten tasot (SOC, SOP). Monikerrospohjalevyt ja passiivikomponenttien integrointi. 3-D pakkaustekniikka. Optoelektroniikan moduulit. MEMS-komponentit. Nanoteknologian elektroniikkasovelluksia.

Toteutustavat: Luentoja 24h ja kirjallisuustutkimus.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Mikroelektroniikan ja -mekaniikan perusteet. Mikroelektroniikan kokoonpanotekniikat ja luotettavuus.

Oppimateriaali: R.R.Tummala and M. Swaminathan, Introduction to System-on-Package (SOP), McGraw-Hill, 2008.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla kirjallisuustutkimuksella

Vastuuhenkilö: prof. Jyrki Lappalainen

Opetuskieli: Suomi.

521 I03S Elektrokeraamit ja älykkäät materiaalit

Electroceramics and intelligent materials

Laajuus: 4 op

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Kurssi perehdyttää opiskelijat funktionaalisten keraamien ominaisuuksiin ja soveltamiseen elektroniikan komponenteissa. Keraamien sovellusalueina ovat perinteisten passiivisten komponenttien lisäksi mm. polttokennoihin perustuvat energialähteet, kemialliset anturit, korkean lämpötilan suprajohteet, pietsosähköiset tarkkuussiirtimet, ferrosähköiset muistit, pyrosähköiset infrapunadetektorit, elektro-optiset valojohtimet ja -kytkimet sekä magneettiset mikroaalto- ja antennikomponentit.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija

- kykenee arvioimaan funktionaalisten keraamien ominaisuuksia ja käyttökelpoisuutta erilaisissa elektroniikan komponenttisovelluksissa ja osaa tehdä niiden periaatteellisia laskennallisia rakennemitoituksia

- osaa vertailla ja valita soveltuvia prosessointimenetelmiä funktionaalisten rakenteiden valmistamiseen

- lisäksi osaa tulkita alueen uusia tutkimustuloksia ja tunnistaa niiden sovellusalueet.

Sisältö: Keraamien mikrorakenne ja niiden erityispiirteet. Dielektriset, polarisoitumis- ja sähköjohtavuusominaisuudet sekä kidevirheiden vaikutus niihin. Keraamien valmistus ja prosessointi. Johtavat ja eristävät keraamit, pietsos- ja ferrosähköiset keraamit, pyrosähköiset ja elektro-optiset keraamit, magneettiset keraamit.

Toteutustavat: 24 tuntia luentoja ja 24 tuntia laskuharjoituksia.

Oppimateriaali: Luentomoniste. A.J. Moulson and J.M. Herbert: Electroceramics, Wiley, 2003.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Vastuuhenkilö: professori Heli Jantunen

Opetuskieli: suomi

521218A Johdatus mikrovalmistustekniikoihin

Introduction to microfabrication techniques

Laajuus: 4 op

Ajoitus: Periodit 4-6.

Tavoite: Kurssi antaa yleistiedot mikro- ja nanoteknologian valmistusmenetelmistä mukaan lukien integroitujen piirien standardivalmistustekniikat.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa

- selittää mikro- ja nanoelektronikan sekä mikro- ja nanomekaniikan materiaaleilta vaadittavat ominaisuudet, lähdemateriaalien prosessoinnin ja valmistusmenetelmien perusteet
- käyttää kursilla annettua tietoa kehitettäessä mikro- ja nanovalmistustekniikoilla toteutettavia sovelluksia.

Sisältö: Litografia. Kalvonkasvatusmenetelmät. Kuiva- ja märkäsyövytysmenetelmät. Kappale- ja pintamikrotyöstö. Integroitujen piirien materiaalit, komponentit ja valmistusmenetelmät. Miniaturisoidun systeemin mallinnuksen ja pakkaamisen sekä skaalautumisen ja tehotarkastelun perusteita. Sovellusesimerkkejä.

Toteutustavat: Kurssiin kuuluu 24h luentoja, demonstraatiot ja harjoitustyö.

Oppimateriaali: Luentomoniste. Oppikirja ilmoitetaan myöhemmin.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla demonstraatiolla ja harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: Antti Uusimäki

Opetuskieli: suomi

Tietotekniikan laboratorio

521141P Ohjelmoinnin alkeet

Elementary Programming

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-3.

Ohjatun opetuksen määrä: 20 h luentoja, n. 10 h ohjattuja harjoituksia

Tavoite: Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija ohjelmoinnin perusteisiin ongelmanratkaisun kautta. Kurssi tarjoaa pohjan myöhemmille ohjelmointikursseille.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija pystyy selittämään ohjelmoinnin peruskäsitteitä ja soveltamaan ohjelmoinnin perusrakenteita ongelmanratkaisutilanteissa. Hän osaa myös toteuttaa itsenäisesti pienimuotoisia ohjelmia.

Sisältö: Ohjelmoinnin peruskäsitteet, ongelmien ratkaiseminen ohjelmoimalla.

Toteutustavat: Luennot, ohjelmointiharjoituksia, harjoitustyö.

Oppimateriaali: Ilmoitetaan kurssin alkaessa.

Opetuskieli: Suomi.

521142A Laiteläheinen ohjelmointi

Embedded Systems Programming

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 4-6.

Ohjatun opetuksen määrä: 20 h luentoja, n. 10 h ohjattuja harjoituksia

Tavoite: Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija laiteläheiseen ohjelmointiin. Kurssilla käsitellään laiteläheisen ohjelmoinnin erityispiirteitä kuten muistinhallinta ja keskeytykset. Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa toteuttaa työasemaympäristössä pienimuotoisia C-ohjelmia sekä sulautettuun laitteeseen pienimuotoisia ohjelmia, joissa ohjataan muistiin kuvattuja I/O-laitteita. Kurssin suoritettuaan opiskelija tunnistaa yleisellä tasolla miten laiteläheinen ohjelmointi eroaa yleisestä ohjelmoinnista.

Sisältö: C-kielen perusteet, bittiopeeraatiot, muistinhallinta, muistiin kuvatut I/O-laitteet, laiterekisterit, keskeytykset, kääntäminen ja linkittäminen.

Toteutustavat: Luennot, ohjelmointiharjoituksia, laboratorioharjoitus, harjoitustyö.

Oppimateriaali: Ilmoitetaan kurssin alkaessa.

Lisätiedot: Esitiedot: Ohjelmoinnin alkeet

Opetuskieli: Suomi.

521144A Algoritmit ja tietorakenteet

Algorithms and data structures

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 4-6.

Ohjatun opetuksen määrä: 30 h luentoja, 20 h ohjattuja harjoituksia

Tavoite: Kurssin tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelijalla on perustiedot algoritmien ja tietorakenteiden toteuttamisesta sekä erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen arvioimisesta.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa arvioida erilaisia algoritmeja ja tietorakenteita sekä niiden toteutusvaihtoehtoja. Hän osaa myös suunnitella ja toteuttaa algoritmeja ja tietorakenteita.

Sisältö: Tietorakenteet. Algoritmit. Kompleksisuus.

Toteutustavat: Luennot, harjoitustehtäviä, harjoitustyö ja loppukoe.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Ohjelmoinnin alkeet, Tietotekniikan matematiikka.

Oppimateriaali: Ilmoitetaan kurssin alkaessa.

Opetuskieli: Suomi.

521275A Sulautettujen ohjelmistojen projekti

Embedded Software Project

Laajuus: 8

Ajoitus: 4-6

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelijat sulautetun ohjelmiston kehittämiseen nykyaikaisilla ohjelmistosuunnittelumenetelmillä ja ohjelmakehityksen apuvälineillä. Lisäksi tavoitteena on, että kurssin suoritettuaan opiskelija osaa kirjoittaa rakenteeltaan ja ulkoasultaan selkeitä teknisiä dokumentteja.

Osaamistavoitteet: Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija osaa soveltaa tiedonhankintataitojaan järkevän ratkaisun valinnassa ja toteuttaa ratkaisun ohjelmana annettuun sulautettuun järjestelmään. Opiskelija osaa suunnitella ja toteuttaa ei-triviaali ratkaisun ohjelmana annettuun sulautettuun järjestelmään. Lisäksi opiskelija osaa kirjoittaa alalle tyypillistä tieteellistä tekstiä, sisältäen kirjallisuuskatsauksen ja teorian, teknisen dokumentaation, testausdokumentaation ja muut tarvittavat luvut niin, että niistä voidaan koota hyväksymiskelpoinen kandidaatintyö.

Sisältö: Opiskelijat tutustuvat sulautettujen ohjelmistojen kehitystyöhön perehtymällä kehitystukivälineisiin ja järjestelmälliseen laiteläheiseen ohjelmankehitystyöhön laatimalla sovellusohjelman sulautettuun järjestelmään. Opiskelijat kirjoittavat työstä diplomityöohjeita soveltuvin osin noudattavan raportin.

Toteutustavat: Sulautettujen ohjelmistojen projekti on kandidaattivaiheen päättävä kurssi, jonka läpäisyyn vaadittavat valmiudet on hankittu aikaisemmillä kursseilla. Kurssilla opiskelijat toteuttavat ryhmissä ohjelman sulautettuun järjestelmään annetusta aiheesta, jota ei välttämättä ole käsitelty aiemmillä kursseilla ja kirjoittavat työstään kandidaatintyön. Luentoja 30 h, laskuharjoituksia 0 h, suunnitteluharjoitus periodilla 4-6 180 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Ohjelmistotekniikka, Sulautetut järjestelmät. Lisäksi Käyttöjärjestelmät on hyödyksi.

Oppimateriaali: Datalehtiä, monisteita, käsikirjat.

521423S Sulautettujen järjestelmien työt

Embedded System Project

Laajuus: 5

Ajoitus: 1-3

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelijat nykyaikaisen sulautetun järjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen käytännön tekemisen kautta.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa suorittaa sulautettujen järjestelmien kehitysprosessin vaatimusmäärittelystä valmiiseen prototyyppiin saakka. Hän osaa vaatimusmäärittelyyn perusteella luoda järjestelmätason suunnitelman, valita komponentit, suunnitella piirilevyn ja tuottaa sen, suorittaa kokoonpanon, sekä suunnitella ohjelmiston, ohjelmoida, osaa jäljittää virheen ja testata piirilevyä saattaakseen sen vaatimusten mukaiseen tilaan.

Sisältö: Kurssissa toteutetaan Atmelin AVR-mikrokontrolleriin perustuva yksinkertainen laite prototyyppiasteelle, ja demonstroidaan sen toiminta sovelluksessa oikean mikrokontrollerin avulla. Suunnittelussa hyödynnetään moderneja komponentteja ja kehitystyökaluja (IAR Embedded Workbench, Orcad 9.2, AVR-Studio, ATICE50, JTAG-ICE).

Toteutustavat: Kurssi suoritetaan projektiluonteisena työnä kahden hengen ryhmissä ja edistymistä seurataan raportointikokouksissa. Luentoja 20 h, laskuharjoituksia 0 h, suunnitteluharjoitus periodilla 1-3 120 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Digitaalitekniikka I, Tietokonetekniikka ja Sulautetut järjestelmät. Lisäksi hyödyllisiä kursseja ovat Sulautettujen ohjelmistojen työ sekä Elektroniikkasuunnittelun perusteet.

Oppimateriaali: Tehtävänanto, komponenttien datalehdet, kehitystyökalujen käyttöohjeet.

521453A Käyttöjärjestelmät

Operating Systems

Laajuus: 5

Ajoitus: 5-6

Tavoite: Opintojakso antaa opiskelijoille perustiedot tietokoneiden käyttöjärjestelmien rakenteesta ja toiminnasta.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää käyttöjärjestelmän perusrakenteen ja siihen liittyvät toiminnalliset osa-alueet. Hän kykenee osoittamaan prosessien hallinnassa ja synkronoinnissa olevat ongelmat ja soveltamaan opittuja menetelmiä perusongelmien ratkaisemisessa. Opiskelija osaa selittää prosessien lukkiutumiseen liittyvät syyt ja seuraukset sekä osaa analysoida niitä tavallisempien käyttöjärjestelmissä tapahtuvien tilanteiden kannalta. Lisäksi opiskelija kykenee selittämään muistin hallinnan perusteet, virtuaalimuistin käytön moderneissa käyttöjärjestelmissä sekä yleisimpien tiedostojärjestelmien perusrakenteen.

Sisältö: Käyttöjärjestelmien perusrakenne ja -palvelut. Prosessien hallinta. Vuorovaikutteisten prosessien koordinointi. Lukkiutuminen. Muistin hallinta. Virtuaalimuisti. Massamuistin hallinta. Tiedostojärjestelmät.

Toteutustavat: Kurssi toteutetaan perustuen luentoihin ja laboratorioharjoitukseen, johon kuuluu itsenäisesti suoritettavat esitehtävät sekä ohjattu yksin tai parityönä tehtävä harjoitus unix-ympäristössä liittyen keskeisimpiin kursseilla käsiteltäviin osa-alueisiin. Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä. Luentoja 30 h, laboratorioharjoituksia 6 h

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Ohjelmoinnin alkeet, Laiteläheinen ohjelmointi, Tietokonetekniikka.

Oppimateriaali: Silberschatz, A., Galvin P., Gagne G.: Operating System Concepts, 6th edition, John Wiley & Sons, Inc., 2003.

521457A Ohjelmistotekniikka

Software Engineering

Laajuus: 5

Ajoitus: 1-3

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa yleiskuva reaaliaikajärjestelmiin liittyvien ohjelmistojen kehittämisestä.

Osaamistavoitteet: Suoritettuaan kurssin hyväksytysti opiskelija osaa käyttää ohjelmistotekniikan ja reaaliaikajärjestelmien peruskäsitteitä. Lisäksi opiskelija osaa toteuttaa projektin käyttäen projektihallinnan eri osa-alueita ja kehitystyön vaihejakoa. Opiskelija osaa asettaa projektin eri vaiheisiin tavoitteita ja tehtäviä. Opiskelija osaa käyttää rakenteista menetelmää järjestelmän määrittelyssä sekä osaa suunnitella ja analysoida sen käyttäen oliopohjaisen teorian perusteita. Kurssin jälkeen opiskelija pystyy auttavasti käyttämään rakenteiseen analyysiin ja suunnitteluun tarkoitettuja työkaluja.

Sisältö: Ohjelmistokehityksen problematiikka ja reaaliaikajärjestelmien erityispiirteet tältä kannalta. Ohjelmistokehitystä tarkastellaan sekä projektin hallinnan että varsinaisen toteutuksen suhteen: 1. vaihejakomallit, 2. vaatimusmäärittely, 3. projektin hallinnan perusteet: suunnittelu, metriikka, riskien hallinta, resursointi, seuranta, laadunhallinta, tuotteenhallinta, 4. rakenteinen analyysi ja suunnittelu, 5. ohjelmistojen testaus- menetelmät ja -strategiat, 6. johdanto oliopohjaiseen analyysiin ja suunnitteluun.

Toteutustavat: Kurssi toteutetaan syyslukukauden aikana. Kurssi koostuu luennoista ja laboratorioharjoituksena tehtävästä suunnittelutehtävästä. Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä. Luentoja 30 h, suunnitteluharjoitus periodilla 3 12 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Ohjelmoinnin alkeet, Laiteläheinen ohjelmointi.

Oppimateriaali: Pressman, R.: Software Engineering - a Practitioner's Approach. McGraw-Hill, 1997 (4th ed., European adaptation), kappaleet 1- 20.

521479S Ohjelmistoprojekti

Software Project

Laajuus: 7

Ajoitus: 5-6

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelija ohjelmistotuotantoprosessin vaiheisiin ja projektityöskentelyyn. Aikaisemmillä opintojaksoilla opittua teoriaa sovelletaan käytäntöön. Opiskelija saa kokemusta todellisen ohjelmiston toteuttamisesta ja testauksesta. Osaamistavoitteet : Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija kykenee suunnittelemaan, kehittämään ja testaamaan toimivia ohjelmistoja tosielämän ongelmiin. Lisäksi opiskelija osaa dokumentoida työnsä ammattimaiseen tapaan.

Sisältö: Ohjelmistotuotantoprojektin vaiheet: vaatimusmäärittely, analyysi, suunnittelu, toteutus, testaus, (ylläpito). Projektityöskentely, projektin perustaminen, projektin johto, työskentely sidosryhmien kanssa, projektidokumentaatio. Projektikohtaiset ohjelmiston toteutus tekniikat ja työkalut, ohjelmiston dokumentointi.

Toteutustavat: Opintojakso suoritetaan 3-4 hengen ryhmissä. Tilaajahoina on tyypillisesti eri yrityksiä ja yhteisöjä. Projektin etenemistä valvotaan katselmuksissa, joissa projektiryhmät esittävät seminaarimuotoisesti työnsä edistyessä vaatimusmäärittelyn, projektisuunnitelman, ohjelmiston teknisen suunnitelman, prototyypin demonstraation, testidokumentaation ja toimitettavan järjestelmän demonstraation. Katselmuksien lisäksi ryhmän työskentelyä koordinoidaan ohjaajan ja ryhmän välisissä ohjauspalaverissa. Työskentely-ympäristö ja työkalut määräytyvät projektikohtaisesti. Kurssin osallistujamäärä on rajoitettu. Luentoja 10 h, suunnitteluharjoitus periodilla 4-6 180 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Ohjelmistotekniikka, Käyttöjärjestelmät, Ohjelmoinnin alkeet, Laiteläheinen ohjelmointi sekä projektikohtaisesti vaadittavat esitiedot.

Oppimateriaali: Pressman, R. S. Software Engineering A Practitioner's approach, 4th edition, Mc Graw-Hill, 1997; Phillips, D. The Software Project Manager's Handbook, IEEE Computer Society, 2000; Monisteita (projektiohjeet);

521261A Tietokoneverkot I

Computer Networks I

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 5-6.

Tavoite: Kurssi tarjoaa kattavan kuvauksen tietokoneverkkojen perusteista käyttäen esimerkkinä Internetiä, sen protokollia ja sovelluksia.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää julkisen Internetin ja TCP/IP-protokollapinin rakenteen ja suunnitteluperiaatteet, ratkaista yksinkertaisia tietokoneverkkoihin liittyviä ongelmia sekä suunnitella ja toteuttaa pienimuotoisen tietokoneverkkosovelluksen.

Sisältö: Internetin arkkitehtuuri, tärkeimmät liityntäverkot, TCP/IP-protokollapino, Internetin tärkeimmät sovellukset, Internetin tietoturva.

Toteutustavat: Luennot 26 h, laskuharjoitukset 24 h, laboratorioharjoitukset 16 h ja harjoitustyö.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: -.

Oppimateriaali: James F. Kurose and Keith W. Ross: Computer Networking: A Top-Down Approach (5th Edition), Addison-Wesley, 2009.

Luentokalvot ja lask.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella tai välikokeilla sekä hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Opetuskieli: Suomi. Kirjalliset materiaalit ovat englanninkielisiä.

521262S Computer Networks II

Tietokoneverkot II

Credits: 6

Timing: Periods 3-4.

Objectives: The course focuses on advanced issues on computer networking and the Internet.

Learning outcomes: Upon completing the course the student is able to critically assess recent developments and current challenges in Internet, solve complicated computer networking problems, and design and implement a computer networking application.

Content: Recent developments in Internet architecture, access networks, and the Internet protocol stack, multimedia and quality of service, mobility management, future Internet.

Implementation: Lectures 26 h, problem solving exercises 24 h, laboratory exercises 16 h and practical work. The course is passed with a final exam or with a set of intermediate exams, together with an approved practical work. The implementation is fully English.

Prerequisites: Computer Networks I, Communication Networks I, Telecommunications Software.

Material: James F. Kurose and Keith W. Ross: Computer Networking: A Top-Down Approach (5th Edition), Addison-Wesley, 2009. Assorted Internet standards. Lecture slides, exercises.

Language of instruction: In English.

521278S Distributed Systems

Hajautetut järjestelmät

Credits: 6

Timing: Periods 5-6.

Objectives: The course provides the key principles of distributed systems and the major design paradigms used in implementing distributed systems.

Learning outcomes: Upon completing the course the student is able to explain the key principles of distributed systems, apply them in evaluating the major design paradigms used in implementing distributed systems, solve distributed systems related problems, and design and implement a small distributed system.

Content: Architectures, processes, communication, naming, synchronization, consistency and replication, fault tolerance, security, distributed object-based systems, distributed file systems, distributed object-based systems, distributed coordination-based systems

Implementation: Lectures 28 h, exercises 26 h and practical work.

The course is passed with a final exam or with a set of intermediate exams, together with an approved practical work.

Prerequisites: Computer networks I, Operating systems, Software Engineering.

Materials: Andrew S. Tanenbaum and Maarten van Steen, Distributed Systems - Principles and Paradigms, Second Edition, Prentice Hall, 2007. Lecture slides and exercises.

Language of instruction: In English.

521265A Telecommunications Software

Tietoliikenneohjelmistot

Credits: 5

Timing: periods 4-5

Objective: The course provides systematic knowledge of telecommunication software principles and protocol engineering.

Learning Outcomes: Upon completion of the course, students should be able to:

- create and minimize a finite state machine,
- perform reachability analysis on a communicating finite state machine,
- create and identify behavioral properties of a petri net,
- perform coverability analysis on a petri net,
- describe data using ASN.1,
- encode ASN.1 type declaration to transfer syntax using BER,
- apply graphical SDL to model a protocol,
- generate test sequences for a finite state machine with T-, D-, W-, and U-methods,
- explain the key concepts of conformance testing methodology, and
- apply TTCN-3 core language to describe a test suite.

Content: Principles, specification, verification, validation, synthesis, description languages and testing of telecommunication protocols.

Working methods: The course comprises of lectures and exercises. The course is passed with a final exam and an approved practical work.

Prerequisites: Software engineering.

Materials: Gerard J. Holzmann, Design and Validation of Computer Protocols, Prentice-Hall, 1991. Andrew S. Tanenbaum, Computer Networks, 4th edition, Prentice Hall, 2003

Language of instruction: In English.

521277A Sulautetut järjestelmät

Embedded Systems

Laajuus: 4

Ajoitus: 2-3

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa perustiedot sulautettujen järjestelmien suunnittelusta ja toteutuksesta. Kurssilla käsitellään sulautetun järjestelmän kehitysprosessi ja annetaan perustiedot laiteläheisestä ohjelmoinnista.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää sulautetun järjestelmän elinkaaren, sulautetun järjestelmän kehittämisen ominaispiirteet ja niihin liittyvät mahdolliset riskit. Lisäksi hän osaa selittää asiakkaan ja järjestelmän toteuttajan roolin vaatimusmäärittelyvaiheessa ja järjestelmän suunnittelun iteraatiovaiheen ja sen merkityksen vaatimusmäärittelyn osana. Opiskelija osaa määrittellä laitteisto/ohjelmisto-ositteluun vaikuttavat tekijät ja ohjelmisto/laitteisto-dualismi-käsitteen. Hän osaa auttavasti analysoida prosessorin ja käyttöjärjestelmän valintaa liittyviä tekijöitä. Opiskelija tunnistaa sulautetun järjestelmän kehittämisessä käytettävät työkalut ja osaa selittää niiden mahdolliset edut ja haitat. Hän osaa verrata eri testausmenetelmiä. Opiskelija osaa selittää suunnitteluvirheen ja kustannuksen suhteen elinkaaren eri vaiheissa. Opiskelija osaa tyydyttävästi ohjelmoida C-kielellä I/O-laitteita kuten ajastin, LCD-näyttö ja painonappi. Opiskelija osaa ohjelmoida C-kielellä keskeytysrutiineja. Opiskelija osaa etsiä ohjelmointivirheitä ohjelmatoteutuksesta.

Sisältö: Sulautetun järjestelmän elinkaari. Vaatimusmäärittely. Arkkitehtuurimäärittely. Laitteiston suunnittelu ja toteutus. Ohjelmiston suunnittelu ja laiteläheinen ohjelmointi. Laitteiston ja ohjelmiston integrointi ja testaus. Ylläpito. Korvaa aikaisemman kurssin Tietokonetekniikka II (521419A).

Toteutustavat: Luentoja 30 h, laboratorioharjoituksia 8 h ja tentti.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Digitaalitekniikka I, Tietokonetekniikka, Ohjelmoinnin alkeet, Laiteläheinen ohjelmointi.

Oppimateriaali: Kurssikirjallisuus: Arnold S. Berger (2001) Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. CMP Books, 1.p., 237 sivua.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla laboratorioharjoituksella.

521267A Tietokonetekniikka

Computer Engineering

Laajuus: 4

Ajoitus: 4-6

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelija tietokoneen perusrakenteeseen ja toimintaan sekä ohjelmointiin symbolisella konekielellä.

Osaamistavoitteet: Kurssi suoritettuaan opiskelija osaa selittää tietokoneen perustoimintaperiaatteen, käskyn suorituksen vaiheet ja keskeytysmekanismin. Opiskelija kykenee selittämään tietokoneen perusorganisaation rakenteen mukaan lukien keskusyksikkö, aritmeettislooginen yksikkö, muisti, I/O-laite, väylä ja rekisteri. Hän osaa auttavasti kuvata tietokoneen toiminnan käyttäen rekisterinsiirtokieltä ja osaa selittää käskyformaatin ja tietokoneen toimintalogiikan yhteyden. Opiskelija osaa sujuvasti tehdä muunnokset tietokoneen toiminnan kannalta tärkeimpien lukujärjestelmien välillä mukaan lukien desimaali-, binääri- ja heksadesimaalijärjestelmä. Opiskelija osaa käyttää ja tulkita tietokoneen toiminnan kannalta tärkeitä tiedon esitystapoja mukaan lukien kokonaisluvut, kiinteän pisteen luvut, liukuluvut ja ASCII-merkistön. Hän osaa selittää kahden komplementin avulla tehtävät aritmeettiset operaatiot ja RISC-arkkitehtuurin peruseriaatteet sekä periaatteiden yhteyden tietokoneen suorituskykyyn. Opiskelija kykenee selittämään tyypillisen muistiorganisaation rakenteen ja käsitteet kuten muistiavaruus, välimuisti ja virtuaalimuisti. Opiskelija osaa kuvata asynkronisen tiedonsiirron periaatteet ja selittää assembler-kääntäjän toiminnan. Opiskelija osaa tyydyttävästi ohjelmoida Assembly-kielellä käyttäen apuna kohdeprosessorin käskykannan kuvausta.

Sisältö: Tietokoneen organisaatio ja arkkitehtuuri, tietotyypit, muistihierarkia, keskeytykset, tietokoneen liittyminen oheislaitteisiin. Assem-blykieli ja kääntäjän toiminta.

Toteutustavat: Luentoja 30h, laskuharjoituksia 18h, laboratorioharjoituksia 8h ja tentti.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Digitaalitekniikka I.

Oppimateriaali: Patterson D., Hennessy J., Computer Organiza-tion and Design. Morgan Kauff-man, San Fracisco, CA, 2005. Mano M., Computer System Architecture. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1993.

521260S Representating Structured Information

Rakenteisen tiedon esittäminen

Credits: 5

Timing: Period 1-3,

Objective: Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student is able to read XML-based descriptions; to identify their elements and relations between them. The student is able to evaluate and compare existing descriptions. Moreover, the student is able to design and document descriptions and to implement programs that use existing and self made descriptions. Finally, the student is able to create RESTful Web Services that utilize XML representations.

Contents: XML and XML Schema, XML and RESTful Web Services, tools for writing XML, parsing and processing XML in programs.

Working methods: 20 h lectures, 10 h programming exercises and project work.

Prerequisites: Elementary programming

Study materials: Will be announced later

Language of instruction: In English.

521273S Biosignaalien käsittely

Biosignal Processing

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 2-3.

Tavoite: Kurssi esittelee eräitä tyypillisiä biosignaaleja ja yleisimmät niihin sovellettavat signaalinkäsittelyn menetelmät. Luennoilla annetaan perustiedot menetelmistä sekä havainnollistetaan niitä monipuolisilla esimerkeillä. Luentojen rinnalla järjestettävissä ohjatuissa laboratoriotöissä sovelletaan luennoilla opetettua tietoa.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija tuntee biosignaalien erityispiirteet ja tyypillisimmät niihin käytetyt tietokonepohjaiset menetelmät. Opiskelija osaa ratkaista itse pieniä biosignaaleiden käsittelyssä esiintyviä ongelmia liittyen signaalien esikäsitteilyyn, analyysiin ja päätöksentekoon.

Sisältö: Biosignaalit. Digitaalinen suodatus. Aika- ja taajuustason analyysi. Biosignaalien epästationaarisuus. Tapahtumien ilmaisu. Signaalien luonnehdinta.

Toteutustavat: Luentoja 10t, laboratoriotöitä 20-30t ja tentti.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Matematiikan perusopinnot. Ohjelmointitaito. Perustiedot digitaalisesta signaalinkäsittelystä.

Oppimateriaali: Kurssi pohjautuu R.M Rangayyanin kirjaan "Biomedical Signal Analysis, A Case-Study Approach". 516 sivua.

Lisäksi laboratoriotöitä varten jaetaan lisämateriaalia.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritetuilla laboratoriotöillä.

Vastuuhenkilö: professori Tapio Seppänen

Opetuskieli: Suomi ja Englanti.

521497S Hahmontunnistus ja neuroverkot

Pattern Recognition and Neural Networks

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 5-6.

Tavoite: Kurssi keskittyy tekoälyn keskeisen osa-alueen, tilastollisen hahmontunnistuksen menetelmiin ja sovelluksiin. Kurssin suoritettuaan opiskelija hallitsee hahmontunnistuksen taustateoriaa ja tuntee eräitä sovelluksissa käytettäviä algoritmisia ratkaisuja. Yksi käsiteltävistä menetelmistä on neuroverkkoteknologia.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa ratkaista hahmontunnistukseen liittyviä tilastollisia peruslaskuja sekä osaa suunnitella yksinkertaisia optimaalisia luokittelijoita taustateoriasta ja arvioida niiden suorituskykyä. Opiskelija osaa selittää Bayesin päätösteorian perusteet ja osaa soveltaa sitä minimivirheluokittelijoiden ja minimikustannusluokittelijoiden johtamiseen. Opiskelija osaa soveltaa gradienttihaun periaatetta lineaarisen diskriminanttifunktion etsimiseen. Lisäksi hän osaa selittää eräiden yleisten neuroverkkojen rakenteita ja toimintaperiaatteita.

Sisältö: Johdanto. Bayesin päätösteoria. Diskriminanttifunktiot. Parametrinen ja parametriton luokittelu. Piirteervalinta. Luokittimen suunnittelu ja testaus. Esimerkkiluokittimia. Neuroverkoja, erityisesti Perceptron, MLP, SOM.

Toteutustavat: Luentoja 25t ja laskuharjoituksia 25t. Pakollinen ohjelmoinnin harjoitustyö.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Matematiikan perusopinnot. Ohjelmointitaito.

Oppimateriaali: Duda RO, Hart PE, Stork DG, Pattern classification, John Wiley & Sons Inc., 2nd edition, 2001. Haykin S, Neural networks, MacMillan College Publishing Company, 1994 (tai uudempi).

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: professori Tapio Seppänen

Opetuskieli: Suomi ja Englanti.

521337A Digitaaliset suodattimet

Digital Filters

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 5-6.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa perustiedot digitaalisesta signaalinkäsittelystä ja sen sovelluksista.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa spesifioida ja suunnitella yleisimpiä menetelmiä käyttäen taajuusselektiiviset FIR- ja IIR-suodattimet. Hän osaa ratkaista siirtofunktiona, differenssiyhtälönä tai realisaatiokaaviona esitettyjen digitaalisten FIR ja IIR-suodattimien

taajuusvasteet ja pystyy analysoimaan laskostumis- ja kuvastumisilmiöitä suodattimien vasteiden perusteella. Lisäksi hän pystyy selittämään äärelliseen sananpituuteen liittyvien ilmiöiden vaikutukset. Kurssin jälkeen opiskelija pystyy auttavasti käyttämään Matlab-ohjelmiston signaalinkäsittelyyn tarkoitettuja työkaluja ja tulkitsemaan niiden antamia tuloksia.

Sisältö: 1. Näytteenottoteoreema, laskostuminen, kuvastuminen ja niiden hallinta analogisella ja digitaalisella suodatuksella, 2. Diskreetti Fourier-muunnos ja FFT, 3. Korrelaatio ja konvoluutio, 4. Digitaalisten suodattimien suunnittelu, 5. FIR-suodattimen suunnittelu ja realisaatorakenteet, 6. IIR-suodattimen suunnittelu ja realisaatorakenteet, 7. Äärellisen sananpituuden vaikutukset ja analysointi, 8. Monen näytteistystaajuuden signaalinkäsittely.

Toteutustavat: Luennot ja laskuharjoitukset 50 h.

Suunnitteluharjoituksissa tutustutaan suodattimien suunnitteluun Matlab-ohjelmiston avulla. Opintojakso voidaan suorittaa joko viikottaisten välikokeiden kautta tai loppukokeella. Lisäksi harjoitustyöt on suoritettava hyväksytysti.

Yhteydet muihin opintoihin: **Esitiedot** : Signaalianalyysi, Kompleksianalyysi.

Oppimateriaali: Luento- ja harjoitustyömateriaali. Luentomateriaali on kirjoitettu suomeksi. Oppikirja: Iffachor, E., Jervis, B.: Digital Signal Processing, A Practical Approach, Second Edition, Prentice Hall, 2002.

Suoritustavat: Opintojakso voidaan suorittaa joko viikottaisten välikokeiden kautta tai loppukokeella. Lisäksi harjoitustyöt on suoritettava hyväksytysti.

Opetuskieli: Suomi.

521485S DSP-laboratory Work

DSP-työt

Credits: 3,5

Timing: 2-6 (from November to May) approximately

Objective: The course concentrates on implementing basic algorithms and functions of digital signal processing using common modern programmable DSP processors.

Learning outcomes: After the course the student is able to use integrated design environments of digital signal processors for implementing and testing algorithms based on floating and fixed point representation.

Contents Sampling, quantization noise, signal generation, decimation and interpolation, FIR and IIR filter implementations, FFT and adaptive filter implementations.

Working methods The course is based on a starting lecture and exercises that are done using development boards of modern 32-bit digital signal processors, and the respective software development tools. The course is passed by accepted and documented exercises

Prerequisites Digital filters, computer engineering, programming skills.

Teaching Material: Exercise instruction booklet, processor handbooks, development environment handbooks. All material is in English.

Language of instruction: English

521467S Digitaalinen kuvankäsittely

Digital Image Processing

Laajuus: 5

Ajoitus: 1-3

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa perustiedot digitaalisesta kuvankäsittelystä ja konenäöstä.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa digitaalisen kuvankäsittelyn ja kuva-analyysin perusmenetelmien teoreettisen perustan ja tärkeimmät sovelluskohteet. Opiskelija osaa soveltaa kursilla opetettuja paikka- ja taajuustason sekä aallokepohjaisia kuvankäsittelymenetelmiä käytännön ongelmiin kuvan korostuksessa, entistämisessä, kompressoinnissa, segmentoinnissa sekä tunnistuksessa

Sisältö: 1. Digitaalisen kuvan perusteet, 2. Kuvan korostus, 3. Kuvan entistäminen, 4. Värikuvien käsittely, 5. Aallokkeet, 6. Kuvan kompressointi, 7. Morfologinen kuvankäsittely, 8. Kuvan segmentointi, 9. Esitystavat ja kuvaukset, 10. Hahmontunnistuksen perusteet.

Toteutustavat: Luentoja 25 h, laskuharjoituksia 7 h sekä kuvankäsittelymenetelmien käytännön toteutukseen perehdyttävä harjoitustyö periodilla 1-3 noin 25 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot : Matematiikan perusopinnot

Oppimateriaali: Gonzalez, R.C., Woods, R.E.: Digital Image Processing, Second Edition, Addison-Wesley, 2002 (Tarkempia tietoja kurssin [www-sivuilta](http://www.sivuilta) <http://www.ee.oulu.fi/research/imag/courses/dkk/>). Luento- ja harjoitusmonisteet.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

521478S Digitaalinen videonkäsittely

Digital Video Processing

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodit 2-3.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa perustiedot digitaalisesta videonkäsittelystä painottuen erityisesti videon esitystapoihin ja koodausmenetelmiin sekä moniulotteisten signaalien näytteistykseen ja näytteistysnopeuden muunnoksiin

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää keskeiset periaatteet digitaalisen videosignaalin muodostamisesta ja esitystavoista. Hän osaa analysoida videosignaalin taajuusominaisuuksia ja moniulotteisten signaalien näytteistyksen vaikutuksia sekä kykenee spesifioimaan digitaalisia suodattimia videon näytteistystaajuuden muunnokseen. Hän osaa mallintaa videon sisältöä yksinkertaisia kaksi- ja kolmiulotteisia malleja hyödyntämällä ja osaa käyttää eräitä tunnettuja menetelmiä videon liikkeen estimointiin. Opiskelija pystyy kertomaan pääpiirteittäin videon koodauksessa hyödynnettävät tekniikat ja eräiden videonkoodausstandardien tärkeimmät ominaisuudet. Hän osaa myös selittää yleisimmät menetelmät skaalatun videon koodaukseen ja virhesietoiseen videon koodaukseen.

Sisältö: 1. Videon muodostus, 2. Videosignaalin Fourier-analyysi, 3. Videon näytteistys, 4. Videon näytteistystaajuuden muuntaminen, 5. Videon mallinnus, 6. Liikkeenestimointi, 7. Videokoodauksen perusteet, 8. Aaltomuotoon pohjautuva koodaus, 9. Skaalautuva videokoodaus, 10. Videokoodauksen standardit, 11. Virheiden hallinta videonsiirrossa.

Toteutustavat: Luennot (24 h), laskuharjoitukset (10 h) ja harjoitustyö Matlab-ympäristössä (10 h).

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Digitaalinen kuvankäsittely ja Digitaaliset suodattimet.

Oppimateriaali: Y. Wang, J. Ostermann, Y. Zhang: Video processing and communications, Prentice-Hall, 2002, luvut 1-6, 8, 9, 11, 13 ja 14. P. Symes: Digital video compression, McGraw-Hill, 2004, luvut 9-12. Luento- ja harjoitusmateriaali.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: professori Janne Heikkilä

Opetuskieli: Suomi.

521466S Konenäkö

Machine Vision

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 5-6.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa syventäviä tietoja konenäöstä ja sen soveltamisesta käytännön kuva-analyysiongelmiin. Kurssilla käydään läpi useita yleisimpiä konenäkömenetelmiä ja -algoritmeja sekä tutustutaan kuvanmuodostuksen perusteisiin.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa hyödyntää yleisimpiä konenäkömenetelmiä erilaisten kuva-analyysiongelmiin ratkaisemiseen. Hän kykenee suorittamaan alueiden segmentointia ja hahmontunnistusta kuvista laskettavien väri-, tekstuuri- ja muotopiirteiden avulla. Hän osaa käyttää liiketietoa kuva-analyysissä sekä mallin sovitusta kuvien rekisteröinnissä ja objektien tunnistuksessa. Opiskelija osaa selittää geometrisen tietokonenäön keskeisten menetelmien periaatteet ja pystyy kalibroimaan kameroita sekä hankkimaan 3D-mittaustietoa näkymästä mm. stereokuvantamisen avulla. Kurssin jälkeen opiskelija osaa auttavasti käyttää Matlab-ympäristöä ja sen tarjoamia työkaluja konenäkömenetelmien toteuttamiseen ja tulosten analysointiin.

Sisältö: Perusteet; binäärikuvien analyysi; väri ja varjostus; tekstuuri; sisältöpohjainen kuvien haku; liike 2D-kuvasekvensseistä; kuvan segmentointi; sovittaminen 2D:ssä; 3D-tiedon havaitseminen 2D-kuvista; 3D-aistiminen ja kohteen paikan ja asennon määrittäminen; 3D-mallit ja sovittaminen; sovellusesimerkkejä.

Toteutustavat: Luennot (30 h), laskuharjoitukset (15 h) ja suunnitteluharjoituksia (10 h). Suunnitteluharjoituksissa tutustutaan konenäkömenetelmien toteuttamiseen ja esimerkkiongelmien ratkaisemiseen Matlab-ympäristössä.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Digitaalinen kuvankäsittely.

Oppimateriaali: Shapiro, L.G., Stockman, G.C.: Computer Vision, Prentice Hall, 2001. Luento- ja harjoitusmonistheet.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppuko keella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: professori Janne Heikkilä

Opetuskieli: Suomi.

521484S Tilastollinen signaalinkäsittely

Statistical Signal Processing

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 4-6.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa perustiedot estimointi- ja ilmaisuteoriasta sekä niiden soveltamisesta digitaaliseen signaalinkäsittelyyn.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa käyttää yleistä lineaarista mallia parametrien estimointiongelmien esitystapana. Hän kykenee myös soveltamaan tyypillisimpiä determinististen ja satunnaisparametrien estimointimenetelmiä erilaisiin estimointiongelmiin. Hän osaa määrittää estimaattoreiden tilastollisia ominaisuuksia ja tehdä vertailuja estimaattoreiden välillä. Opiskelija osaa myös muodostaa perustavan tilamallin ja hyödyntää Kalman-suodatusta tilaestimoinnissa. Lisäksi hän kykenee soveltamaan ilmaisuteorian perusmenetelmiä yksinkertaisten ilmaisuongelmien ratkaisemiseen. Kurssin jälkeen opiskelija pystyy toteuttamaan opitut menetelmät ja arvioimaan niiden tilastollisia ominaisuuksia Matlab-ohjelmiston avulla.

Sisältö: 1. Johdanto, 2. Estimointiongelman mallintaminen, 3. Pienimmän neliösumman menetelmät, 4. BLU-estimointi, 5. Signaalin ilmaisu 6. ML-estimointi, 7. MS-estimointi, 8. MAP-estimointi, 9. Kalman-suodin.

Toteutustavat: Luennot (30 h), laskuharjoitukset (24 h) ja suunnitteluharjoitus (10 h). Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot : Matriisialgebra, Tilastomatematiikka.

Oppimateriaali: J. Mendel: Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications and Control, Prentice-Hall, 1995 ja M.D. Srinath, P.K. Rajasekaran, R. Viswanathan: Introduction to Statistical Signal Processing with Applications, Prentice-Hall, 1996, kappale 3. Luento- ja harjoitusmonisteet.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan välikokeilla tai loppukokeella sekä hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Vastuuhenkilö: professori Janne Heikkilä

Opetuskieli: Suomi.

521358S Sovelluskohtaiset signaaliprosessorit

Application Specific Signal Processors

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodit 4-5.

Tavoite: Kurssin jälkeen opiskelija osaa erotella signaaliprosessorien päätyypit ja suunnitella muutamia siirtoliipaisutekniikalla toteutettuja signaaliprosessoreita. Opiskelija osaa rakentaa signaaliprosessorin peruskomponenteista ja suhteuttaa prosessorin suorituskyvyn vaatimusmäärittelyä vastaavaksi. Opiskelija soveltaa TTA Codesign Environment –työkaluketjua ja Alteran FPGA –työkaluja järjestelmän syntetisoimiseen.

Sisältö: Esimerkkejä moderneista signaalinkäsittelysovelluksista, signaaliprosessorien päätyypit, rinnakkainen signaalinkäsittely, siirtoliipaisuarkkitehtuurit, algoritmien ja prosessoriarkkitehtuurin yhteensovittaminen, TCE-kehitysympäristö ja Alteran FPGA työkalut.

Toteutustavat: Luento-opetus 10h (pakollinen läsnäolo). Itsenäinen parityöskentely 98h

Kohderyhmä: Kurssi on syventävä ja valinnainen. Tarkoitettu DI-tutkinnon loppuvaiheessa oleville opiskelijoille ja jatko-opiskelijoille, erityisesti signaalinkäsittelyn opintosuuntaa opiskeleville.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: 521267A Tietokonetekniikka, 521337A digitaaliset suodattimet, ohjelmointitaito

Oppimateriaali: Luontomoniste.

Suoritustavat: Osallistuminen pakolliseen lähiopetukseen ja hyväksytysti suoritettu harjoitustyö.

Arviointi: 5 - 1 / hylätty

Vastuuhenkilö: Jani Boutellier.

Opetuskieli: Englanniksi, jos yksi tai useampi vaihto-opiskelija osallistuu

521489S Informaationkäsittelyn tutkimustyö

Research Work on Information Processing

Laajuus: 8

Tavoite: Kurssin tavoite on käytännön harjoittelun kautta kehittää opiskelijan kykyä tehdä tutkimustyypistä työtä osana aktiivista projektiryhmää. Tällaisen ammattitaidon merkitys korostuu yhä enemmän yliopistojen, tutkimuslaitosten ja korkean teknologian yritysten tutkimus- ja tuotekehitystehtävissä. Työ kehittää oma-aloitteisuutta, luovuutta, teorian tiedon soveltamistaitoa, ohjelmointitaitoa ja ryhmätöitä. Osaamistavoitteet: Kurssin jälkeen opiskelija osaa työskennellä aktiivisena, vastuullisena ja oma-aloitteisena projektiryhmän jäsenenä. Opiskelija osaa soveltaa alansa teoriatietoa luovasti käytännön tutkimusongelman ratkaisuun, pystyy toteuttamaan työssä tarvittavat menetelmät ohjelmointikielellä sekä osaa dokumentoida työnsä tulokset tieteellisen julkaisun muodossa.

Sisältö: Opintojaksossa tehdään informaationkäsittelyn alaan liittyvä pienimuotoinen tutkimustyö osana tutkimusryhmän toimintaa. Aiheet valitaan käynnissä olevien tutkimushankkeiden tarpeiden mukaisesti. Pääpaino on informaationkäsittelyn menetelmien kehittämisessä ja soveltamisessa. Työhön kuuluu yleensä menetelmän toteuttaminen esimerkiksi Matlab-, C- tai Java-ympäristössä.

Toteutustavat: Työ aloitetaan perehtymällä lyhyesti tutkimusryhmän tavoitteisiin ja toimintaan sekä sopimalla ohjaajan kanssa työn sisällön yksityiskohdat. Työn vaiheistaminen, käytännön toteutus ja ohjaus sovitaan ennen aloittamista. Tyypillisesti tehtävään sisältyy teoriaan perehtyminen, ohjelmointivaihe, testausvaihe, dokumentointivaihe ja tulosten loppuesittely.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Edellytyksenä kurssin suorittamiselle vaaditaan hyvä yleinen opintomenestys. Ohjelmointitekniikan kurssien menestyksekkäs suorittaminen katsotaan eduksi. Lisäehtoja voidaan asettaa tehtäväkohtaisesti.

Oppimateriaali: Työ aloitetaan perehtymällä lyhyesti tutkimusryhmän tavoitteisiin ja toimintaan sekä sopimalla ohjaajan kanssa työn sisällön yksityiskohdat. Työn vaiheistaminen, käytännön toteutus ja ohjaus sovitaan ennen aloittamista. Tyypillisesti tehtävään sisältyy teoriaan perehtyminen, ohjelmointivaihe, testausvaihe, dokumentointivaihe ja tulosten loppuesittely.

Lisätiedot:

521486S Signaalinkäsittelyjärjestelmät (4op)

Signal Processing Systems

Laajuus: 4

Ajoitus: Periodit 1-3.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa syventävää tietoa signaalinkäsittelyjärjestelmistä liittyen yleisimpiin niissä käytettäviin algoritmeihin, toteutusrakenteisiin ja suunnittelutyökaluihin. **Osaamistavoitteet:** Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittää signaalinkäsittelyn toteutusten ohjelmisto- ja laitteistohaasteet sekä suunnitteluratkaisujen roolit. Hän osaa muuttaa liukulukuaritmetiikalle suunnitellun digitaalisen suodattimen kiintolukutoteutukseksi ja optimoida sananpituudet vaatimusten mukaisen käyttäytymisen saavuttamiseksi. Lisäksi opiskelija kykenee

selittämään tärkeimmät algoritmien toteutusrakenteet ja pystyy tunnistamaan niiden käyttökohteet. Kurssin jälkeen opiskelija osaa auttavasti mallintaa Matlab- ja Simulink-ohjelmistoilla kiinteän pisteen signaalinkäsittelyä soveltavia ratkaisuita ja tulkitsemaan niiden antamia tuloksia.

Sisältö: Binääri- ja liukulukuaritmetiikka, DSP- ohjelmointimallit ja yhteissuunnittelu, digitaaliset signaaliprosessorit, algoritmit ja toteutukset (CORDIC ja DCT), polyphase-suodattimet, adaptiiviset algoritmit ja sovellukset. Harjoitustöissä käytettävät ohjelmointityökalut ovat Matlab ja Simulink.

Toteutustavat: Luennot 30 h ja seitsemän suunnitteluharjoituksia, joista ainakin viisi pitää suorittaa hyväksytysti. Opintojakson arvosana määräytyy loppukokeesta ja harjoitustöistä saatujen yhteispisteiden perusteella.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Digitaaliset suodattimet, Tietokonetekniikka, Digitaalitekniikka II

Oppimateriaali: Luento- ja harjoitustyömateriaali. Materiaali on kirjoitettu englanniksi.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Opetuskieli: Suomi.

521488S Multimedia Systems

Multimediajärjestelmät

Credits: 6

Schedule: Periods 2-3

Objective: The aim of the course is to provide advanced knowledge of multimedia technologies, and applying them in designing and implementing a multimedia system.

Learning objectives: Student can determine specifics of different multimedia elements and can explain basic techniques for presentation of multimedia. Student can describe novel multimedia communication techniques and recognize different functional domains, and how to apply them in the design and implementation of novel multimedia applications and services.

Contents: key concepts, multimedia elements: image, voice, video, and animation techniques; resource management, real-time multimedia, quality of service, synchronization, multimedia communication techniques, multimedia databases, reference models, standardization, applications, watermarking, design and implementation of multimedia system.

Implementation: Lectures (20 h) and course exercise (60 h). Course is passed with final examination and accepted course exercise. Additional points to exam can be gained from two group exams. Course exercise is graded as part of the total grade. Course materials and group work instructions are available at OPTIMA.

More information: <http://www.ee.oulu.fi/research/tklab/courses/521488S/>

Literature: Multimedia Communications: Applications, Networks, Protocols and Standards. F. Halsall, Addison-Wesley 2001, chapters 1-5. Lecture slides provide appendices and show the focus areas in more detail.

Supportive reading: Multimedia: Computing, Communications and Applications. R. Steinmetz and K. Nahrstedt, Prentice Hall 1995, chapters 1-6, 9.1.-9.4, 10.1, 11,12 and 15. Open Distributed Processing and Multimedia. G. Blair and J. Stefani, Addison-Wesley 1998, chapters 2-4 and 8. Principles of Multimedia Database Systems. V. Subrahmanian, Morgan Kaufman 1998, chapters 1,5, 9 and 15.

Prerequisites: recommended courses include basic courses in computer science and mathematics, Operating systems (521453A), Digital Image Processing (521467S), Computer networks (521476S) and Software Engineering (521457A).

Teaching language: English

521499A Informaatioverkostojen palvelutekniikat

Information Networks Service Techniques

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 4-5.

Tavoite: Kurssin tavoitteena on antaa näkemys modernien informaatioverkostojen rakenteesta, palveluista, tekniikoista ja verkostoissa tapahtuvasta strategisesta toiminnasta. Kurssi johdattaa soveltamaan konvergoituneita palvelutekniikoita sekä ymmärtämään niihin liittyviä teoreettisia malleja.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää informaatioverkostojen keskeiset käsitteet ja verkstorakenteisiin liittyviä lainalaisuuksia. Opiskelija osaa selittää informaatioverkostoihin liittyviä teoreettisia malleja sekä osaa luokitella erilaisia informaatioverkostojen palvelutekniikoihin liittyviä teknologioita. Lisäksi hän osaa tunnistaa verkostoituneiden teknologioiden merkityksen erilaisten palveluiden toteuttamisessa.

Sisältö: Verkostojen teoria, liikenneteoria, peliteoria, informaatioverkostojen palvelut, palvelualustat, palveluarkkitehtuurit, verkostovaikutukset, palveluadaptaatio, verkostojen strategiat, vertaisverkostojen tekniikat.

Toteutustavat: Luennot (20 h) ja ryhmätyö (30 h). Arvosana määräytyy tentin perusteella. Ryhmätyöstä voi saada lisäpisteitä loppukokeeseen. Kurssimateriaali saatavilla OPTIMA-järjestelmän kautta.

Lisätietoja: <http://www.ee.oulu.fi/research/tklab/courses/521499A/>

Yhteydet muihin opintojaksoihin: **Esitiedot:** Kurssin esitiedoiksi suositellaan Johdatus tietoliikennetekniikkaan, Tietoverkkoliiketoiminta, Käyttöjärjestelmät ja Ohjelmistotekniikka.

Oppimateriaali: D. Easley, J. Kleinberg, Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World, Cambridge University Press, 2010.

Oheiskirjallisuus: S. Mueller, APIs and Protocols for Convergent Network Services, McGraw-Hill 2002, kappaleet 1,2,7-14.; A. Barabasi: "Linked: How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means", Plume 2003; T. Ahonen, m-Profits: Making Money from 3G Services, Wiley 2002.

Suoritustavat: Arvosana määräytyy tentin perusteella. Vapaaehtoisista ryhmätenteistä voi saada lisäpisteitä tenttiin. Kurssimateriaali saatavilla OPTIMA-järjestelmän kautta.

Lisätiedot: Esitiedot: Kurssin esitiedoiksi suositellaan Tietoverkkoliiketoiminta, Käyttöjärjestelmät ja Ohjelmistotekniikka.

Opetuskieli: Suomi.

521493S Computer Graphics

Tietokonegrafiikka

Credits: 7

Timing: 4-6

Objectives: The objective of the course is to supply the student with basic understanding of computer graphics, algorithms and applications.

Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student is able to specify and design 2D graphics algorithms including: line and circle drawing, polygon filling and clipping, and 3D computer graphics algorithms including transformations, viewing, hidden surface removal, shading, texture mapping and hierarchical modeling. Moreover, he is able to explain the relationship between the 2D and 3D versions of such algorithms. He also has the necessary basic skills to use these basic algorithms available in OpenGL.

Contents: The history and evolution of computer graphics; 2D graphics including: line and circle drawing, polygon filling, clipping, and 3D computer graphics algorithms including viewing transformations, shading, texture mapping and hierarchical modeling; graphics API (OpenGL) for implementation.

Working methods: The course consists of lectures and several design exercises. The final grade is based on the combined points from exercises and final exam.

Study materials

- 1) Textbook: Edward Angel: Interactive Computer Graphics, 5th, Addison-Wesley 2008
- 2) Reference: Peter Shirley, Michael Ashikhmin, Michael Gleicher, et al. : Fundamentals of Computer Graphics, second edition, AK Peters, Ltd. 2005
- 3) Lecture notes (in English)
- 4) Materials in the internet (e.g. OpenGL redbook), OpenGL Programming Guide or 'The Red Book': <http://unreal.srk.fer.hr/theredbook/> , OpenGL Video Tutorial: http://www.videotutorialsrock.com/opengl_tutorial/what_is_opengl/text.php

Prerequisites: computer engineering, programming skills using C++ , basic Data Structures, simple Linear Algebra

Responsible person: Guoying Zhao (Lecturer), Jie Chen (Teaching assistant) and Jukka Holappa (Teaching assistant)

Language of instruction: In English

521495S Tekoäly

Artificial Intelligence

Laajuus: 5

Ajoitus: 4-5

Tavoite: Kurssilla tutustutaan tekoälyn, erityisesti tietämystekniikan peruskäsitteisiin ja menetelmiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija tunnistaa ongelmat joiden ratkaisuun tekoälymenetelmät soveltuvat. Opiskelija osaa älykkäiden agenttien peruskäsitteet, ja yleisimpien tekoälyssä käytettäviä hakumenetelmien, logiikkaan perustuvien päättelymenetelmien sekä suunnittelussa käytettävien teknikoiden soveltamisen tekoälyn ongelmiin. Opiskelija osaa soveltaa myös joitakin epävarmuuteen perustuvia päättelymenetelmiä ja yksinkertaisia koneen tekemiin havaintoihin perustuvan oppimisen menetelmiä. Lisäksi hän osaa toteuttaa yleisimpiä hakumenetelmiä ohjelmointikielellä.

Sisältö: 1. Johdanto, 2. Älykkäät agentit, 3. Ongelmanratkaisu haun avulla, 4. Informoidut hakumenetelmät, 5. Rajoitteiden tyydyttämisiongelmat, 6. Pelit, 7. Loogisesti päättelevät agentit, 8. Ensimmäisen kertaluvun logiikka, 9. Päättely ensimmäisen kertaluvun logiikassa, 10. Suunnittelu, 11. Epävarmuus, 12. Bayesin verkot, 13. Oppiminen havainnoista.

Toteutustavat: Luentoja 25 h sekä tekoälymenetelmien käytännön toteutukseen perehdyttävä harjoitustyö periodilla 4-5 noin 25 h.

Luennot ja harjoitustyö. Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Jonkin ohjelmointikielen hallitseminen.

Oppimateriaali: Russell, S., Norvig, P.: Artificial Intelligence, A Modern Approach, Second Edition, Prentice-Hall, 2003. Syrjänen, M.: Tietämystekniikan peruskurssin luentomoniste. Tarkempia tietoja kurssin www-sivuilta <http://www.ee.oulu.fi/research/imag/courses/ai/>

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella ja hyväksytysti suoritettulla harjoitustyöllä.

521496S Informaatioverkostojen järjestelmätyö

Information Networks System Design

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-6.

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on antaa opiskelijalle syventävä tietämys informaatioverkostojen järjestelmä-laitteisto arkkitehtuurin suunnittelukriteereistä, toteutuksesta ja testaamisesta. Osaamistavoitteet : Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tuottaa järjestelmän suunnittelun, vaatimusmäärittelyn sekä muun vaaditun projektiraportoinnin dokumentaation. Opiskelija osaa toteuttaa arkkitehtuurisuunnitelman mukaisesti kokonaisintegraation ja muun tapauskohtaisesti vaaditun laite- tai ohjelmistokomponenttien toteuksen sekä niiden toimintatestauksen.

Sisältö: Informaatioverkostojen järjestelmän suunnittelu ja toteutustyö, joka jakautuu kolmeen osioon: Arkkitehtuurin spesifikaation suunnittelu ja vaatimusmäärittely toteutettavalle järjestelmälle

Järjestelmän toteutus käyttämällä arkkitehtuurisuunnitelman mukaisesti laite ja ohjelmistokomponentteja kokonaisintegraation aikaansaamiseksi

Järjestelmän toimintatestaus ja projektiraportointi

Toteutustavat: Kurssi toteutetaan itsenäisenä suunnittelutyönä 1-3 henkilön ryhmissä ajankohtaiseen aihepiiriin kuuluvasta järjestelmäalueesta. Kurssilla suunnitellaan ja toteutetaan kokonainen tai osajärjestelmä informaatioverkostoarkkitehtuurista soveltuvan palveluesimerkin toteuttamiseksi. Lisätietoja: <http://www.ee.oulu.fi/research/tklab/courses/521496S/>

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot : Kandidaatin tutkinnon sisältämät ohjelmisto- ja elektroniikan kurssit.

Oppimateriaali: Vaihtuva materiaali riippuen järjestelmätyön alueesta, mkl. stardardien spesifikaatiot sekä ohjelmisto/laite API kuvaukset.

Lisätiedot:

Opetuskieli: Suomi.

521032A Tietotekniikan tutkielma

Information Engineering Study

Laajuus: 3-8

Ajoitus: Periodit 1-6.

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on kehittää opiskelijan valmiuksia tutkimuksen tekemiseen laatimalla tutkielman, joka noudattaa tieteellisen kirjoittamisen periaatteita. Lisäksi tavoitteena on syventää opiskelijan osaamista annettuun aihepiiriin liittyen.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa auttavasti tehdä kirjallisuustutkimuksen ja laatia sen pohjalta lyhyen tutkielman noudattaen tieteellisen kirjoittamisen periaatteita. Hän osaa selittää aihepiiriin keskeiset menetelmät ja osaa käyttää annetun aihepiiriin terminologiaa kirjallisessa ja suullisessa viestinnässä. Opiskelija kykenee kertomaan hyvistä tutkimuskäytännöistä ja soveltamaan niitä käytäntöön työskennellessään tutkimuspainotteisissa tehtävissä.

Sisältö: Opiskelija tutustuu aluksi aihepiiriin problematiikkaan, käsitteisiin ja menetelmiin lähdekirjallisuuden avulla. Tarvittaessa hän voi myös toteuttaa valittuja menetelmiä tietokoneelle ja tuottaa omaa kokeellista aineistoa tutkimuksen tueksi. Tämä jälkeen hankittu materiaali analysoidaan ja esitetään kirjallisena tutkielmana, jonka ulkoasu noudattaa diplomityöohjeita soveltuvin osin. Tutkielmassa kiinnitetään erityistä huomiota esitetyn tiedon kattavuuteen, rakenteen johdonmukaisuuteen ja asiasisällön selkeyteen.

Toteutustavat: Tutkielman aihe sovitaan yhdessä ohjaajan kanssa. Opintojakso muodostuu itsenäisestä työskentelystä ja tapaamisista ohjaajan kanssa. Tutkielma voidaan tehdä kahden hengen ryhmissä, jolloin kunkin tekijän osuus on oltava riittävä ja tehtävänjako täytyy käydä selvästi ilmi tarkastettavaksi jätettävästä työstä.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Matematiikan perusopinnot ja aihepiiriin liittyvät aineopinnot.

Oppimateriaali: Määräytyy aiheen mukaan.

Suoritustavat: Opintojakson suorittaminen edellyttää hyväksyttyä tutkielmaa.

521031A Informaatioverkostojen tutkielma

Information Networks Study

Laajuus: 3.8

Ajoitus: Periodit 1-6.

Tavoite: Opintojakson tavoitteena on kehittää opiskelijan valmiuksia informaatioverkostojen alan tutkimuksen tekemiseen laatimalla tutkielman, joka noudattaa tieteellisen kirjoittamisen periaatteita. Lisäksi tavoitteena on syventää opiskelijan osaamista annettuun aihepiiriin liittyen.

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tuottaa vaatimusten mukaisessa esitystavassa ja kieliäsuissa esitetyn tieteellisen raportin. Opiskelija osaa käyttää tieteellistä menetelmää tutkimuksen toteuttamisessa ja osaa organisoida kirjallisen tuotoksensa järjestelmällisesti ja selkeästi.

Sisältö: Opiskelija tutustuu aluksi aihepiiriin kysymyksenasetteluun, käsitteisiin ja menetelmiin lähdekirjallisuuden ja tutkimusjulkaisujen avulla. Opiskelija voi tehdä aiheeseen liittyvän tietoteknisen tai siihen liittyvän monitieteisen tutkimuksen. Tutkimusaiheen metodi valitaan tapauskohtaisesti. Saavutetut tulokset analysoidaan ja esitetään kirjallisena tutkielmana, jonka ulkoasu noudattaa diplomityöohjeita soveltuvin osin. Tutkielmassa kiinnitetään erityistä huomiota esitetyn tiedon kattavuuteen, rakenteen johdonmukaisuuteen ja asiasisällön selkeyteen.

Toteutustavat: Tutkielman aihe sovitaan yhdessä ohjaajan kanssa. Opintojakso muodostuu itsenäisestä työskentelystä ja tapaamisista ohjaajan kanssa. Tutkielma voidaan tehdä kahden hengen ryhmissä, jolloin kunkin tekijän osuus on oltava riittävä ja tehtävänjako täytyy käydä selvästi ilmi tarkastettavaksi jätettävästä työstä. Opintojakson suorittaminen edellyttää hyväksyttyä tutkielmaa.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Informaatioverkostojen koulutusohjelman perusopinnot ja aihepiiriin liittyvät aineopinnot

Oppimateriaali: Määräytyy aiheen mukaan.

Lisätiedot: Esitiedot: Informaatioverkostojen koulutusohjelman perusopinnot ja aihepiiriin liittyvät aineopinnot.

Opetuskieli: Suomi.

Tietoliikennelaboratorio

521316A Langaton tietoliikenne I

Wireless Communications I

Laajuus: 4

Ajoitus: 4-6

Opettajat: Matti Latva-aho

Tavoitteet: Opintojakson tavoitteena on opiskelijan perehdyttäminen yleisimpiin laajakaistaisiin langattomiin siirtotekniikoihin, joita sovelletaan kaupallisissa järjestelmissä, sekä luoda katsaus yleisimpiin langattomien järjestelmien standardeihin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija ymmärtää tärkeimmässä kaupallisissa langattomissa järjestelmissä käytettyjen tiedonsiirtoteknologioiden pääpiirteet. Opiskelija osaa myös määritellä ja vertailla näiden teknologioiden tärkeimpiä ominaisuuksia, miksi juuri niitä käytetään ja mitkä ovat niiden hyödyt ja haitat. Opiskelija osaa selittää, miten langaton kanava vaikuttaa näiden teknologioiden suunnitteluun. Kurssin jälkeen opiskelija osaa etsiä standardien avulla tietoa nykyisistä ja eritoten tulevista teknologioista. Kurssin harjoitustyön myötä opiskelija ymmärtää myös, miten näiden teknologioiden suorituskyky riippuu useista systeemi- ja kanavaparametreista.

Sisältö: Digitaalinen tiedonsiirtolinkki, laajakaistaiset radiokanavat, monikäyttömenetelmät, hajaspektri- ja DS-CDMA-teknikat, OFDM-teknikan perusteet, UWB-teknikka, CDMA- ja OFDM-teknikoiden sovelluksia, langattomien järjestelmien yleisimmät standardit.

Toteutustavat: Luentoja, demonstraatioita ja harjoitustyö, 25 h+ 20 h.

Kurssikirjallisuus: Määritellään luennoilla.

Suoritustavat: Kurssi suoritetaan loppukokeella ja harjoitustyöllä. Arvosana määräytyy kokeen perusteella.

Esitiedot: -

Opetuskieli: Suomi

521384A Radiotekniikan perusteet

Basics of Radio Engineering

Laajuus: 5

Ajoitus: 1-2

Opettajat: Seppo Karhu

Tavoitteet: Kurssissa annetaan perustiedot radiotekniikasta. Kurssi luo pohjaa radiotekniikan opinnoille ja antaa yleiskuvan radiotekniikasta mm. elektroniikan ja tietoliikennetekniikan opiskelijoille.

Osaamistavoitteet: Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija osaa määritellä, mitä radiotekniikka on ja listata sen eri osa-alueet. Hän kykenee selittämään erilaiset radiotekniikan termit ja sovellukset. Opiskelija osaa ratkaista Maxwellin yhtälöistä radioaallon etenemisen homogeenisessa väliaineessa,

kahden väliaineen rajapinnan heijastuksen ja läpäisyn, sähkömagneettisten kenttien energian ja tehon sekä radioaallon etenemisen yleisimmissä aalto-johdoissa. Lisäksi hän pystyy soveltamaan näitä ratkaisuja tyypillisiin radioteknisiin ongelmiin. Opiskelija käyttää Smithin diagrammiin (Smith Chart) perustuvia menetelmiä mikroaaltopiirien ja antennien sovitukseen. Hän osaa selittää sekä passiivisten aaltojohtokomponenttien, resonaattorien ja suodattimien että puolijohdekomponentteihin perustuvien piirien toiminnan. Lisäksi hän osaa laskea mikroaaltopiiriteorialla niiden ominaisuudet. Opiskelija kykenee selittämään antennitermit, luokittelemaan antennityypit ja antenniryhmät sekä laskemaan niiden säteilemän sähkömagneettisen kentän. Hän osaa luokitella ja selittää tärkeimmät maan pinnan, troposfäärin ja ionosfäärin radioyhteyksillä hyödynnetyt radioaaltojen etenemismekanismit. Opiskelija pystyy selittämään radiojärjestelmän rakenteen ja laskemaan sen lohkojen ominaisuudet. Lisäksi hän osaa mitoittaa vapaan tilan radioyhteyden linkkibudjetin avulla. Opiskelija muistaa radioaaltojen biologiset vaikutukset ja turvallisuusrajat sekä osaa soveltaa niitä itseensä ja kanssaihmiisiinsä.

Sisältö: Sähkömagneettisten aaltojen perusteet. Maxwellin yhtälöt. Sähkömagneettiset aallot vapaassa tilassa. Aaltojohtorakenteita. Sähkömagneettiset kentät aaltojohdoissa. Sovitus aaltojohtoon ja Smithin diagrammin käyttö sovituksessa. Mikroaaltopiirien kuvaus sirontaparametrien avulla. Mikroaaltokomponentit. Antennien ja radioaaltojen etenemisen perusteet. Radiolähettimet ja vastaanottimet. Kohina vastaanotossa. Radiotekniikan sovelluksia. Radiosäteilyn biologiset vaikutukset.

Toteutustavat: Luennot 26 h ja laskuharjoitukset 16 h.

Kursikirjallisuus: Räisänen, Lehto: Radiotekniikan perusteet, Otatiето, 2007. Louhi, Lehto: Radiotekniikan harjoituksia, Otatiето, 1995.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Esitiedot: Sähkömagnetismi tai Sovellettu sähkömagnetiikka.

Opetuskieli: Suomi.

521387S Tietoliikenne- ja radiotekniikan erikoistyö

Telecommunication Engineering Project

Laajuus: 4

Ajoitus: 1-6

Opettaja: Kari Kärkkäinen

Tavoitteet: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelija tietoliikennejärjestelmän jonkin osakokonaisuuden suunnitteluun, toteutukseen ja/tai testaukseen.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa saamastaan aihealueesta riippuen joko ratkaista, suunnitella, rakentaa, mitata, simuloida, testata tai analysoida rajattuja pienimuotoisia tietoliikenne- ja radiojärjestelmiä tai niiden osakokonaisuuksia. Hän siis osaa soveltaa teoreettisissa opinnoissa saamia tietoja käytännön insinööriyöhön ja dokumentoida teknillisen tai tieteellisen työnsä tuloksia.

Toteutustavat: Erikoistyö tehdään yhden tai kahden hengen ryhmissä työn vaikeusasteesta riippuen. Työ voi olla joko laajahko simulointityö tai konstruktio työ. Työ voidaan tehdä joko tietoliikennelaboratorion tai teollisuuden määrittelemästä aiheesta. Jälkimmäisessä tapauksessa työn aiheelle on haettava opintojakson opettajan hyväksyntä ennen työn aloittamista. Työn suorittajien on sitouduttava työaiheen määrittelijän esittämään aikatauluun. Työseloste laaditaan osaston diplomityön kirjoitusohjetta soveltuvin osin noudattaen.

Suoritustavat: Työseloste arvostellaan arvosanoilla 1-5.

Esitiedot: Kurssin esitiedoiksi suositellaan työn aihepiiristä riippuen tietoliikennejärjestelmien, digitaalisen siirtotekniikan, digitaalisen signaalinkäsittelyn tai/ja radiotekniikan syventäviä kursseja.

Opetuskieli: Englanti/Suomi.

521350S Tietoliikenne- ja radiotekniikan seminaari

Seminar in Telecommunication and Radio Engineering

Laajuus: 1

Ajoitus: 1-6

Opettajat: Jari Linatti

Tavoitteet: Diplomityön vaatimuksiin perehtyminen sekä suullisen esitelmän valmisteluun ja pitämiseen harjaantuminen. Samalla opiskelija tutustuu ajankohtaisiin tutkimus- ja tuotekehityssuuntauksiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija osaa valmistella määrätyn pituisen esitelmän diplomityöstään sekä omaa kokemusta työnsä esittelystä. Lisäksi hän omaa kokemusta toisten esitysten arvioinnista ja saa yleiskuvan valmistuneista diplomitöistä.

Sisältö: Seminaariesitelmiä kulloinkin valmistuvista diplomitöistä sekä muista ajankohtaisista tutkimusaiheista.

Toteutustavat: Seminaareja pidetään aina tarvittaessa koko vuoden aikana.

Kurssikirjallisuus: Osaston diplomityön teko-ohjeet

Suoritustavat: Opiskelijan on osallistuttava vähintään 4 seminaartilaisuuteen, joissa yhdessä on pidettävä esitelmä valmistumassa olevasta diplomityöstään. Esitelmät pidetään pääosin englanniksi. Seminaareja pidetään aina tarvittaessa koko vuoden aikana.

Esitiedot: Ei vaadi esitietoja.

Opetuskieli: Englanti / Suomi.

521370A Tietoliikennetekniikan laboratoriotyöt

Laboratory Exercises for Telecommunication Engineering

Laajuus: 5

Ajoitus: 4-6

Opettajat: Juha-Pekka Mäkelä

Tavoitteet: Kurssin tavoitteena on tutustuttaa opiskelija erilaisiin tietoliikennetekniikan mittauksiin ja mittaustulosten dokumentointiin. Mittauksissa tutustutaan tiedonsiirtojärjestelmän osiin, toimintaperiaatteisiin ja suorituskykyyn sekä perehdytään tavallisimpiin tietoliikennetekniikan mittauksissa käytettäviin mittalaitteisiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa käyttää spektrianalysointia radiotaajuisten signaalien perusmittauksiin. Hän pystyy auttavasti käyttämään vektorisignaalianalysointia ja tulkitsemaan siitä saatavia tuloksia. Opiskelija kykenee suorittamaan vahvistimen perusominaisuuksien mittauksia. Lisäksi hän osaa suorittaa yksinkertaisen tiedonsiirtoketjun rakentamisen ja mittaamaan sen suorituskykyä spektrianalysointia ja vektorisignaalianalysointia avulla.

Sisältö: Radiorajapinnan mittauksia. Radiojärjestelmissä käytettävien komponenttien mittauksia. Radiojärjestelmän suorituskyvyn mittauksia.

Toteutustavat: Laboratorioharjoituksia. Työt sisältävät mittauksia ja työselostuksien laadinnan.

Kurssikirjallisuus: Työmoniste.

Suoritustavat: Työselostukset, jotka arvostellaan.

Esitiedot: Tietoliikennetekniikka I, Tietoliikennetekniikka II, Radiotekniikan perusteet.

Opetuskieli: Suomi

521357A Tietoliikennetekniikka I

Telecommunication Engineering I

Laajuus: 3

Ajoitus: 5-6

Opettaja: Kari Kärkkäinen

Tavoitteet: Esitetään radiokanavien perusteet sekä tärkeimpien amplitudin, vaiheen ja taajuuden modulointiin perustuvien analogisten tiedonsiirtomenetelmien periaatteet, niiden toteutusmenetelmät ja verrataan niillä saavutettavia suorituskkyjä kohinan ja kantoaaltohäiriön vallitessa. Luodaan pohja diskreetteihin sanomasignaaleihin perustuvien digitaalisten tiedonsiirtomenetelmien ymmärtämiselle.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa nimetä analogisen tiedonsiirtojärjestelmän tärkeimmät toiminnalliset lohkot ja niiden tehtävät. Opiskelija tuntee myös radiosignaalin erilaiset etenemismallit. Lisäksi hän osaa kertoa erilaisten analogisten kantoaalto- ja pulssimodulaatiomenetelmien toimintaperiaatteet aika- ja taajuusalueissa sekä menetelmien asettamat rajoitukset tiedonsiirron kannalta erilaisia häiriötekijöitä omaavissa tiedonsiirtokanavissa. Hän osaa myös arvioida teknisen toteutuksen epäideaalisuuksien rajoittavia vaikutuksia suorituskkyyn. Opiskelija kykenee myös matemaattisesti laskemaan ja analysoimaan erilaisten modulaatiomenetelmien SNR-suorituskkyä ja häiriötekijöiden vaikutuksia.

Sisältö: Tietoliikennejärjestelmän perusosat, radiokanavan ominaisuudet tiedonsiirron kannalta, lineaariset ja epälineaariset kantoaaltomodulaatiomenetelmät ja niiden ominaisuuksien vertailu, analogiset ja digitaaliset pulssimodulaatiot, sekoitus ja välitaajuusvastaanotto, vaihelukkotekniikan sovellukset, multiplexointimenetelmät. SNR-suorituskkyanalyysi pääpiirteittäin eri modulaatioille. Häiriökantoaallon ja vaihevirheiden vaikutus. Epälineaaristen järjestelmien kynnysilmio. Tekniikat suorituskkyyn parantamiseksi.

Toteutustavat: Luennot 28 h ja laskuharjoitukset 10 h. Kurssi toteutetaan lukuvuosina 2011-2012 ja 2012-2013 periodeilla 2-3 ja lisäksi syksyllä 2011 aloittaneille opiskelijoille keväällä 2013 periodeilla 5-6.

Kurssikirjallisuus: R.E. Ziemer & W.H. Tranter: Principles of Communications: Systems, Modulation and Noise, 5. painos, John Wiley & Sons, 2002, luku 1 osittain, luku 3 kokonaan, luku 6 osittain. S.R. Saunders & A. Aragón-Zavala: Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems, 2nd edition, 2007, John Wiley & Sons, soveltuvin osin.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Esitiedot: Signaalianalyysi.

Opetuskieli: Suomi.

521361A Tietoliikennetekniikka II

Telecommunication Engineering II

Laajuus: 3

Ajoitus: 2-3

Opettaja: Kari Kärkkäinen

Tavoitteet: Esitetään tärkeimpien amplitudin, vaiheen ja taajuuden modulointiin perustuvien digitaalisten siirtojärjestelmien periaatteet, siirtokanavan vaikutus suorituskykyyn sekä informaatioteorian ja koodauksen alkeet.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa kertoa digitaalisen tiedonsiirtojärjestelmän sekä välttämättömät että valinnaiset toiminnalliset osat ja osaa selittää kunkin osan toiminnan aika- ja taajuusalueessa. Lisäksi hän osaa kertoa erilaiset tiedonsiirtokanavan aiheuttamat rajoitukset sekä osaa kertoa tärkeimpiä menetelmiä kanavan häiriöiden vaimentamiseksi. Yksinkertaisilla oletuksilla hän pystyy matemaattisesti analysoimaan järjestelmän teoreettista suorituskykyä ja vertailemaan erilaisia modulaatiomenetelmiä keskenään resurssien käytön kannalta. Hän osaa arvioida tiedonsiirtojärjestelmien standardeja ja spesifikaatioita sekä soveltaa tietämystään järjestelmän ja sen osien käytännön suunnitteluun.

Sisältö: Digitaalisten siirtojärjestelmien peruslohkot, kantataajuinen digitaalinen tiedonsiirto, sovitettu suodatin ja korrelaattorivastaanotin, kaikki binääriset ja yleisimmät monitilaiset digitaaliset kantaalmodulaatiot, suorituskykyvertailut AWGN-kanavassa, kaistarajoituksen ja monitie-etenemisen vaikutus suorituskykyyn ja menetelmät niiden vaikutuksen minimoimiseksi, informaatioteorian perusteet, lähteenkoodauksen ja virheenkorjaavien koodausmenetelmien perusteet.

Toteutustavat: Luennot 28 h. ja laskuharjoitukset 10 h.. Kurssi toteutetaan lukuvuosina 2011-2012 ja 2012-2013 periodeilla 3-4 ja vuonna 2011 aloittaneille vuoden 2013 syksyllä periodeilla 2-3.

Kurssikirjallisuus: R.E. Ziemer & W.H. Tranter: Principles of Communications Systems, Modulation and Noise, 5. painos, 2002, John Wiley & Sons, luku 7 kokonaan, luku 8 osittain, ja luku 10 osittain.

Suoritustavat: Opintojakso suoritetaan loppukokeella.

Esitiedot: Signaalianalyysi.

Opetuskieli: Suomi.

521369A Tietoliikenteen simuloinnit ja työkalut

Simulations and Tools for Telecommunications

Laajuus: 3

Ajoitus: periodit 4-5

Opettajat: Harri Saarnisaari/Risto Vuotoniemi

Tavoitteet: Opintojakson tavoitteena on perehdyttää opiskelija tietoliikennejärjestelmien simulointiin. Kurssi antaa vastaukset kysymyksiin miksi, milloin ja miten simuloidaan. Simulointiperiaatteiden lisäksi opiskelija perehdytetään joihinkin oleellisiin simulointiohjelmiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija tunnistaa simulointeihin liittyviä ongelmia ja rajoitteita. Hän osaa valita sopivan simulointimenetelmän ja osaa varmentaa mallin. Hän osaa generoida signaaleja, satunnaislukuja ja kohinaa. Hän kykenee myös mallintamaan häipyvän kanavan. Hän osaa toteuttaa Monte-Carlo-simuloinnin tietoliikennejärjestelmän kantataajuusosille ja osaa arvioida simulointien luotettavuutta. Hän osaa myös selittää verkkotason simulointien perusteet. Lisäksi opiskelija osaa perusteet yhdestä tai kahdesta oleellisesta simulointiohjelmasta.

Sisältö: Simulointimenetelmät, tietoliikennejärjestelmän mallintaminen simuloimalla, simulointien luotettavuusrajat, kohinan ja satunnaislukujen generointi, häipyvän kanavan mallintaminen. Yksinkertainen kantataajuinen simulointiesimerkki, jossa em. osatekijät tulevat vastaan käytännössä.

Simulointiohjelmien MATLAB ja OPNET perusteet (ohjelmat voivat vaihdella tarpeen/saatavuuden mukaan).

Toteutustavat: Luentoja 20 h, kaksi tuntia viikossa sisältäen simulointiohjelmiin perehtymisen. Pakollinen simulaatioharjoitustyö, 15 h.

Kurssikirjallisuus: Luentokalvot. Valitut osat (kts. luentokalvot) kirjasta Michel C. Jeruchim, Philip Balaban, and K. Sam Shanmugan, Simulation of Communication Systems, Modeling Methodology and Techniques, 2nd edition, Plenum Press, 2000. Lisälukemista: William H. Tranter, K. Sam Shanmugan, Theodore S. Rappaport, Kurt L. Kosbar, Principles of Communication Systems Simulation with Wireless Applications, Prentice Hall, 2004.

Suoritustavat: Hyväksyty loppukoe ja harjoitustyö. Arvosana määräytyy kokeen perusteella.

Esitiedot: Tietoliikennetekniikka II.

Opetuskieli: Kurssi luennoidaan suomeksi. Oppikirja ja luentokalvot ovat englanniksi. Opettajan ollessa englanninkielinen myös luennot ovat englanniksi.

521380S Antennas

Antennit

Credits: 4

Timing: periods 4-6

Teacher: Seppo Karhu

Objective: After having passed the course the student knows antenna terminology, understands the role of antennas as a part of different radio systems and is familiar with the theories explaining the electromagnetic radiation of usual antenna types and antenna arrays. In addition, the student masters the preliminary design of various antenna types and arrays, as well as, knows the feasibility of electromagnetic simulators in the antenna design.

Learning outcomes: After completing the course the student can apply antenna terminology and calculate the antenna characteristics of different kind of radio systems. He/she can apply electromagnetic theory to calculate the properties of the fields radiated by wire antennas, micro strip antennas and antenna arrays. The student is also able to design wire antennas, micro strip antennas and antenna arrays for different radio systems. In addition, the student can use electromagnetic simulators to analyze and design antennas.

Contents: Introduction to different antenna types. Antenna parameters. Antennas as a part of a radio system. Radiation of an antenna from the Maxwell's equations. Typical linear wire antennas: infinitesimal dipole, small dipole, finite length dipole, half-wavelength dipole. Antennas near the conducting plane. Loop antennas. Micro strip antennas. Antenna arrays.

Working methods: Lectures 24 h, exercises 16 h and the compulsory antenna design work with an electromagnetic simulation program 14 h, during period 6.

Study materials: C. A. Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design (Third Edition). John Wiley & Sons, 2005. Chapters 1-6 and 14.

Assessment methods: The course is passed with a final examination and the accepted simulation work report. In the final grade of the course, the weight for the examination is 0.75 and that for the simulation work 0.25. Course will be given every second year in even years.

Prerequisites: Basics of Radio Engineering.

Language of instruction: English.

521321S Elements of Information Theory and Coding

Informaatioteorian ja koodauksen perusteet

Credits: 5

Timing: periods 1-3

Teachers: Markku Juntti/Timo Kokkonen

Objective: To learn the information theory as a discipline and its most important applications in information technology in general and in communications engineering in particular as well as the basics of forward error control coding.

Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student is able to use the basic methodology of information theory to calculate the capacity bounds of communication and data compression systems. He can estimate the feasibility of given design tasks before the execution of the detailed design. What is more, she can independently search for information and knowledge related to communication engineering, system design and signal processing. The student understands the operating principles of block codes, cyclic codes and convolutional codes. He can form an encoder and decoder for common binary block codes, and is capable of using tables of the codes and shift register when solving problems. She can represent the operating idea of a convolutional encoder as a state machine, the student is able to apply the Viterbi algorithm to decoding of convolutional codes, and is capable of specifying principles of turbo coding and coded modulation. Moreover, he can evaluate error probability of codes and knows practical solutions of codes by name.

Contents: Entropy, mutual information, data compression, basics of source coding, discrete channels and their capacity, the Gaussian channel and its capacity, rate distortion theory, introduction to network information theory, block codes, cyclic codes, burst error correcting codes, error correcting capability of block codes, convolutional codes, Viterbi algorithm, concatenated codes, and introduction to turbo coding and to coded modulation.

Working methods: Lectures 40 h and calculus exercises 20 h in total 6 hours in a week during periods 1-2.

Study materials: Parts from books Thomas M. Cover & Joy A. Thomas: Elements of Information Theory, 2nd ed. John Wiley & Sons, 2006 ISBN-13 978-0-471-24195-9, ISBN-10 0-471-24195-4, and S. Benedetto and E. Biglieri: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications, 1999, Chapters 3, 10 and in part 11 and 12. Lecture notes and other literature.

Assessment methods: The course is passed with weekly exams (only during lecture periods) or with final exam.

Prerequisites: Signal Analysis, Telecommunication Engineering II. Also recommended: Wireless Communications II.

Language of instruction: English.

521320S Wireless Communications II

Langaton tietoliikenne II

Credits: 8

Timing: periods 1-3

Teacher: Jari Linatti

Objective: Understanding of the basic theory and the knowledge of different fields required in digital communication are deepened. Also, communication techniques in fading channels are discussed. An

overview of wireless communication systems is given, and ability to design simple communication receivers is created.

Learning outcomes: After completing the course the student can analyze the performance of multi-level digital modulation methods in AWGN channel. She/he can explain the effect of fading channel on the performance of the modulation method and can analyze the performance. She/he recognizes the suitable diversity methods for fading channel and related combining methods. Student can define the basic carrier and symbol synchronization methods and is able to make the performance comparison of them. Student can explain design methods signals for band-limited channels and can classify different channel equalizers, and perform the performance analysis. In addition, the student can utilize channel capacity evaluation for fading channels, he/she recognizes the basic methods for link adaptation and multi-antenna communication.

Contents: Radio channel models, channel capacity, digital modulation method and their performance in AWGN-channel, carrier and symbol synchronization, performance of digital modulation in fading channel, diversity techniques, adaptive modulation and coding, multi-antenna techniques and channel equalizers in wireless communication.

Working methods: Lectures 40 h and exercises 20 h in total 4 hours in a week during periods 1-3. Design exercise 20 h during period 3. The course is given in English.

Study materials: Parts of book: Andrea Goldsmith: Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005. Parts of J.G. Proakis: Digital Communications, 4th ed, McGraw Hill, 2001. Also, additional material from other sources.

Assessment methods: The course is passed with final examination (during lecture periods possibility to pass with intermediate exams) and accepted design exercise. Grade is based on exam.

Prerequisites: Telecommunication Engineering II, Wireless Communications I. Also recommended: Statistical Signal Processing.

Language of instruction: English.

521317A Wireless Communications III

Langaton tietoliikenne III

Credits: 8

Timing: periods 4-6

Teachers: Matti Latva-aho

Objective: Target is to deepen the understanding of the fundamental transmission concepts used in broadband wireless and in particular mobile systems.

Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student can define the design criteria for CDMA and OFDM based wireless systems. Student can also interpret and explain the different receiver algorithm designs used in these technologies. During the course it is explained how these technologies are deployed in current and future wireless systems. After the course student has understanding on the applicability of these technologies to different types of scenarios and applications. With this knowledge the student can justify why certain solutions will be used or considered for future wireless systems and roughly compare their performance.

Contents: Broadband channels and their modeling, CDMA techniques and modems, performance of CDMA systems, design of OFDM systems and modems, future mobile technologies.

Working methods: Lecturers 45 h, exercises 25 h, demonstrations and laboratory work 25 h. Course will be given every second year in odd years.

Study materials: Wireless communications, A. Molisch, John Wiley & Sons 2010. Introduction to Spread Spectrum Communications, R. L. Peterson, R. E. Ziemer, D. E. Borth, Prentice-Hall, 1995. OFDM for Wireless Multimedia Communications, R. Prasad, and R. Van Nee, Artech House, 2000. 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, E. Dahlman et al., Academic Press, 2011.

Assessment methods: Final exam and laboratory work. Grade is based on exam.

Prerequisites: Wireless Communications I and II.

Language of instruction: English.

521385S Mobile Telecommunication Systems

Matkaviestintäjärjestelmät

Credits: 5

Timing: periods 4-6

Teacher: Marcos Katz

Objective: The goal of this course is to provide the basic understanding of dimensioning and performance of mobile communications systems. In addition, the current mobile communications system standards as well as the ones being developed are also studied, preparing students to understand the structure, functionality and dimensioning of these systems.

Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student will be able to determine and fit the values of the main parameters for modern mobile telecommunication systems network planning. The course gives skills to describe mobility management, adaptive resource control and dynamic resource allocation in mobile networks.

Contents: Concept and structures of modern mobile communications systems. Basics of radio network planning and capacity. Distributed transmission power control and mobility management. Resource allocation techniques: adaptive resource control, dynamic resource allocation. Cooperative communications. Examples of digital mobile telecommunication systems in practice.

Working methods: Two hours of lectures in a week, 30 h in total, exercises, 16 h and simulation exercise 16 h.

Study materials: The course material will be defined in the beginning of the course.

Assessment methods: The course is passed with final examination and accepted laboratory exercise. The grade is based on the exam.

Prerequisites: Telecommunication Engineering II, Wireless Communications I and II.

Language of instruction: English.

521386S Radio Channels

Radiokanavat

Credits: 5

Timing: periods 4-6

Teacher: Seppo Karhu

Objective: After having passed the course a student is familiar with the basics of radiowave propagation over terrestrial, ionospheric and satellite channels. He/she understands the physics, composition and importance of the propagation models and can apply them in practice to radio communication, radio navigation, radio broadcasting and radar systems.

Learning outcomes: After completing the course, the student can define what the radio channel is and is able to distinguish it into modellable parts. He/she is capable to adopt radio wave propagation mechanisms: free-space propagation, absorption, scattering, reflection, refraction, diffraction, surface and ground waves, ionospheric waves and multipath propagation. The student can also describe how the radiation properties of different kind of antennas and antenna arrays affect the characteristics, quality and capacity of a radio channel. In addition, the student can apply physical and empirical models of path loss, slow fading (shadowing), narrowband or wideband fast fading and noise in order to calculate the link budget, power delay profile and other characteristics of a radio link. He/she can analyze which are the dominating propagation mechanisms in a fixed terrestrial, ionospheric and satellite links, outdoor and indoor mobile communications, MIMO (multiple-input-multiple output) communications and ultra wideband communications. Moreover, he/she is able to calculate the effects of the dominating propagation mechanisms on different kind of radio channels. He/she can summarize how to overcome the radio channel impairments and how to measure the properties of different radio channels.

Contents: Radio channels of different radio systems. Characterization of radio waves and propagation media. Different mechanisms of radiowave propagation: direct free-space propagation, absorption, scattering, reflection, refraction, diffraction, surface and ground waves, ionospheric waves and multipath propagation. Effects of antennas on the radio channel. Principles of the radio channel modeling. Noise calculations. Radiowave propagation phenomena over fixed terrestrial, ionospheric and satellite links. Radio channel modeling for outdoor mobile systems. Radiowave propagation inside or into buildings. Radio channels of mobile satellite links. Slow fading. Multipath propagation and its effects on narrowband and wideband radio channels. MIMO radio channels. Ultra wideband radio channels. Mitigation methods of propagation phenomena. Measurement methods of radio channels.

Working methods: Lectures 26 h and exercises 20 h. Course will be given every second year in odd years.

Study materials: Simon R. Saunders & Alejandro Aragón-Zavala: Antennas and propagation for wireless communication systems. Second edition. John Wiley & Sons Ltd, 2007. Curt A. Levis, Joel T. Johnson & Fernando L. Teixeira: Radiowave propagation. Physics and applications. John Wiley & Sons Ltd, 2010. Henry L. Bertoni: Radio propagation for modern wireless systems. Prentice Hall PTR, 2000.

Assessment methods: The course is passed with a final examination.

Prerequisites: Basics of Radio Engineering, Signal Analysis.

Language of instruction: English.

521335S Radio Engineering I

Radiotekniikka I

Credits: 6

Timing: periods 1-3

Teachers: Risto Vuontoniemi

Objective: After having passed the course the student is familiar with the basic theory and techniques of designing radio frequency circuits used in radio transceivers.

Learning outcomes: After completing the course the student recognizes different kind of impedance matching methods and can design the impedance matching network using discrete components and microstrip lines. She/he can also explain factors, which are limiting the bandwidth of impedance matching networks. Student can design the impedance matching for a low noise amplifier. In the im-

pedance matching the noise figure is minimized or the gain is maximized. The impedance matching can also be made for the constant gain. Student can explain the principle of a single ended, balanced and double balanced mixer and the advantages and the disadvantages of these mixers. She/he can design a power divider and a directional coupler. Student can also explain the principle of an automatic gain control (AGC). Student can classify power amplifiers and can in the basic case design the matching network for a power amplifier.

Contents: Impedance matching using discrete components, microstrip matching networks, RF transistor amplifier design, active and passive mixers, power dividers, directional couplers, automatic gain control (AGC), power amplifier design.

Working methods: Lectures 30 h and exercises 24 h. Design exercise with ADS-simulation software 18 h during period 3.

Study materials: Lecture notes. D.M. Pozar: Microwave Engineering, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., 2005.

Assessment methods: The course is passed with final examination and accepted design exercise. In the final grade the weight for the exam is 0.75 and for the design exercise 0.25.

Prerequisites: Basics of Radio Engineering.

Language of instruction: English (fall 2011) and Finnish (fall 2012).

521375S Radio Engineering II

Radiotekniikka II

Credits: 5

Timing: periods 4-6

Teachers: Risto Vuoltoniemi

Objective: The aim is to understand the basic theory and techniques of design in transceivers at the system level. After passing the course the student knows, what should be taken into account when functional blocks of a transceiver are connected so that the performance requirements are achieved.

Learning outcomes: After completing the course the student recognizes the blocks of a transmitter and can explain the principle of a transmitter. She/he can classify different architectures used in transmitters and understand the basis for them. Student can define parameters used in the transmitter system level design and can design a transmitter at the system level so that the requirements for the system are fulfilled. She/he can explain nonlinear distortion and can design the automatic gain control in the system level. Student can also explain factors, which are important for the selection of D/A- and A/D-converters. She/he can derive various methods to create the in phase and the quadrature components of a signal. She/he can also explain the principles of frequency synthesis in a transmitter.

Contents: Designing transceivers at the system level, transceiver architectures, performance characteristics of transceivers, factors which limit the performance of transceivers, nonlinearities, design of RF and IF stages, placement of the A/D-converter in receivers, frequency synthesis, design and implementation examples.

Working methods: Two hours of lectures in a week, 30 h in total. Design exercise with ADS-simulation software, 30 h during period 6. Course will be given every second year in even years.

Study materials: Lecture notes. A. Luzatto, G. Shirazi: Wireless Transceiver Design, John Wiley & Sons Ltd, 2007. Walter Tuttlebee: Software Defined Radio. Enabling Technologies, John Wiley & Sons Ltd, 2002.

Assessment methods: The course is passed with final examination and accepted design exercise. In the final grade, the weight for the examination is 0.75, and for the design exercise 0.25.

Prerequisites: Radio Engineering I.

Language of instruction: English.

521318S Modern Topics in Telecommunications and Radio Engineering

Tietoliikenne- ja radiotekniikan ajankohtaisia aiheita

Credits: 3-7

Timing: periods 1-6

Teacher: Pentti Leppänen

Objective: Depending on each year's topic, the course gives either an overview or deepens knowledge of actual topics and applications on radio techniques and telecommunications. The course comprises varying topical subjects, applications, research areas. Depending on the subject, the course may comprise a seminar of essays that practices a student for spontaneously acquiring information, improves readiness for making a master's thesis and readiness for performing in front of an audience.

Learning outcomes: After completing the course the student understand and is able to analyze basic principles of the topic which has been presented in the course. The final outcomes will be defined based on the contents.

Contents: Varies yearly based on actual topics in telecommunications and radio engineering.

Working methods: Lectures and/or exercises and/or design exercise and/or seminars depending on the topic of the year. The start and implementation of the course will be informed separately. The course can be given several times with different contents during the academic year and it can be included into the degree several times.

Study materials: Will be defined in the beginning of the course.

Assessment methods: Depends on the working methods.

Prerequisites: Will be defined based on the contents.

Language of instruction: English.

521366S Telecommunication Engineering Project

Tietoliikenne- ja radiotekniikan erikoistyö

Credits: 4

Timing: periods 1-6

Teacher: Kari Kärkkäinen

Objective: To introduce the student into the design, implementation and/or testing of a certain part of telecommunication system.

Learning outcomes: After completing the course student can - depending on the work subject - either solve, design, construct, measure, simulate, test or analyze limited telecommunication and radio system and sub-system problems. Thus student applies the technical knowledge acquired from advanced sources into practical engineering tasks. In addition, student can document technical and scientific results

Working methods: The design exercise is done in a group of one or two students depending of work's difficulty. The design exercise can be simulation or implementation work. The work can be

defined by the telecommunication laboratory or by industry. In the later case a proposal must be submitted to the teacher before beginning of the work. Also, student must meet the schedule and deadlines given by a supervisor before starting the work. In preparing the work report document the writing instructions of EE department's diploma thesis must be followed.

Assessment methods: Work report is marked with the scale 1-5.

Prerequisites: Depending on the subject: advanced courses dealing with telecommunication systems, digital communications, digital signal processing or/and radio engineering.

Language of instruction: English/Finnish.

521350S Seminar in Telecommunication and Radio Engineering

Tietoliikenne- ja radiotekniikan seminaari

Credits: 1

Timing: periods 1-6

Teachers: Jari Iinatti

Objective: The aim is to familiarize the students to the diploma work requirements. The students get practice in preparing and giving an oral presentation. At the same time they learn about current research and development projects going on in the university and in the industry.

Learning outcomes: After completing the course the student can prepare a presentation of predetermined length of her/his thesis and have experience on presenting the topic. In addition, she/he has experience on evaluating other students' presentations and has a general view of completed diploma theses.

Contents: The content is determined by the diploma work topics and other current research topics.

Working methods: The student is required to participate in at least 4 seminars. In one of those, the student has to give an oral presentation of his/her diploma work. Presentations are given in English. Seminars are given during the whole year when necessary.

Study materials: Instructions for preparing a diploma work in the Department.

Assessment methods: The student is required to participate in at least 4 seminars. In one of those, the student has to give an oral presentation of his/her diploma work. Presentations are given in English. Seminars are given during the whole year when necessary.

Prerequisites: None.

Language of instruction: Finnish/English.

521373S Communication Signal Processing I

Tietoliikennesignaalin käsittely I

Credits: 6

Timing: periods 4-5

Teachers: Markku Juntti

Objective: Statistical signal processing methods are applied to design the key functionalities of a communication receiver and in particular its equalizer. In addition, the expertise on statistical and adaptive signal processing is deepened and enlarged regarding linear estimation, adaptive signal processing and multi-antenna signal processing.

Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student is able to use the methodology of signal processing to design communication systems and their receivers. He or she will be able to design and implement various equalizer algorithms. The student can estimate the complexity of various equalizer algorithms.

Contents: Communication receiver as a statistical optimization problem, optimal linear filters, matrix algorithms, adaptive algorithms, linear and nonlinear equalizers, multi-antenna signal processing.

Working methods: Lectures 30 h, exercises 16 h and design exercise 16 h.

Study materials: Parts from books: Jinho Choi: Adaptive and Iterative Signal Processing in Communications, Cambridge University Press, 2006 (318 sivua) ISBN-13 978-0-521-86486-2 and Simon Haykin: Adaptive Filter Theory, 3rd ed. Prentice Hall, 1996. (989 pages) ISBN: 0-13-322760-X. Lecture notes and other literature.

Assessment methods: The course is passed with final examination and design exercise. In the final grade, the weight for the examination is 0.75, and for the design exercise 0.25.

Prerequisites: Statistical signal processing, Telecommunication Engineering II, Wireless Communications II.

Language of instruction: English.

521360S Communication Signal Processing II

Tietoliikennesignaalin käsittely II

Credits: 4

Timing: periods 5-6

Teachers: Markku Juntti

Objective: Digital communication knowledge is deepened by applying the statistical signal processing techniques to the design and optimization of receiver baseband algorithms. The main goal is to learn the principles which are used to optimize the transmitter and receiver based on communication, information, detection and estimation theories.

Learning outcomes: After completing the course the student recognizes the blocks of all-digital receiver and can explain the basis for them. She/he can derive the key algorithms of the receiver and perform joint optimization of transmitter and receiver. The student can design the synchronization algorithms of a receiver and the related filtering and sample rate conversions. He/she can derive the performance of the algorithms and methods to compare them. In addition, she/he can utilize and develop algorithms for fading channels.

Contents: Filter banks, synthesis and performance of synchronization algorithms in AWGN channels, frequency estimation, interpolation in synchronization, synchronization and channel estimation in fading channels, transceiver optimization, the impact of a cyclic prefix or guard interval.

Working methods: Lectures 20 h and exercises 25 h, out of which some are Matlab based problems. Course will be given every second year in odd years.

Study materials: Parts from books: P. P. Vaidyanathan, S.-M. Phoong & Y.-P. Lin, Signal Processing and Optimization for Transceiver Systems, Cambridge University Press, 2010 ISBN 978-0-521-76079-9 and H. Meyr, M. Moeneclaey & S. A. Fechtel, Digital Communication Receivers: Synchronization, Channel, Estimation and Signal Processing. John Wiley, 1998. Lecture notes and other literature.

Assessment methods: The course is passed with final examination and by solving homework problems. Grade is based on exam.

Prerequisites: Statistical Signal Processing, Wireless Communications II. Recommended: Communication Signal Processing I.

Language of instruction: English.

521340S Communication Networks I

Tietoliikenneverkot I

Credits: 5

Timing: periods 1-3

Teachers: Savo Glisic

Objective: The aim is to present the fundamentals of the structure, protocol and structure of digital data transmission networks. Technical implementation and application of the common data and local networks are also discussed.

Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student is able to list the functionalities of different layers of OSI and TCP/IP protocol models. The course gives the skills for the student to describe the basic structure of GSM, GPRS, EDGE, LTE and IEEE802.11 systems. The student is able to describe the basic protocol model of the UMTS radio interface and radio access network. The student knows the basic properties of routing protocols in ad hoc networks. The student will achieve skills to describe the main principles of mobility control, network security, cross-layer optimization. The course also gives the student the ability to explain the essential features of sensor networks.

Contents: Communications architecture and protocols, adaptive network and transportation layers, mobility management, network security, network management, ad hoc and sensor networks, cross-layer optimization, examples of wireless communication networks.

Working methods: Two hours of lectures in a week, 30 h in total. Design exercise 15 h with simulation software.

Study materials: Parts from: S. Glisic & B. Lorenzo: Wireless Networks: 4G Technologies (2nd ed.), 2009; S. Glisic: Advanced Wireless Communications: 4G Cognitive and Cooperative Technologies (2nd ed.), 2007.

Assessment methods: The course is passed with final examination and accepted design exercise. Grade is based on exam.

Prerequisites: -

Language of instruction: English.

521377S Communication Networks II

Tietoliikenneverkot II

Credits: 7

Timing: periods 4-6

Teachers: Savo Glisic

Objective: The aim is to help the student to understand the basic principles of networking by providing a balance between the description of existing networks and the development of analytical tools. The descriptive material is used to illustrate the underlying concepts, and the analytical material is used to generate a deeper and more precise understanding of the concepts. The course presents the

basic principles of queuing theory giving mathematical tools to apply the theory to practical communication systems.

Learning outcomes: Upon completing the required coursework, the student is able to construct simple theoretical queuing theory models and analyze the simulation results of these models. The student achieves skills to explain simple Markovian birth-death process and apply that model in queuing systems. The course gives skills for the student to describe functionalities of a communication network with game theoretic models. The student knows the decomposition methods of network utility function and is capable of using that knowledge for network optimization.

Contents: Introduction to concepts in queuing theory, birth-death process, queuing systems and their measures of effectiveness, Little's result, blocking in queuing systems, open and closed (Jackson) queuing networks, advanced routing in data networks, multiple access techniques, network information theory, cognitive networks.

Working methods: Two hours of lectures in a week and exercises, 30 h. Design exercise with simulation software, 15 h.

Study materials: Parts from S. Glisic & B. Lorenzo: Wireless Networks: 4G Technologies, 2009, S. Glisic: Advanced Wireless Communications: 4G Cognitive and Cooperative Technologies, 2007.

Assessment methods: The course is passed with final examination and accepted design exercise. Grade is based on exam.

Prerequisites: Communication Networks I.

Language of instruction: English.

Matematiikan jaos

031010P Matematiikan peruskurssi I

Calculus I

Laajuus: 5

Ajoitus: 1-3

Tavoite: Kurssi antaa perustiedot vektorialgebrasta, analyttisestä geometriasta ja alkeisfunktioista sekä yhden muuttujan reaaliarvoisten funktioiden differentiaali- ja integraalilaskennasta.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija tunnistaa vektorialgebran käsitteet ja osaa käyttää vektorialgebraa analyttisen geometrian ongelmien ratkaisemisessa. Opiskelija osaa myös selittää alkeisfunktioiden perusominaisuudet sekä kykenee analysoimaan yhden muuttujan reaaliarvoisten funktioiden raja-arvoa ja jatkuvuutta. Lisäksi opiskelija osaa ratkaista yhden muuttujan reaaliarvoisten funktioiden differentiaali- ja integraalilaskentaan liittyviä ongelmia.

Sisältö: Analyttistä geometriaa. Yhden muuttujan funktioiden raja-arvo ja jatkuvuus. Vektorimuuttujan funktioiden perusominaisuudet. Differentiaali- ja integraalilaskentaa. Määrätyn integraalin sovelluksia. Kompleksiluvut.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luentoja 55 h, laskuharjoituksia 22 h.

Oppimateriaali: Grossman S.I.: Calculus of One Variable; Grossman S.I.: Multivariable Calculus, Linear Algebra, and Differential Equations (luvut 2, 3 ja 4 osittain, Liite 3); Salenius, T.: Matematiikan lyhyen peruskurssin analyttinen geometria.

Opetuskieli: Suomi

03101IP Matematiikan peruskurssi II

Calculus II

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 4-6

Tavoite: Kurssi antaa perustiedot sarjateoriasta sekä usean muuttujan reaali- ja vektoriarvoisten funktioiden differentiaali- ja integraalilaskennasta.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija kykenee tutkimaan reaaliarvoisten sarjojen ja potenssisarjojen suppenemista sekä arvioimaan katkaisuvirhettä. Lisäksi opiskelija osaa selittää potenssisarjojen käytön esimerkiksi raja-arvojen ja määrättyjen integraalien likiarvojen laskemisessa sekä kykenee ratkaisemaan usean muuttujan reaali- ja vektoriarvoisten funktioiden differentiaali- ja integraalilaskentaan liittyviä ongelmia.

Sisältö: Lukujonot, sarjat, potenssisarjat, Fourierin sarjat. Usean muuttujan funktioiden differentiaali- ja integraalilaskentaa.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luentoja 62 h, laskuharjoituksia 26 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot : Matematiikan peruskurssi I.

Oppimateriaali: Kreyszig, E: Advanced Engineering Mathematics; Grossman S.I.: Multivariable Calculus, Linear Algebra, and Differential Equations.

Opetuskieli: Suomi

031013A A-matematiikka

A-Mathematics

Laajuus: 3,5

Ajoitus: 4-6

Opettaja: N.N.

Tavoitteet: Kurssissa perehdytetään opiskelija ammattiaineissa tarvittaviin matemaattisiin käsitteisiin sekä arkkitehdin yleissivistykseen kuuluviin tilastollisiin menetelmiin

Sisältö: Vektorilaskentaa. Suorat, tasot ja toisen asteen käyrät. Trigonometriaa. Symmetria. Ornamentit. Kaakeloinnit tasossa.

Toteutus: Lukukausikurssi.

Kurssikirjallisuus: Kivelä, S: Algebra ja geometria. Weyl, H: Symmetria.

Esitiedot: Esitietoina vaaditaan lukion matematiikan lyhyen oppimäärän tiedot. Opintojakso on puolestaan välttämätön pohja jatko-opinnoissa tai myöhemmässä itseopiskelussa.

031017P Differentiaaliyhtälöt

Differential Equations

Laajuus: 4

Ajoitus: 4-6

Tavoite: Kurssin suorittanut opiskelija tuntee differentiaaliyhtälöihin liittyvän käsitteistön

ja osaa käyttää alan kirjallisuutta. Hänellä on riittävä matemaattinen valmius differentiaaliyhtälöiden käsittelyyn. Hän osaa muodostaa ja tunnistaa yksinkertaisia analyyttisesti ratkeavia differentiaaliyhtälöitä. Hän osaa ratkaista niitä useilla menetelmillä.

Osaamistavoitteet: Tämän perusopintotason kurssin suorittanut opiskelija osaa käyttää differentiaaliyhtälöitä mallintamiseen. Hän pystyy tunnistamaan, valitsemaan ratkaisumenetelmän ja ratkaisemaan useita erilaisia differentiaaliyhtälöitä. Hän tietää useita Laplace'n muunnoksen laskusääntöjä ja hän osaa käyttää Laplace'n muunnosta ongelmien ratkaisemisen työkaluna.

Sisältö: Ensimmäisen ja korkeamman kertaluvun tavalliset differentiaaliyhtälöt. Laplace-muunnos ja sen sovellukset differentiaaliyhtälöiden ratkaisemiseen.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luentoja 44h, laskuharjoituksia 24 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Matematiikan peruskurssi I.

Oppimateriaali: Hamina M: Suomenkielinen luentomoniste ja harjoitustehtävät, Rikkonen: Matematiikan pitkä peruskurssi IV; Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics, 7. edition tai uudempi; Salenius: Matematiikan lyhyen peruskurssin differentiaaliyhtälöt.

Opetuskieli: Suomi

03 I018P Kompleksianalyysi

Complex Analysis

Laajuus: 4

Ajoitus: 1-2

Tavoite: Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija kompleksilukujen ja kompleksifunktioiden käyttöön teknisissä sovellutuksissa, erityisesti signaalinkäsittelyssä.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa soveltaa oppimaansa kompleksianalyysin teoriaa teknisissä sovellutuksissa, erityisesti signaalinkäsittelyssä, syntyvien ongelmien mallintamiseen, ratkaisemiseen ja analysointiin. Hän hallitsee kompleksilukujen ja -funktioiden käytön sekä kompleksifunktioiden kuvausominaisuuksien, differentiaalilaskennan ja integraalilaskennan soveltamisen teknisissä ongelmissa.

Sisältö: Kompleksiluvut, diskreetti systeemi. Taajuusvastefunktio, amplitudivaste ja vaihevaste. Kompleksifunktiot ja niiden kuvausominaisuudet. Kompleksifunktion derivaatta, analyyttinen funktio, konformikuvaus, harmoniset funktiot. Sarjat. Kompleksinen käyräintegraali, Cauchy'n kaava, navat, residy, Rouchen lause. Möbius-muunnos, sovellutus signaalinkäsittelyssä. Stabiilisuus.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Matematiikan peruskurssi I.

Oppimateriaali: Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics; Spiegel: Complex Variables; Lang: Complex Analysis.

Opetuskieli: *Suomi

03 I019P Matriisialgebra

Matrix Algebra

Laajuus: 3,5

Ajoitus: 1-3

Tavoite: Kurssi antaa perustiedot lineaaristen yhtälöryhmien ratkaisumenetelmistä, matriisilaskennasta, vektoriavaruuksista sekä matriisin ominaisarvojen ja ominaisvektoreiden ominaisuuksista ja sovelluksista.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija kykenee käyttämään matriisien laskuoperaatioita. Hän pystyy ratkaisemaan lineaarisen yhtälöryhmän matriisien avulla ja osaa soveltaa iteraatiomenetelmiä yhtälöryhmän likimääräisen ratkaisun etsimisessä. Opiskelija tunnistaa

vektoriavaruuden ja osaa yhdistää toisiinsa käsitteet lineaarinen kuvaus ja matriisi. Hän kykenee analysoimaan matriisia siihen liittyvien tunnuslukujen, vektoreiden ja lineaaristen avaruuksien avulla. Opiskelija osaa diagonalisoida matriisin ja käyttää matriisin diagonalisointia yksinkertaisissa sovelluksissa.

Sisältö: Vektorit ja matriisit. Lineaarisen yhtälöryhmän ratkaisu. Gaussin eliminointimenetelmä. Matriisihajotelmia. Vektoriavaruus. Lineaarikuvaus ja sen matriisi. Matriisin aste, determinantti, ominaisarvot ja -vektorit. Matriisin diagonalisointi ja diagonalisoinnin sovelluksia. Lineaarisen yhtälöryhmän numeerisesta ratkaisemisesta. Jacobin ja Gauss-Seidelin menetelmät. Ylideterminoitu tehtävä, pienimmän neliösumman menetelmä. Matriisifunktioista.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luentoja 40h, 4h7viikko. Harjoituksia 20h, 2h/viikko.

Oppimateriaali: Kivelä: Matriisilasku ja lineaarialgebra; Grossman, S.I: Elementary Linear Algebra.

Opetuskieli: Suomi

031021P Tilastomatematiikka

Probability and Mathematical Statistics

Laajuus: 5

Ajoitus: 4-6

Tavoite: kurssi antaa perustiedot todennäköisyyslaskennan peruskäsitteistä, satunnaismuuttujista, tilastollisen aineiston käsittelystä, hypoteesin testauksesta ja estimointimenetelmistä.

Osaamistavoitteet: kurssin suoritettuaan opiskelija osaa käyttää todennäköisyyslaskennan peruskäsitteitä ja tärkeimpiä satunnaismuuttujia sekä osaa soveltaa näitä todennäköisyyksien ja tunnuslukujen laskemiseen. lisäksi opiskelija kykenee analysoimaan tilastollista aineistoa laskemalla parametrien estimaatteja ja luottamusvälejä sekä laatimalla ja testaamalla hypoteesejä.

Sisältö: todennäköisyyslaskennan peruskäsitteet, satunnaismuuttuja, tilastollisen aineiston käsittely, hypoteesin testaus, estimointimenetelmistä.

Toteutustavat: luentoja 44h ja harjoituksia 22h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: esitietoina vaaditaan matematiikan peruskurssia i ja soveltuvin osin matematiikan peruskurssia ii vastaavat tiedot.

Oppimateriaali: laininen p.: sovellettu todennäköisyyslasku.

Opetuskieli: suomi

031022P Numeeriset menetelmät

Numerical Analysis

Laajuus: 5

Ajoitus: 4-6

Tavoite: Kurssin tavoitteena on opettaa opiskelijalle numeeristen laskentamenetelmien matemaattiset perusteet, kuinka arvioidaan niiden teoreettisia ominaisuuksia (stabiilisuutta, tarkkuutta ja laskennallista kompleksisuutta). Lisäksi opitaan numeeristen menetelmien käytännön soveltamista yksinkertaisten matemaattisten ongelmien ratkaisemiseen.

Osaamistavoitteet: Opiskelija tunnistaa kussakin tilanteessa, mikä numeerinen ratkaisumenetelmä on ongelmaan sovellettavissa, osaa suorittaa numeerisen laskenta-algoritmin eri vaiheet ja osaa arvioida ratkaisumenetelmän virhettä.

Sisältö: Yhtälöryhmän ratkaisu. Funktion approksimointi. Numeerinen integrointi. Algebrallisten yhtälöiden ja differentiaaliyhtälöiden numeerinen ratkaiseminen. Algoritmeja ja ohjelmia.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luentoja 4h/v.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Perustiedot ohjelmoinnista sekä Matematiikan peruskurssit I ja II, differentiaaliyhtälöt ja matriisialgebra.

Oppimateriaali: Mäkelä - Nevalinna - Virkkunen: Numeerinen matematiikka; Atkinson, K.E: An Introduction to Numerical Analysis; Faires and Burden : Numerical Methods.

Opetuskieli: Suomi

03 I023P Tietotekniikan matematiikka

Mathematical Structures for Computer Science

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 1-2

Tavoite: Kurssi perehdyttää lause- ja predikaattilogiikkaan sekä moniarvoiseen logiikkaan ja antaa perustiedot päättelymekanismeista ja todistusmenetelmistä. Lukujärjestelmämuunnoksiin, peruslaskutoimituksiin eri lukujärjestelmissä samoin kuin joukko-opin alkeisiin tutustutaan. Lisäksi perehdytään formaaleihin kieliin ja kielioppeihin sekä automaatteihin ja muihin matemaattisiin koneisiin.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija kykenee käyttämään lauselogiikan tuloksia lauseen totuusarvon määrittämiseen. Hän kykenee kääntämään luonnollisen kielen lauseita symbolimuotoon ja osaa soveltaa päättelymekanismeja yksinkertaisten väittämien todistamiseen. Opiskelija osaa toteuttaa peruslaskutoimitukset eri lukujärjestelmissä ja kykenee muuntamaan luvun lukujärjestelmästä toiseen. Hän tunnistaa lauselogiikan ja joukko-opin aksiomirakenteen Boolean algebraa vastaaviksi rakenteiksi ja osaa verrata kaksiarvoisen ja moniarvoisen logiikan ominaisuuksia toisiinsa. Opiskelija osaa soveltaa diskreetin matematiikan formaaleja menetelmiä (kuten formaalit kieliopit, automaatit, jonokoneet ja Turingin koneet) yksinkertaisten tietojenkäsittelytehtävien mallintamiseen ja kykenee rakentamaan yksinkertaisen tehtävän toteuttavan formaalin mallin.

Sisältö: Logiikan alkeita. Induktio ja rekursio. Boolean algebra. Joukko-oppia. Otteita automaateista, formaaleista kielistä ja graafiteoriasta.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luentoja 40h, 4h/viikko . Harjoituksia 20h, 2h/viikko. Kaksi välikoetta tai loppukoe.

Oppimateriaali: Luentorunko. Rosen K.H.: Discrete Mathematics and Its Applications. Gersting J.L.: Mathematical Structures for Computer Science.

Opetuskieli: Suomi

03 I025A Introduction to Optimization

Optimoinnin perusteet

Credits: 5

Timing: 1-3

Objectives: The objective of the course is to provide the mathematical foundations of the optimization methods, to analyze their basic theoretical properties and demonstrate their performances on examples.

Learning outcomes : The student learns to solve convex optimization problems with the basic optimization algorithms. He/She is able to form the necessary and sufficient conditions for the optimization problem and is able to form the corresponding dual problem.

Contents Linear optimization. Simplex-algorithm. KKT-conditions. Dual problem. Gradient algorithms. Conjugate gradient algorithm. Barrier- and penalty function methods. Implementation: Lectures 4h/week, Exercises 2h/week. Two intermediate exams or one final exam.

Prerequisites Calculus 1, Calculus 2, Matrix algebra.

Study materials: K. Ruotsalainen, Optimoinnin perusteet (lecture notes in Finnish); P. Ciarlet; Introduction to numerical linear algebra and optimization; M. Bazaraa, H. Sherali, C.M. Shetty; Non-linear programming

Language of instruction: English

031026A Variaatiomenetelmät

Variational Methods

Laajuus: 5

Ajoitus: Periodit 4-6

Tavoite: Esitetään klassisen variaatiolaskennan perusteoria. Annetaan kuva variaatioprobleemien käsittelystä erilaisissa koordinaatistoissa. Esitetään osittaisdifferensiaalisyhtälön variaationaalinen muoto ja sen käsittely sopivissa Hilbertin avaruuksissa. Perustellaan sopivin oletuksin heikon muodon yksikäsitteinen ratkeavuus. Heikon muodon ratkaisua approksimoidaan Galerkinin menetelmällä käyttäen äärellisulotteisia aliavaruuksia. Perustellaan likiratkaisun konvergenssi.

Osaamistavoitteet: Opiskelija tunnistaa variaatioprobleeman. Hän osaa muodostaa ja ratkaista analyyttisesti eräiden ongelmien Eulerin yhtälöitä erilaisissa koordinaatistoissa erilaisilla reunaehdoilla. Opiskelija osaa muodostaa osittaisdifferensiaalisyhtälön variaationaalisen muodon. Hän osaa konstruoida osittaisdifferensiaalisyhtälön reuna-arvotetavalle likiratkaisuja Galerkinin menetelmän avulla.

Sisältö: Klassinen variaatiolaskenta; variaatiointegraali, Eulerin yhtälö, yleistetyt koordinaatit. Osittaisdifferensiaalisyhtälön variaationaalinen formulaatio; Hilbert avaruus, Galerkinin menetelmä.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luennoidaan sopimuksen mukaan. Luentoja 40h

laskuharjoituksia 20 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Matematiikan peruskurssit, differentiaalisyhtälöt ja matriisialgebra.

Oppimateriaali: K. Rektorys: Variational Methods in Mathematics; Gelfand-Fomin: Calculus of Variations.

Opetuskieli: Suomi

031028S Matemaattinen signaalinkäsittely

Mathematical Signal Processing

Laajuus: 6

Ajoitus: Periodit 5-6

Tavoite: Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija monidimensionaalisten ja n -kanavaisten signaalien taajuusaluekäsittelyyn sekä käsittelyyn monikanavaisissa ja n -dimensionaalisissa lineaarisissa siirtovarianteissa tai aikainvarienteissa järjestelmissä. Lisäksi annetaan perustiedot aallokeanalyysistä sekä muunnoksista ja koodausmenetelmistä kuvankäsittelyssä.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa selittääkaksiulotteisen Fourier-analyysin ja kaksiulotteisten LSI-järjestelmien matemaattiset perusteet ja osaa soveltaa niitä kuvankäsittelyyn. Samoin hän tuntee monikanavaisten signaalien ja LTI-järjestelmien sekä aallokkeiden matemaattiset perusteet ja osaa soveltaa niitä signaalinkäsittelyssä.

Sisältö: Monidimensionaalista Fourier-analyysiä, sovellutuksia kuvankäsittelyyn. Kuvankäsittelyn matematiikkaa. Monikanavaiset ja monidimensionaaliset LSI-systeemit. Kaksidimensionaalinen spektrin estimointi. Monikanavainen spektrin estimointi. Aallokkeet (wavelets).

Toteutustavat: Lukukausikurssi (luennoidaan sopimuksen mukaan). Luentoja 4t, harjoituksia t sekä palautettavia kotitehtäviä ja niiden vertaisarviointia.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot :Kompleksianalyysi, Signaalit ja järjestelmät.

Oppimateriaali: Luentomoniste. Marple: Digital Spectral Analysis with Applications; Gonzalez and Wintz: Digital Image Processing, 2. ed. (1987).

Opetuskieli: Suomi

031029S Graafiteoria

Graph Theory

Laajuus: 8

Ajoitus: 4-6

Tavoite: Kurssilla tutustutaan graafiteorian peruskäsitteisiin, kuten puu, kaksijakoinen graafi ja suunnattu graafi. Lisäksi perehdytään yhtenäisyyden eri muotoihin ja käsitellään tasograafeja ja graafien värityksiä. Kurssilla tarkastellaan keskeisiä graafiteoreettisia algoritmeja sekä tarkastellaan siirtoverkkoja.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija tunnistaa keskeiset graafityypit ja niiden ominaisuudet. Hän osaa soveltaa diskreetin matematiikan menetelmiä graafiteorian tulosten todistamisessa. Hän osaa yhdistää graafien teorian antamat tulokset eri sovellusalueiden ongelmiin.

Sisältö: Peruskäsitteitä. Aligraafit ja syklit. Yhtenäiset graafit, puut, kaksijakoiset graafit, hyperkuutiot. Eulerin ja Hamiltonin graafit. Pariutukset ja väritykset. Yhtenäisyyden eri muodot. Ramsey'n luvut. Viansieto tietoverkossa. Tasograafit, suunnatut graafit ja siirtoverkot.

Toteutustavat: Lukukausikurssi. Luentoja 40h, 4h/viikko . Harjoituksia 20h, 2h/viikko.Kaksi välikoetta tai loppukoe.

Oppimateriaali: Luentorunko. F. Harary: Graph Theory. Reinhard Diestel: graph theory.

Opetuskieli: Suomi

031044A Matemaattiset menetelmät

Mathematical Methods

Laajuus: 3

Ajoitus: 1-3

Tavoite: Kurssilla perehdytään Fourier-sarjoihin, Fourier- ja Z-muunnoksiin ja niiden käyttöön sovelluksissa. Lisäksi kurssilla perehdytään useamman muuttujan funktion differentiaalilaskentaan, sekä tutustutaan yksinkertaisiin osittaisdifferentiaaliyhtälöihin ja niiden analyyttisiin ratkaisumenetelmiin.

Osaamistavoitteet: Opiskelija osaa laskea jaksollisen funktion Fourier-sarjan ja muodostaa sen taajuusesityksen. Hän osaa laskea funktion Fourier-muunnoksen ja käänteis-Fourier-muunnoksen. Hän osaa laskea diskreetin jonon Z-muunnoksen ja muodostaa käänteis-Z-muunnoksen. Kurssin suorittanut opiskelija osaa laskea funktion gradientin, vektorikentän divergenssin ja roottorin. Lisäksi hän osaa ratkaista yksinkertaisia osittaisdifferentiaaliyhtälöitä Fourier-tekniikalla.

Sisältö: Kompleksiluvut. Fourier-sarjat. Fourier-muunnos. Z-muunnos. Gradientti, divergenssi ja roottori. Osittaisdifferentiaaliyhtälöistä.

Toteutustavat: Luentoja 40 h laskuharjoituksia 20 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Esitiedot: Suositeltavat esitiedot: Matematiikan peruskurssi 1, matriisialgebra ja differentiaaliyhtälöt.

Oppimateriaali: K. Ruotsalainen, Matemaattiset menetelmät (luentomoniste verkkoversiona)

Suoritustavat: Välikokein tai loppukokeella.

Opetuskieli: Suomi

031047S Reunaelementtimenetelmän perusteet

Principles of the boundary element method

Laajuus: 6,5

Ajoitus: 1-2

Tavoite: Opiskelijalle annetaan kuva reunaelementtimenetelmän implementoinnin vaatimasta matemaattisesta koneistosta sekä teorian, että menetelmän toteuttamisen näkökulmasta. Kyseessä on syventävä kurssi, joten opiskelijan asiantuntemuksen tulee nousta mitattavissa olevalle tasolle.

Osaamistavoitteet: kurssin suorittanut opiskelija osaa itse ohjelmoida reunaelementtimenetelmällä potentiaaliyhtälön reuna-arvottehtävän ratkaisualgoritmin. Hän tuntee potentiaaliyhtälön reuna-arvoprobleeman keskeisten likimääräismenetelmien (fdm, fem, bem) taustalla olevat peruserätykset.

Sisältö: Differentiaaliyhtälöiden ja integraaliyhtälöiden välisiä yhteyksiä. Reuna-arvottehtävän klassinen vahva muoto, variationaalinen heikko muoto sekä minimikarakterisointi. Potentiaaliyhtälön reuna-arvottehtävän palauttaminen reunaintegraaliyhtälöksi. Reunaintegraaliyhtälön numeerinen ratkaiseminen. Spline interpolaatiota. Numeerista integrointia. Funktionaalianalyttistä taustaa. Lax-Milgramin lause. Differenssi-, elementti- ja reunaelementtimenetelmän vertailua. Konvergenssituloksia.

Toteutustavat: lukauskurssi. luennoidaan sopimuksen mukaan. Luentoja 40h, laskuharjoituksia 20 h.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: suositeltavat esitiedot: matematiikan peruskurssi i ja ii, differentiaaliyhtälöt, matriisialgebra, numeeriset menetelmät.

Oppimateriaali: Suomenkielinen luentomoniste ja harjoitustehtävät. Chen G., Zhou J.: Boundary Element Methods. Hackbush W.: Integralgleichungen. Brebbia C.A, Dominguez J.: Boundary Elements. An Introductory Course.

Opetuskieli: Suomi

031050A Signaalianalyysi

Laajuus: 4

Ajoitus: 3-4

Opettaja: N.N.

Tavoitteet: Kurssin tavoitteena on perehdyttää opiskelija determinististen ja satunnaissignaalien analyysiin ja taajuusaluekäsittelyyn.

Osaamistavoitteet: Kurssin suoritettuaan opiskelija osaa laskea energian, tehon, konvoluution ja spektrin diskreeteille ja analogisille, jaksollisille ja ei-jaksollisille deterministisille signaaleille. Opiskelija osaa tutkia satunnaissignaalien stationaarisuutta, ergodisuutta, keskinäistä riippuvuutta ja taajuussisältöä auto- ja ristikorrelaation, kovarianssin sekä tehotehiys- ja ristitehotehiysspektrin avulla. Opiskelija osaa selittää signaalin estimoinnissa käytettävien keskeisimpien optimaalisten järjestelmien matemaattiset perusteet sekä osaa laskea niihin liittyviä laskutehtäviä.

Sisältö: Signaalit, luokittelu, taajuus. Ortogonaalikehityksestä. Fourier-analyysiä, analoginen ja digitaalinen signaali, nopea Fourier-muunnos. Satunnaismuuttuja. Satunnaissignaali. Stationaarisuus, ergodisuus, autokorrelaatio. Tehotehiysspektri. Autoregressiivinen, Gaussin ja Poissonin prosessi. Signaalin estimointi, ortogonaalisuusehto, Yule-Walker -yhtälöt, Wiener-suodatin. Sovitettu suodatin.

Toteutus: Lähiopetuksena 3-4 periodeilla. Luentoja 4 t/viikko. Kaksi välikoetta tai loppukoe.

Kurssikirjallisuus: Luentorunko. Proakis, J.G., Manolakis, D.K.: Introduction to Digital Signal Processing. Shanmugan, K.S., Breipohl, A.M.: Random Signals, Detection, Estimation and Data Analysis.

Esitiedot: Matriisialgebra, Tilastomatematiikka ja Kompleksianalyysi.

031072S Reunaelementtimenetelmän perusteet, harjoitustyö

Principles of the Boundary Element Method, Homework Exercise

Laajuus: 2

Tavoite: Kurssi syventää opiskelijan näkemystä matemaattisen algoritmin toteuttamisesta.

Osaamistavoitteet : Opiskelijalle konkretisoituu matemaattisen BEM-algoritmin ohjelmoinnissa kohdattavat ongelmat ja niiden ratkaisemiseen tarvittavien taitojen ja tietojen tarve.

Sisältö: Reunaelementtimenetelmän perusteet kurssin aihepiiriin liittyvä harjoitustyö, joka voi olla joko kirjallisuustyö tai algoritmin ohjelmointityö (C, MATLAB, Fortran tms.). Hyväksytyltä harjoitustyöltä edellytetään kunnollinen dokumentointi.

Yhteydet muihin opintojaksoihin: Reunaelementtimenetelmän perusteet. Kyseessä on syventävän kurssin vapaaehtoinen harjoitustyö, joten suosittelen itsekritiikkiä ennen harjoitustyön aiheen pyytämistä.

Opetuskieli: Suomi

031073S Numeeristen menetelmien jatkokurssi

Numerical Methods, Advanced Topics

Laajuus: 8

Ajoitus: 1-3

Opettaja: M. Hamina

Sisältö: Peruskäsitteistöä: lineaariavaruudet, normit, Banachin ja Hilbertin avaruudet, operaattoriformalismi, differentiaalilaskentaa tasossa ja kolmiulotteisessa avaruudessa. Approksimointiteoriaa: polynomi-interpolaatio, spline interpolaatio, 'paras' approksimaatio, useamman muuttujan funktioiden approksimointi. Numeerista integrointia. Lineaaristen operaattoriyhtälöiden likimääräinen ratkaiseminen: ehtoluku, residuaalin minimointi, least squares, Galerkinin menetelmä, stabiilisuus, konsistenssi ja konvergenssi. Epälineaarisen analyysin alkeita: kiintopistelause ja Picardin menetelmä, operaattorin derivointi, Newtonin menetelmä, funktionaalien minimointi. Elementtimenetelmä: operaattoriyhtälön variaatioformulointi ja Galerkin menetelmä, elementtiavaruuksia, konvergenssituloksia.

Tavoite: Kurssin suorittanut opiskelija osaa soveltaa operaattoritekniikkaa algoritmien suunnittelussa ja analysoinnissa.

Toteutus: Lukukausikurssi. Luennoidaan sopimuksen mukaan. Luentoja 45 h laskuharjoituksia 30 h.

Kurssikirjallisuus: Linz P.: Theoretical Numerical Analysis. Eriksson K

Estep D., Hansbo P., Johnson C.: Computational Differential Equations.

Esitiedot: Differentiaaliyhtälöt, numeeriset menetelmät